

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

PROPOSTA DE CADEIA PRODUTIVA INDUSTRIAL PARA UM  
MATERIAL COMPOSTO A BASE DE FOLHAS VEGETAIS EM  
MANAUS ATRAVÉS DE LEVANTAMENTOS DE CUSTOS

EDSON FRANCISCO MEDEIROS SILVA

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

EDSON FRANCISCO MEDEIROS SILVA

PROPOSTA DE CADEIA PRODUTIVA INDUSTRIAL PARA UM  
MATERIAL COMPOSTO A BASE DE FOLHAS VEGETAIS EM  
MANAUS ATRAVÉS DE LEVANTAMENTOS DE CUSTOS

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Dr. Rafael Drummond Mancosu

MANAUS

2011

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

S586p Silva, Edson Francisco Medeiros

Proposta de cadeia produtiva industrial para um material composto a base de folhas vegetais em Manaus através de levantamentos de custos / Edson Francisco Medeiros Silva. Manaus: UFAM, 2011.

84f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —  
Universidade Federal do Amazonas, 2011.

Orientador: Dr. Rafael Drumond Mancosu

1 Cadeia produtiva 2. Meio ambiente 3. Desenvolvimento sustentável 4. Custos I. Mancosu, Rafael Drumond (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 504.064.4:658(811.3(043.3))

EDSON FRANCISCO MEDEIROS SILVA

PROPOSTA DE CADEIA PRODUTIVA INDUSTRIAL PARA UM  
MATERIAL COMPOSTO A BASE DE FOLHAS VEGETAIS EM  
MANAUS ATRAVÉS DE LEVANTAMENTOS DE CUSTOS

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

NOME: \_\_\_\_\_  
Dr. Rafael Drumond Mancosu

NOME: \_\_\_\_\_  
Dr. Idécio A Cardoso

NOME: \_\_\_\_\_  
Dra. Adréa Santos Brasil

## **AGRADECIMENTOS**

Eu gostaria de começar estes agradecimentos primeiramente à Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto Nokia de Tecnologia que proporcionaram a oportunidade de trabalhar na confecção dessa dissertação.

Os meus agradecimentos se dirigem também ao INPA e em especial ao pesquisador Jadir Rocha que gentilmente cedeu parte de seu tempo para que fosse possível entender o processo de produção das chapas de Folhas, de onde se derivou esta dissertação.

Agradeço a toda equipe de apoio do NUPEP, aos professores, em especial à saudosa Silvana Dacol que teve grande responsabilidade em relação a minha escolha para o tema no momento em que estávamos preparando a pré-qualificação.

Agradeço também ao Dr. Rafael Drumond Mancosu pela ótima orientação e principalmente pela dedicação com que desempenhou o papel de orientador nesse trabalho.

Dedico este trabalho à  
minha esposa, aos meus  
pais e amigos.

## RESUMO

Existe, hoje, uma necessidade de adequação da indústria a criar e disseminar modelos de produção ecologicamente corretos. O chamado “selo verde” já é uma exigência para entrada de produtos de origem natural a diversos mercados, [Salomão, 2010]. Com intenção de criar um material, onde sua composição utilizasse as folhas vegetais que originalmente não são empregadas na composição de nenhum outro material, Rocha *et. al.* (2007) desenvolveu, dentro do INPA, uma chapa composta por folhas, resina de fenol-formaldeído e lã-de-vidro, que pode ter aplicações equivalentes aos de outros materiais como o MDF, o aglomerado de partículas e o compensado. O processo produtivo da chapa de folhas tem as etapas de obtenção dos materiais, trituração das folhas, secagem das folhas, preparação da mistura das folhas com a resina, prensagem a quente, acabamento e aplicação de preservante. Foram estimados os insumos, a aparelhagem necessária, o espaço físico (através da elaboração de um *layout*), a energia consumida e os custos para energia, mão de obra e insumos para implementação em escala industrial de produção de chapas de folhas. A produção mensal estimada foi de 800 chapas com dimensões de 1,2m x 1m x 20mm. Foi observado que a composição do custo é feita de vários fatores e, dentre eles, existe uma participação grande de custos indiretos que, por sua vez, exercem grande influência no custo unitário de cada chapa. A aplicação do custeio direto fornece um custo direto total de, aproximadamente, R\$ 52000,00 para se fabricar 800 unidades de chapa, cerca de R\$65,00 por chapa. Os custos fixos responderiam por R\$36,20, totalizando R\$101,20 por chapa.

Discutindo-se o investimento necessário para implantação da fábrica, estimado em R\$943.000,00, e, considerando-se taxa de juros aproximada de 6% ao ano, o custo por chapa sobe para R\$ 121,10 diante de um retorno esperado em cinco anos. Diante da apresentação de um custo unitário de aproximadamente R\$ 100 reais pelo m<sup>2</sup> fez-se necessária uma discussão sobre como deve ser a implementação do empreendimento e de como deve se organizar os custos, foi observado que se aplicado um modelo nos moldes de uma associação o custo seria competitivo com outros materiais no Mercado de Manaus.

Palavras chave: Cadeia Produtiva, Chapa de Folhas, Custos.

## ABSTRACT

Today there exists an urge of the industry to create and disseminate environmentally friendly production models. The so-called “Green Seal” is already a requirement for entry of natural products to various markets, [Salomão, 2010]. With the intention to create a material using in its composition using vegetables leaves that weren't not originally used in the composition of any other material, Rocha *et al.* (2007) developed inside INPA a plate composed of leaves, resin and phenol-formoaldeyde and glass wool, which may have similar applications to other materials such as the MDF, the particleboard and plywood. The production process of the leave's plate has the following steps; obtaining the materials, crushing the leaves, drying of the leaves, preparing the mixture with the resin and leaves, hot pressing and finishing and application of preservative compound. Inputs were estimated such as the equipment required, the space (through the preparation of a layout drawing) energy consumption and costs for energy, labor and materials for implementation in industrial scale producing plates with monthly production of 800 units, with dimensions of 1.2 m x 1m x 20mm. It was observed that the composition of cost is made up of several factors and among them there is a large share of indirect costs which in turn have great influence on the unit cost of each plate. The application of direct costing provides a total direct cost of R\$ 52,044.03 to manufacture 800 units of plate means about R\$ 65.00 per plate and the fixed costs accounted for R \$ 36.20 by plate hence R\$101.20 total.

Discussing investment necessary needed to build a leave's plate factory estimated at R \$ 943,000 and considering an interest rate of 6% per year, the cost per plate rises to R \$ 121.10 before an expected return in five years with presentation of cost about R \$ 100.9 per m<sup>2</sup> made necessary by a discussion of how it should be the implementation of the project and how the costs should be organized, it was observed that a model applied in the manner of an association would make the cost competitive with other materials market in Manaus.

Keywords: Production Chain, Leave's Plate, Costs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico do ciclo de vida .....	18
Figura 2: Esquemático do ciclo de vida e seus estágios/ FONTE: Keolian (1994).....	19
Figura 3: Agrupamentos para a destinação de volumes de paradas a veículos. ....	27
Figura 4: Agrupamentos de paradas por dia da semana. T e F correspondem a <i>Tuesday</i> e <i>Friday</i> de modo a exemplificar as disposições de paradas em dois dias diferentes. ....	27
Figura 5: Chapas de Compensado.....	29
Figura 6: Fluxo processo de produção de compensados.....	30
Figura 7: Chapas de Aglomerado. ....	31
Figura 8: Fluxo de produção em fábrica de chapas de aglomerado.....	32
Figura 9: Chapa de MDF. ....	33
Figura 10: Fluxo de produção de chapas MDF.....	34
Figura 11: Amostras Chapa de Folhas INPA.....	35
Figura 12: Vista das diferentes camadas de material da chapa de folhas em amostra sem acabamento .....	35
Figura 13: Folhas secas para processamento. ....	37
Figura 14: Folhas sem triturar e folhas trituradas. ....	37
Figura 15: Triturador portátil utilizado no INPA.....	38
Figura 16: Classificadora rotativa para sementes. ....	39
Figura 17: Secador de Madeira. ....	39
Figura 18: Misturador com Tambor de Inox.....	40
Figura 19: Prensa Hidráulica de 1,5 ton. do INPA. ....	40
Figura 20: Localização da Base e pontos de entrega de uma loja de departamentos em Manaus.45	
Figura 21: Localização de pontos de coleta em 02 dias diferentes .....	46
Figura 22: Saco de juta para café.....	47
Figura 23: Detalhe Layout da área de preparação Lã de Vidro para prensagem. ....	49
Figura 24: Layout armazém para resinas e preservantes. ....	50
Figura 25: Preservante Jimo Cupim embalagem 18l .....	51
Figura 26: Triturador Tecscan Tritutec 2503.....	52
Figura 27: Secador Solar de Madeira com capacidade de 8m <sup>3</sup> .....	54
Figura 28: Planta baixa Secador solar 2x2x2.....	54
Figura 29: Corte A-A secador Solar. ....	55
Figura 30: Agitador para dispersão e mistura de sólidos em líquidos. ....	56
Figura 31: Prensa Modelo PCMQ-2.5T com 2,5 ton. de força.....	57
Figura 32: Desenho de cabine de pintura com cortina de água. ....	59
Figura 33: Layout com fluxo de produção e funcionários.....	60
Figura 34: Etapas de Ciclo de Vida Chapa de Folhas.....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Contribuição Chave da cadeia produtiva nas diferentes estratégias de mercado.....	17
Tabela 2: Alíquotas para cálculo de custo de mão de obra.....	44
Tabela 3: Espaço Físico .....	61
Tabela 4: Investimentos. ....	62
Tabela 5: Energia e o custo em cada etapa operacional.....	65
Tabela 6 Energia e o custo fora das operações .....	66
Tabela 7: Materiais Diretos.....	67
Tabela 8: Materiais Indiretos. ....	68
Tabela 9: Custo Mão de Obra Direta Chapa de Folhas .....	69
Tabela 10: Custo Mão de Obra indireta.....	70
Tabela 11: Custos Totais para produção da chapa de folhas. ....	70
Tabela 12: Custo Mão de Obra Direta Chapa de Folhas no caso de uma associação para coleta e triagem .....	73
Tabela 13: Custo Mão de Obra indireta no caso de uma associação para coleta e triagem.....	73
Tabela 14: Custos Totais para produção da chapa de folhas no caso de uma associação para coleta e triagem.....	74
Tabela 15: Tabela comparativa dos valores de Mercado de outros materiais versus o custo da chapa de folhas.....	75

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

$\Delta S$	quilometragem diária;
$\Delta t$	Tempo dado em horas.
Ccomb	Custo do combustível por chapa;
Ce	Custo da energia por chapa..
Ckm	Custo por quilometragem.
E	energia gasta em (kW.h) quilowatts hora por chapa.
FAO	Food and Agriculture Organization.
IARC	International Agency for research on Cancer.
IBAMA	Istituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
MDF	Medium density Fiberboard.
n	número de chapas produzidas em $\Delta t$
N	quantidade de chapas produzidas ao dia;
OSB	Oriented Strand Board.
P	potência elétrica em kW(quilowatts).
PCE	Papel, Caixas e Embalagens.
PIE	Produção Independente de Energia.
PPRPS	Programa de Prevenção de Riscos para Prensas e Similares.
SAIC	Scientific Applications International Corporation

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	12
1.1	JUSTIFICATIVA .....	13
1.2	OBJETIVO GERAL .....	13
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	14
2.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	14
2.2	ESTRUTURA DE CADEIAS PRODUTIVAS .....	16
2.3	AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA .....	18
2.4	GESTÃO DE CUSTOS .....	21
2.5	FUNDAMENTOS E ESTRATÉGIAS DE TRANSPORTE .....	23
2.6	MATERIAIS DE ORIGEM VEGETAL .....	29
2.6.1	Compensado .....	29
2.6.2	Aglomerado .....	31
2.6.3	MDF .....	33
2.7	A CHAPA DE FOLHAS .....	35
3.	DESCRIÇÃO METODOLÓGICA .....	42
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
4.1	OBTENÇÃO DAS FOLHAS .....	45
4.2	OBTENÇÃO OUTROS INSUMOS .....	49
4.2.1	Lã de Vidro .....	49
4.2.2	Resina Fenólica .....	50
4.2.3	Preservantes .....	51
4.3	TRITURAÇÃO .....	52
4.4	SECAGEM .....	53
4.5	MISTURA .....	55
4.6	PRENSAGEM A QUENTE .....	56
4.7	ACABAMENTO .....	58
4.8	VISÃO SISTÊMICA DA CADEIA .....	59
5.	DISCUSSÕES ADICIONAIS .....	71
6.	CONCLUSÃO .....	76
7.	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....	77
	REFERÊNCIAS .....	78
	GLOSSÁRIO .....	84

## 1. INTRODUÇÃO

Existe hoje uma necessidade de adequação da indústria a criar e disseminar modelos de produção ecologicamente corretos. O chamado “selo verde” já é uma exigência para entrada de produtos de origem natural a diversos mercados, [Salomão, 2010].

Um artigo publicado recentemente pela revista da Universidade de Harvard traz as conclusões do professor Ram *et.al.* (2009). Eles estudaram 30 empresas de grande porte e constataram que a busca por soluções ambientalmente corretas estimula a inovação. Descobriram também que a produção verde minimiza custos: os investimentos necessários à implantação de métodos de produção mais limpa e de mecanismos voltados a economizar insumos são compensados pela conseqüente redução de gastos.

De acordo com o secretário de meio ambiente de São Paulo, Francisco Graziano (2009), a pressão sobre os recursos naturais do planeta tornou-se um problema apenas após a intensa industrialização do século 19 e sua plena percepção ocorreu tão somente há 50 anos, quando a agenda da degradação entrou na preocupação pública.

A necessidade de aproveitamento de novos recursos de maneira sustentável, ou seja, que possam garantir o melhor compromisso entre empresa, comunidade e meio-ambiente, é objetivo comum entre algumas empresas e governos espalhados pelo mundo. A busca de novos materiais que possam permitir a implementação desse tipo de modelo sustentável tem sido objeto de estudo e objetivo de empresas grandes [Goreti, 2005].

Seguindo as tendências apresentadas acima, o INPA (Instituto Nacional De Pesquisas da Amazônia) vem desenvolvendo e testando novos materiais, entre eles a chapa de folhas [Rocha *et. al.*, 2007] que é um compósito formado a partir do aproveitamento de folhas secas e da adição de resina de fenol-formaldeído e lã de vidro, porém ainda não existe uma proposta de cadeia produtiva local para esse material. A chapa de folhas é um material já patenteado e tem várias de suas propriedades físicas já verificadas através do trabalho do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia).

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Este trabalho se propõe a estudar como se industrializar um material novo desenvolvido a partir do aproveitamento de material descartado, partindo de uma proposta de processamento inovadora e trazendo os procedimentos para um ambiente industrial.

Os pontos de discussão que esse trabalho discorre podem servir para outros materiais que tenham características semelhantes.

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

O principal objetivo desse trabalho é propor a cadeia produtiva da Chapa de Folhas, um material composto obtido a partir da prensagem de folhas secas desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), de modo a ser empregado em uma aplicação na cidade de Manaus.

## **1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO**

1. Estudar procedimentos e alternativas para o processamento do material passo-a-passo.
2. Propor, para cada etapa do processo, soluções e buscar maneiras de mensurar aspectos relevantes do ponto de vista tecnológico, financeiro e ambiental.
3. Apresentar uma visão de sistema do funcionamento da cadeia produtiva discutindo o funcionamento dessa cadeia.
4. Comparar custo do material proposto com preços de alguns materiais compostos de origem vegetal no mercado.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O Desenvolvimento sustentável é apresentado como o desafio para esse século como apontado por Veiga (2005). O principal foco do desenvolvimento sustentável tem a ver com a capacidade desses progressos humanos de serem sustentáveis a ponto de garantir que o processo continue no futuro. Ou seja, o desenvolvimento é constante com o tempo de acordo Pearce *et. al.*, (1998) [*apud.* Veiga, 2005].

Para entender o que é o desenvolvimento sustentável, faz-se necessário conceituar o que é desenvolvimento. O principal significado dessa palavra diz respeito ao aumento das capacidades e possibilidades de algo. [Veiga, 2005]

No Início do Século XX, não eram claros ainda os limites naturais que se contrapunham ao desenvolvimento nos moldes daquela época. A exemplo disso, pensadores como John Maynard Keynes acreditavam que em pouquíssimo tempo os problemas de subsistência e necessidades básicas estariam resolvidos [*apud.* Mielke, 2002] .

Até o final do século XX o desenvolvimento para as nações era sinônimo de desenvolvimento econômico. Nessa época, os índices de desenvolvimento mais utilizados para diferenciar os países eram o Produto Interno Bruto e a Renda per capita [Denardin *et. al.*, 2002].

Nos anos que se seguiriam, a partir de meados dos anos 60, com o progresso científico, a visão de como ocorrem as interações entre o homem e meio-ambiente, evolui para um entendimento de como o modelo de desenvolvimento que vinha sendo aplicado coloca sob pressão a biosfera terrestre. Começa-se a entender a interferência humana na natureza e como também o modelo de desenvolvimento vigente não favorece a todos os participantes do processo. Em consequência, o conceito de desenvolvimento se transforma em algo mais abrangente que o simples desenvolvimento econômico e tecnológico; o acesso a recursos, à distribuição de renda, à educação e à saúde também serve para medir o desenvolvimento. Desse modo, o desenvolvimento sustentável serve para designar um progresso contínuo que interfira no meio ambiente de maneira equilibrada de modo que o crescimento seja ainda possível para o futuro [Veiga, 2005].

Outro conceito importante para entender como funciona o desenvolvimento sustentável é o conceito de capital natural. O conceito de capital, originário da economia, não se difere muito entre os autores. El Serafy (1991) e Van der Perk *et. al.* (1998) o conceitua como sendo o "estoque real de bens que possui o poder de produzir mais bens (ou utilidade) no futuro" [*apud.* Denardin, 2002].

Existem também [Berkes, 2000]:

- O capital cultural que diz respeito à capacidade humana de interagir com meio ambiente e modificá-lo;
- O capital manufaturado que é aquele produzido por meio da atividade econômica e engenhosidade humana, através das interações entre capital natural e capital cultural;
- O capital cultivado que corresponde basicamente as culturas agrícolas.

De acordo com Denardin (2002), um primeiro pré-requisito para o desenvolvimento sustentável de maneira bem intuitiva é a constância do estoque de Capital Natural, ou seja, esse capital deve ser utilizado para o desenvolvimento de forma equilibrada para garantir conservação desse capital a tempo ou se possível substituído por capital manufaturado (exemplo madeira x aglomerados). Isso caracteriza basicamente ainda uma sustentabilidade fraca já que está tocando apenas no âmbito da economia. Para uma sustentabilidade forte os diferentes tipos de capitais são mantidos separadamente, sem a substituição do capital natural pelo manufaturado [Denardin, 2002].

Segundo Douguet e Schembri (2000), as regras que asseguram a uma sustentabilidade forte do capital natural são: a elasticidade de substituição entre o capital natural e o capital manufaturado é próxima a zero e a possibilidade do progresso técnico poder gerar impactos negativos no capital natural. Sendo assim, o capital natural deve receber alta prioridade na sua conservação [*apud.* Denardin, 2002]. Em outras palavras o capital que é gerado a partir da transformação do capital natural dificilmente poderia ser substituído pelo capital natural, já que o capital manufaturado irá corresponder a uma determinada função.

A sustentabilidade forte implica também em adequações em relação aos custos, já que o custo do capital natural é visto de maneira distinta onde é valorada a importância do capital para o local ou ecossistema de onde ele foi extraído.

## 2.2 ESTRUTURA DE CADEIAS PRODUTIVAS

Vários autores definem de diversas maneiras o que é uma cadeia produtiva. Monfort apresenta a cadeia como uma sucessão de operações efetuadas por diversas unidades interligadas como um todo; Selmani a conceitua como a sucessão de estágios técnicos de produção e de distribuição, que estão devidamente alinhados com o mercado e com a demanda final, sendo estes estágios tecnológicos. Outro conceito da Associação Francesa de Normatização trata a cadeia como um encadeamento de modificações que se submete à matéria prima em uma via econômica. O encadeamento vem a ser a exploração da matéria prima em seu meio ambiente natural e seu retorno à natureza passando pelos circuitos produtivos de consumo, de recuperação e de eliminação [apud. Mielke, 2002].

Rodrigue (2010) conceitua a cadeia produtiva como uma Rede integrada de produção, comércio e atividades de serviço que cobrem todos os estágios de uma cadeia de suprimentos: da transformação da matéria prima, aos estágios de intermediários; da manufatura até as entregas para o mercado. A cadeia é conceituada como uma série de nós, ligados por vários tipos de transações, como vendas e transferências. Cada nó envolve a aquisição e organização de novas entradas no sentido de adicionar valor ao produto ou serviço.

O conceito apresentado pela Associação Francesa de Normatização [apud. Mielke, 2002] está mais relacionado com as questões do ciclo de vida do produto, sendo que o conceito apresentado por Rodrigue (2010) é mais abrangente no que diz respeito à definição das transições que devem ser apresentadas em uma cadeia produtiva.

Para produtos agropecuários florestais, a cadeia produtiva pode ser conceituada como sendo o conjunto dos agentes econômicos e das relações que se estabelecem para atender às necessidades dos consumidores por um determinado produto que tenha uma fase de produção agropecuária ou florestal, fazem parte dessa cadeia as etapas e insumos anteriores a produção da matéria prima. [Mielke, 2002]

Segundo Hugos (2006), no livro “Essentials of Supply Chain Management”, os integrantes usuais de uma cadeia produtiva são:

- Os produtores ou fabricantes - responsáveis por manufaturar o produto ou serviço;
- Os distribuidores ou atacadistas - são companhias que fazem grandes inventários e entregam toda uma linha de produtos para o cliente;
- Os varejistas - são companhias que compram quantidades menores de produtos e os vende para o cliente final;

- Os clientes - consumidores ou organizações que adquirem e fazem uso do produto.

Estrategicamente, a cadeia de suprimentos é exatamente onde é determinado como o produto deverá entrar no mercado, qual custo ele irá apresentar. É preciso haver um alinhamento entre a estratégia de mercado que a empresa deseja aplicar e o funcionamento da cadeia produtiva. De acordo com Hugos (2006), a cadeia produtiva precisa responder às requisições do mercado de modo a suportar a estratégia de negócio da companhia.

Os autores Cohen e Russel (2005) ressaltam cinco pontos críticos de uma configuração de cadeia produtiva que influenciam os resultados.

1. Estratégia de operações diz respeito a como serão feitas cada transação entre os nós da cadeia produtiva;
2. Estratégia de Terceirização diz respeito às operações que podem ser executados fora do núcleo da empresa;
3. Estratégia de Canal diz respeito à interação entre a empresa e o mercado. Como distribuir o produto;
4. Estratégia de Serviços diz respeito ao produto em si a questão de adicionar valor ao produto oferecendo um pacote de serviços com o produto;
5. Gerenciamento da rede de negócio, a organização das diversos componentes da empresa que participam da cadeia.

A tabela 1 relaciona a principal contribuição da cadeia produtiva para determinadas estratégias primárias de uma empresa apresentando as vantagens que são características de cada estratégia e a base de competição:

Tabela 1: Contribuição Chave da cadeia produtiva nas diferentes estratégias de mercado.

FONTE: Cohen *et.al.*(2005)

<b>Estratégia primária</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Base de competição</b>	<b>Contribuição chave da cadeia produtiva</b>
Inovação	Tecnologia própria e única	Produtos mais desejáveis e inovativos	Tempo para o mercado e tempo para volume.
Custo	Eficiência Operacional	Menor preço na categoria de produto	Infraestrutura eficiente e de baixo custo
Serviço	Ótimos serviços	Feito para atender as necessidades do consumidor	Projetada para o Cliente.

Qualidade	Produtos mais confiáveis	Produto confiável	Excelência no controle de qualidade
-----------	--------------------------	-------------------	-------------------------------------

No caso de um empreendimento que tem como estratégia primária o custo, a eficiência operacional, no sentido em que as operações aproveitam os recursos de maneira eficiente e consecutivamente, reduz os custos.

## 2.3 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

O conceito de ciclo de vida de um produto diz respeito a todo o histórico do produto desde a concepção até a obsolescência [SAIC, 2006].

O ciclo de vida pode ser tratado como tendo quatro fases bem definidas, apresentadas na figura nº 1 [SAIC, 2006]:

- Lançamento - momento em que o produto é apresentado ao mercado;
- Crescimento - Momento em que o produto é aceito pelo mercado, o consumo aumenta e a produção nessa etapa aumenta;
- Maturidade - momento em que o crescimento nas vendas cessa até o início do declínio;
- Declínio - momento em que existe uma forte queda nas vendas e nos lucros.

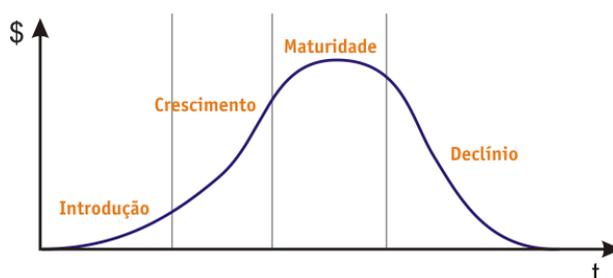


Figura 1: Gráfico do ciclo de vida

FONTE: SEBRAE disponível em

[http://www.sebraepr.com.br/portal/page/portal/PORTAL\\_INTERNET/PRINCIPAL2009/BUSCA\\_TEXTO2009?codigo=817](http://www.sebraepr.com.br/portal/page/portal/PORTAL_INTERNET/PRINCIPAL2009/BUSCA_TEXTO2009?codigo=817) acessado dia 09/08/2011.

Existem também outras maneiras de se organizar o ciclo de vida de um produto. De acordo com o autor, Keolian (1994), os estágios são:

- Aquisição da Matéria Prima- É o estágio aonde o material bruto que será utilizado no produto é obtido.
- Processamento do Material Bruto- É o estágio onde ocorrem as primeiras transformações necessárias no material bruto.
- Produção de materiais específicos- Estágio em que os materiais são sintetizados de forma a serem já aplicados na manufatura.
- Manufatura e montagem.
- Uso e serviço
- Desuso ou aposentadoria
- Descarte

Keolian (1994), através do esquema apresentado na Figura 2, sintetiza, de maneira bastante prática, o funcionamento de um ciclo de vida de produto, com as entradas, as saídas de cada estágio.

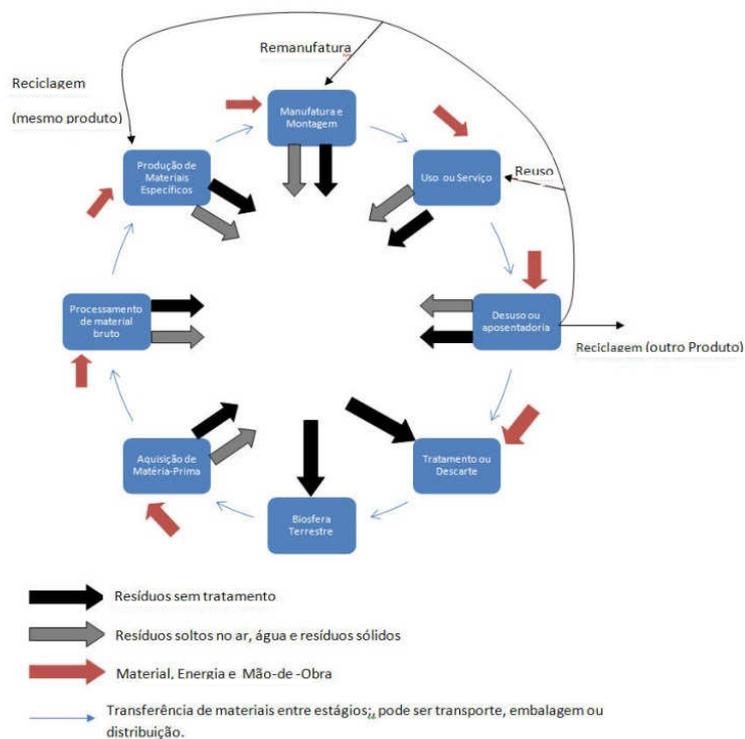


Figura 2: Esquemático do ciclo de vida e seus estágios/ FONTE: Keolian (1994).

Na figura 2 é possível depreender claramente a diferença entre reusar, remanufaturar e reciclar. A reciclagem tem o objetivo de recuperar e reprocessar o material descartado, sendo que o material oriundo desse processamento pode ou não ser aplicado ao mesmo ciclo. O reuso consiste na reutilização do produto por outrem, é o que acontece muito com bens de consumo duráveis, como por exemplo, automóveis e eletrodomésticos. A remanufatura, por sua vez, trata-se na maioria das vezes da separação de componentes que podem entrar novamente na cadeia diretamente no estágio de manufatura. [Keolian, 1994].

De acordo Berkel (2000) a avaliação do ciclo de vida é uma ferramenta de suporte para decisões de cunho ambiental de onde é possível prover quantitativamente dados ambientais e energéticos de produtos e processos. Trata-se, então, de uma técnica para avaliar a performance ambiental de um produto, processo ou atividade, desde a extração da matéria prima até o descarte.

Uma outra definição bastante pertinente citada por Schaltegger (1996) descreve a avaliação do ciclo de vida como sendo um processo objetivo para valorar os impactos ambientais associados com um produto, processo ou atividade, identificando e quantificando a energia, materiais e descartes para o meio ambiente e propondo melhorias.

A primeira fase da avaliação consiste na definição de um objetivo e na investigação das diversas etapas do ciclo. Dessa etapa resultam os objetivos das análises e os limites da avaliação do sistema de acordo com a norma U.S.EPA 1993<sup>a</sup> 102. A segunda fase trata da análise de inventário que identifica e quantifica todas as entradas e saídas associadas a um ciclo de produto. Esses dados são documentados e agregados. O resultado dessa análise é uma tabela com os dados de intervenção ambiental. A terceira fase é a avaliação de impacto que compreende o processo de classificar e caracterizar os efeitos do que foi apontado na tabela resultante do inventário. A avaliação consiste a princípio de 3 passos; classificação, caracterização e valorização [Haes e Hofstetter 1994 *apud*. Schaltegger, 1996].

Com o advento desses estudos, surgem algumas controvérsias principalmente porque surpreendeu muitas pessoas quando provou, por exemplo, que sacos de papel e fraldas de pano não eram superiores em termos de uso enérgico e materiais ou até mesmo em produzir menos lixo. No caso de fraldas de pano, deve-se considerar a quantidade de água e energia despendida durante a utilização dessas fraldas. De acordo com Chris T. Hendrickson et.al.(2006), não é tão óbvia à primeira vista quais produtos são mais sustentáveis ou não.

Alguns casos reais também demonstram como a avaliação do ciclo de vida coloca as coisas em perspectiva. No caso do EV-1, um carro elétrico movido a baterias de chumbo-ácido, a energia gasta para carregar essas baterias resultariam em uma emissão de nitróxido maior do que a de carros a gasolina. A própria fabricação dessas baterias libera quantidades substanciais de chumbo para o meio ambiente, com efeitos para a saúde potencialmente piores do que os carros a gasolina [Hendrickson et. al., 2006].

## 2.4 GESTÃO DE CUSTOS

O conceito de custo diz respeito, de maneira mais generalista, a todo sacrifício que deve ser realizado a fim de se completar um objetivo pré-determinado. O custo é medido em unidades monetárias dos sacrifícios financeiros realizados por instituições ou indivíduos na obtenção de qualquer produto ou serviço. Dentro de diferentes disciplinas o custo é apresentado de forma que permitam a sua devida caracterização e, na maioria das vezes, diferenciadas pela maneira que são mensuradas. Na contabilidade, o custo é diretamente ligado ao retorno financeiro, ou seja, custo é o sacrifício realizado especificamente para a realização ou produção da atividade ou do item que gerará o retorno financeiro para uma entidade qualquer. Sacrifícios que não estão ligados com o fim são chamados despesas. [Beuren, 2010]

Custos e despesas apresentam diversas classificações dependendo da sua natureza e em relação a que eles são mensurados. Em relação a produtos fabricados, os custos são divididos entre [Ferreira , 2000]:

- Custos Diretos ou Custos Traçados: São custos que podem ser apropriados diretamente aos produtos. (ex: matéria prima, embalagem, etc...)
- Custos Indiretos ou Custos Alocados: São custos que para serem apropriados pelo produto dependem de cálculos e ou estimativas.
- Custos Atribuídos: São os custos finais dos produtos considerando-se os custos diretos e os indiretos.

Na análise do comportamento do custo em relação aos níveis de produção, encontra-se a seguinte classificação [Beuren, 2010]:

- Custos Fixos: são os custos que não variam em relação ao volume de produção. Em geral, são custos ligados à estrutura do meio de produção;
- Custos Variáveis: são os custos que se alteram com o volume de produção de um bem ou serviço;
- Semi-Variáveis - são custos que apresentam uma parcela fixa e uma parcela que varia com o nível de produção;
- Semi-Fixos - são custos que apesar de fixos variam de maneira não uniforme com a produção, de modo que quando ocorrem alterações para níveis pré-determinados de produção, eles variam;

Cada instituição tem a capacidade de escolher a maneira que é mais interessante na gestão dos custos e na forma de acumular esses custos. Dois fatores determinam o tipo de acumulação dos custos de acordo com Beuren (2010):

- A forma de instituição trabalhar.
- Conveniência administrativa/contábil.

Existem dois sistemas de acumulação apresentados por Beuren (2010): a produção por ordem e a produção contínua. A produção por ordem é caracterizada pela divisão dos custos para cada ordem de cliente. Os pedidos de cada cliente são tratados de maneira separada e seus custos contabilizados da mesma maneira, mas atendendo a algumas conveniências da instituição. As contas só são encerradas após o término do produto. A produção contínua diz respeito a produtos padronizados onde a instituição é capaz de produzir estoques sem necessidade de haver encomendas prévias. Os custos são acumulados por linha de produção e as contas são encerradas por período.

A estimativa, tanto dos custos fixos como dos variáveis, é também obtida por diferentes métodos que utilizam diferentes enfoques sobre como custear algo e, portanto, tomar decisões. Destes métodos podemos considerar dois principais [Beuren, 2010]:

- Custeio Direto: método no qual apenas são considerados os custos variáveis diretos como o custo do produto ou serviço. Segundo Leoni (1996) "o sistema de custeio variável ou direto é um método que considera apenas os custos variáveis de apropriação direta como custo do produto ou serviço". Esse tipo de método de custeio permite diferenciar métodos produtivos podendo até funcionar como ferramenta de diagnóstico para desperdícios e outros problemas no meio de produção. Fundamentalmente, os custos fixos desse método são tratados como custos fixos do período.
- Custeio por Absorção: é o sistema que apura o custo de bens e serviços considerando-se como base todos os custos de produção diretos e indiretos, fixos e variáveis. Os custos fixos são então rateados de acordo com um critério ou base de forma a apurar o desempenho do período, de acordo com a conveniência da empresa. Esse custeio é importante na formação do preço do produto. Esse método pode fornecer uma maneira bastante eficiente de se avaliar a contribuição de diferentes produtos para um desempenho da empresa.

Três custos conhecidos são de acordo com Ferreira (2000) amplamente utilizados para descrever os custos de produção:

- Custo dos materiais diretos: são os custos de aquisição de todos os materiais que eventualmente se tornarão parte do produto. Custos de transporte desse material, taxas e impostos também fazem parte desse custo;
- Custos da mão de obra direta: é o custo do trabalho do funcionário que trabalha diretamente no meio produtivo;
- Custos indiretos de fabricação: compreende todos os custos que são considerados no produto final, porém não podem ser medidos e identificados para um determinado produto.

Os custos de produção citados anteriormente fazem parte, de acordo com Rizzon (2011), da análise financeira da produção. A análise financeira tem como objetivos:

1. Identificar o investimento físico e financeiro do empreendimento estimar o volume de produção da agroindústria;
2. Definir os custos dos materiais diretos e da mão de obra da empresa;
3. Calcular os custos fixos e de produção;
4. Projetar as receitas operacionais do negócio;
5. Montar a tabela de resultados operacionais;
6. Conhecer o valor do investimento inicial;
7. Avaliar a viabilidade financeira do empreendimento.

## **2.5 FUNDAMENTOS E ESTRATÉGIAS DE TRANSPORTE**

O transporte normalmente representa o elemento mais importante em termos de custos logísticos, ou seja, de custos ligados ao abastecimento, armazenamento e expedição para inúmeras empresas. O transporte barato contribui igualmente para a redução de preços dos produtos. Isso acontece em virtude de o transporte ser um dos componentes do custo de produção de tal modo que o aumento de sua eficiência beneficia o funcionamento da cadeia produtiva. Um exemplo prático dessa participação dos transportes e da importância que ele tem dentro da cadeia é o desempenho observado na China, que sem um sistema de transporte eficiente não poderia competir com outros países para disponibilizar seus produtos, mesmo com todas as vantagens que seu mercado oferece [Ballou, 2006].

Os serviços de transporte são compostos de cinco modos bem distintos: i) hidroviário; ii) rodoviário; iii) ferroviário; iv) aeroviário e v) dutoviário. A partir desses modos o requisitante pode selecionar diferentes combinações de forma a alcançar melhor qualidade e custos. Os custos variam bastante entre os diferentes meios escolhidos para o transporte. O transporte rodoviário é cerca de sete vezes mais caro do que o transporte ferroviário sendo que o ferroviário é quatro vezes mais caro que o hidroviário com base em médias resultantes da divisão entre renda de transporte e o total embarcado de milhas-toneladas [Ballou, 2006].

O custo do transporte para o embarcador, de maneira geral, é a taxa da linha de transporte dos produtos mais as despesas complementares cobradas por serviços adicionais, como taxas de embarque, de seguros ou de entrega no destino. Quando o embarcador é proprietário do serviço (por exemplo, uma frota de carros), o custo do serviço surge na alocação dos custos relevantes para uma determinada remessa. Fazem parte desses custos, o consumo de combustível, salários, manutenção, depreciação do equipamento e custos administrativos. [Ballou, 2006]

Comparativamente com os outros meios de transporte, o transporte rodoviário oferece uma entrega razoavelmente rápida e confiável, oferecendo também várias opções para o caso de cargas de menor porte, oferecendo na maioria das vezes a única opção de transporte de carga dentro de terrenos urbanos [Ballou, 2006].

Fundamentalmente o transporte urbano mais utilizado, no Brasil, é o rodoviário. De acordo com Bermann (2008), o setor de transportes responde por 25% do consumo final de energia sendo que desse total 90% é destinado ao setor rodoviário.

Qualquer empreendimento precisa optar entre contratar um serviço externo para o transporte dos bens, o assumir o transporte por conta própria. As principais razões para se optar pelo transporte próprio são [Wilson, 1999]:

1. Confiabilidade do serviço;
2. Tempos menores no ciclo dos pedidos;
3. Capacidade de reação a emergências;
4. Melhora de contato com o cliente.

Outra coisa importante é o gerenciamento dos custos do transporte. A redução de custos em relação à implementação está relacionada diretamente com uma maior utilização dos equipamentos necessários a esse transporte [Harrington, 1996].

Existem fatores e variáveis das quais as decisões sobre os modos de transporte devem depender. McGinnis (1990) enumerou seis variáveis as quais ele considera fundamentais para a escolha do serviço de transporte.

1. Tarifa dos fretes;
2. Confiabilidade;
3. Tempo em trânsito;
4. Perdas e danos;
5. Considerações de mercado do embarcados;
6. Considerações relativas aos transportadores.

Para sistemas de coletas uma alternativa bastante interessante é o *milk-run*. De acordo com Moura *et. al.* (2002), o *milk-run* consiste na execução da coleta programada de itens em diferentes fornecedores, ao invés da entrega dos itens por parte dos fornecedores com as seguintes vantagens:

1. Diminuição de custo de frete;
2. Potencialização do giro do estoque;
3. Redução de veículos e quantidade de entregas;
4. Maior eficiência no carregamento e descarregamento de mercadorias;
5. Controle de fluxo de materiais;
6. Melhoria dos serviços prestados pelos fornecedores;
7. Ferramenta para o sistema *Just in time*;
8. Melhor administração de embalagens reutilizáveis;

## 9. Maior confiabilidade.

Uma implementação efetiva do *milk-run* também apresenta pré-requisitos importantes. Segundo Moura *et.al.*(2002) são pré-requisitos importantes:

- Localização dos fornecedores mais perto do cliente;
- Maior sinergia entre fornecedor e cliente;
- Bom conhecimento por parte do cliente em relação à fluutuabilidade de seu negócio.

As decisões relativas ao transporte também devem levar em conta a eficiência da utilização dos recursos normalmente utilizados para o transporte. De forma a obter configurações que trabalhem de maneira mais eficiente e reduzam os custos e o tempo necessário para transportar, surge necessidade de metodologias que sirvam para criar roteiros de transporte.

Ballou(2006) enumera alguns princípios para uma boa roteirização:

1. Carregar veículos com volumes destinados a paradas que estejam próximas entre si;
2. Paradas em dias diferentes devem ser combinadas para produzir agrupamentos concentrados;
3. Os roteiros devem começar a serem planejados a partir dos pontos mais distantes;
4. O sequenciamento das paradas num roteiro de caminhões não deve ter superposição na trajetória, as trajetórias acabam por adquirir uma forma característica parecida com uma lágrima;
5. Roteiros mais eficientes utilizam os maiores veículos possíveis;
6. A coleta deve ser combinada nas rotas de entrega ao invés de reservada para o final do roteiro nos casos aonde existe essa combinação;
7. Uma parada removível de um agrupamento é uma boa candidata a um meio alternativo de entrega. Paradas que não são certas podem interferir com o cumprimento do roteiro;
8. Pequenas janelas de tempo entre as paradas devem ser evitadas.

Os princípios 2, 3 e 4, listados anteriormente, podem ser ilustrados através das Figuras 03 e 04:

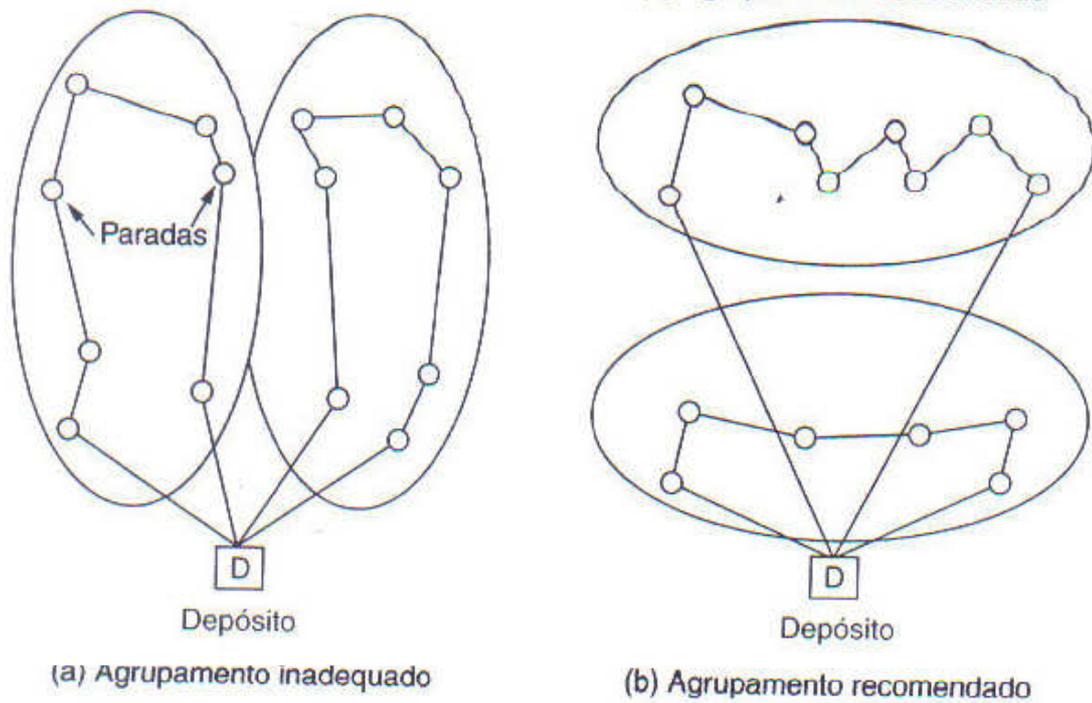


Figura 3: Agrupamentos para a destinação de volumes de paradas a veículos.

FONTE: Ballou,2006.

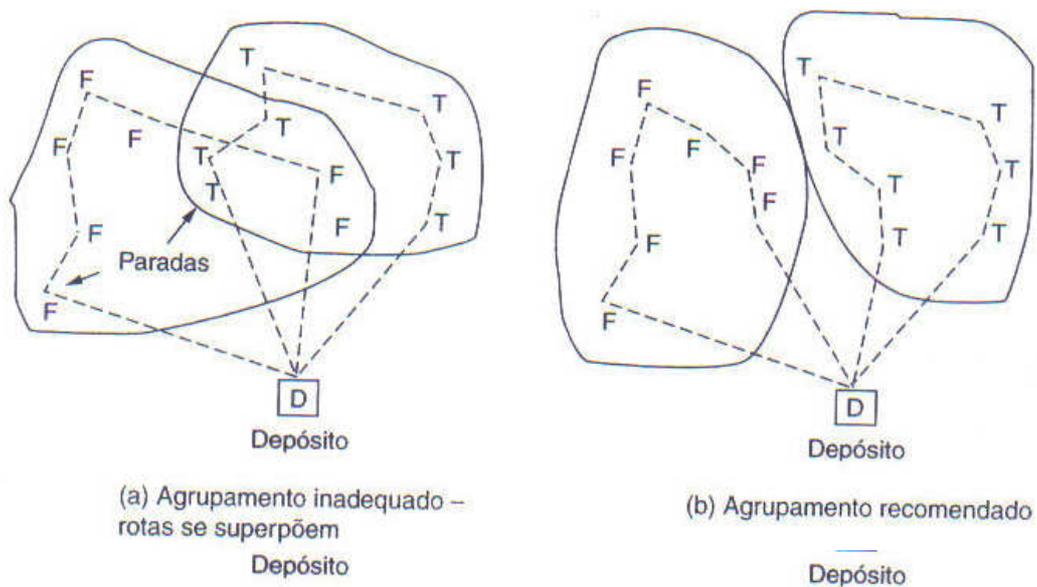


Figura 4: Agrupamentos de paradas por dia da semana. T e F correspondem a *Tuesday* e *Friday* de modo a exemplificar as disposições de paradas em dois dias diferentes.

FONTE: Livro- Ballou,2006.

O deslocamento dentro de centros urbanos impõe, muitas vezes, certas limitações no que diz respeito à agilidade que se pode conseguir com veículos de maior porte, além de esses veículos maiores consumirem mais combustível de maneira considerável. No Brasil, para veículos de menor porte, existe ainda a possibilidade da utilização do etanol, produzido a partir da cana de açúcar como combustível. De acordo com Macedo (2008), o etanol a partir da cana de açúcar reduz em até 80% a liberação de gases do efeito estufa.

A partir dos princípios apresentados anteriormente vários métodos podem ser introduzidos para se programar os roteiros de transporte. Três métodos em particular são bem utilizados:

- Método da Varredura - De acordo com Ballou (2006) esse método consiste em se sequenciar as paradas a partir de uma varredura geográfica dos pontos entrega ou coleta em torno da origem;
- Método das Economias – Ballou (2006) descreve esse método como um processo iterativo partindo da maior trajetória possível até se reduzir ao máximo as distâncias percorridas e com isso aproveitar de maneira eficiente o equipamento de transporte;
- Método do Caminho Mínimo - Trata-se de um método cuja função é modelar o problema através de grafos representados por nós e arestas que são as variáveis de transporte, como também se determinar o caminho de menor custo [Arenales et.al., 2007]

Muitas variedades dos métodos apresentados encontram-se já implementadas em software onde é possível se programar possíveis soluções para os roteiros, de acordo com as necessidades do operador logístico. A variedade de métodos e soluções que podem ser utilizadas para solucionar um mesmo problema de transporte é bem diversificada, porém dificilmente existirão métodos que consigam lidar com os problemas de transporte em sua totalidade de forma que uma abordagem prática é a técnica de três estágios: previsão – solução – revisão [Ballou, 2006]

## 2.6 MATERIAIS DE ORIGEM VEGETAL.

Existem muitos materiais de origem vegetal que têm muitas similaridades com a chapa de folhas como o compensado, o aglomerado e o MDF. Todos os materiais têm origem vegetal, possuem diversas etapas produtivas bem definidas e passam por etapas de processamento.

### 2.6.1 Compensado

O compensado corresponde à colagem de lâminas vegetais extraídas de toras através do torneamento, que passam por um processo de secagem e colagem a quente sob pressão. As lâminas são posicionadas com as fibras perpendiculares em relação às lâminas adjacentes. O processamento do compensado utiliza como matéria prima toras de madeira que seguem um certo controle de tamanho para posterior cozimento (dependendo da madeira a ser utilizada) e depois são torneadas para formar lâminas de pequena espessura. Essas lâminas já são torneadas em larguras próprias para depois receberem mais um corte para formando uma camada [Rocha *et. al.*, 2007].



Figura 5: Chapas de Compensado.

FONTE:< <http://www.shanghaibuildingmaterial.com/decoration-materials/plywood/birch-plywood/>> acessado em 10/06/2011.

Segundo Gonçalves (1998) o processo pode ser descrito com os seguintes passos;

- a) a árvore é derrubada na floresta, transformando-a em toras;
- b) na indústria, as toras são transformadas em lâminas através de um torno laminador e/ou faqueador, posteriormente são recortadas em tamanhos padronizados através da guilhotina;
- c) as lâminas passam pelo secador, objetivando a redução da umidade para no máximo 8%, posteriormente são transportadas para uma esquadrejadeira visando os recortes finais;
- d) as lâminas são sobrepostas uma às outras e impregnadas com cola, mais extensor de origem mineral ou vegetal (fenol-uréia-formoaldeído) para a formação do compensado;
- e) as lâminas sobrepostas são transportadas para a prensa a quente por um determinado período de tempo para fixação das lâminas sobrepostas;
- f) a chapa é transferida para a lixadeira visando à equalização da superfície do compensado;
- g) a chapa recebe revestimento de acordo com a utilização planejada.

A figura 6 demonstra as etapas a partir da laminação até o acabamento do compensado.

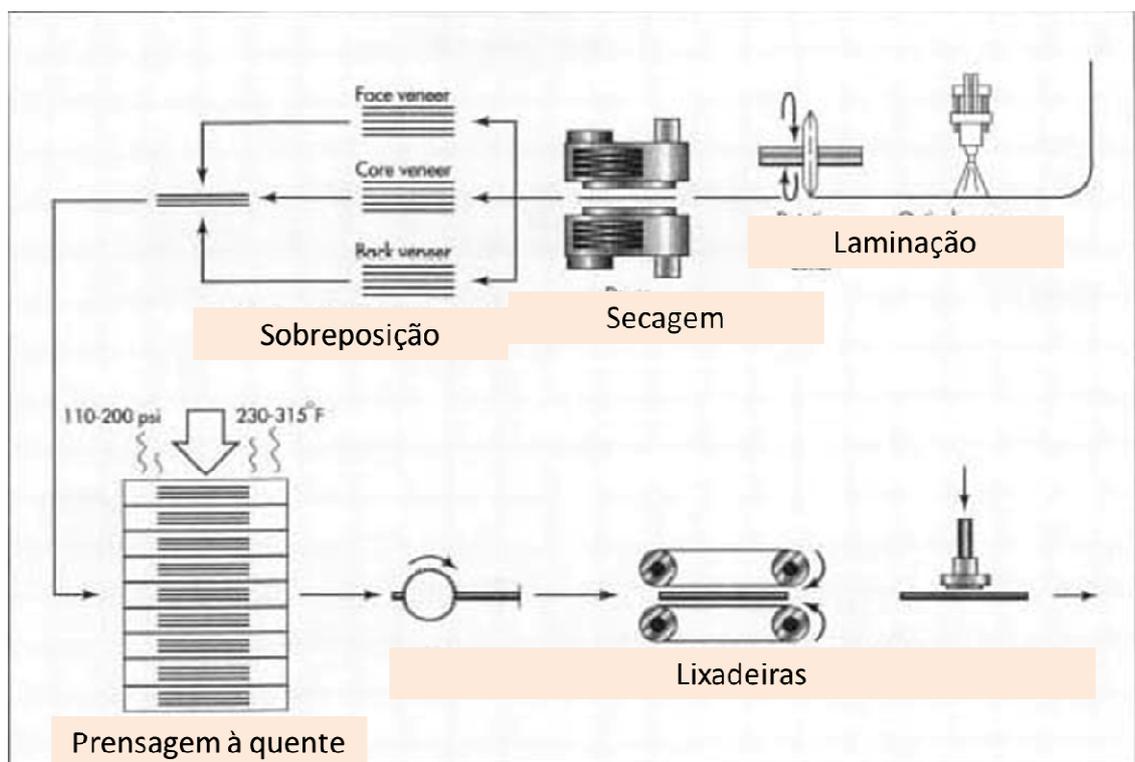


Figura 6: Fluxo processo de produção de compensados.

FONTE: Adaptado de <<http://www.madehow.com/Volume-4/Plywood.html>> acessado em 10/07/2011.

## 2.6.2 Aglomerado

O aglomerado é um produto de madeira fabricado a partir de partículas de madeira, tais como lascas de madeira, aparas de serraria, ou até mesmo pó de serra, mais uma resina sintética ou outro ligante, que é prensado ou extrudado. Aglomerado é um material compósito da mesma maneira que é a chapa de folhas que será descrita no próximo capítulo [Rocha *et. al.*, 2007]. A figura 7 mostra uma chapa de aglomerado.



Figura 7: Chapas de Aglomerado.

FONTE: <<http://www.logismarket.com.mx/madereria-nasa/aglomerado-y-fibra-de-madera-de-densidad-media/1639998321-1179567226-p.html>> acessado em 10/06/2011.

De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization of United Nation, 2011), o processo pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. A matéria-prima a ser utilizada para as partículas é alimentada em um triturador de lâminas dispostas radialmente;
2. As partículas são primeiro secas, e depois separadas de acordo com as dimensões;
3. A resina, em forma líquida, é então pulverizada através de bicos para as partículas e misturada à resina líquida;
4. A mistura líquida é disposta em uma chapa contínua. Nessa etapa, os flocos de madeira são distribuídos através de um sistema de ancinhos que rotacionam sobre a chapa;

5. A chapa passa por um processo de prensagem a frio para compactação;
6. A chapa prensada a quente, onde ocorre a polimerização da resina formando as chapas;
7. A chapa é cortada e lixada.

A figura 8 ilustra o fluxo e a infraestrutura de uma fábrica de chapas de aglomerado.

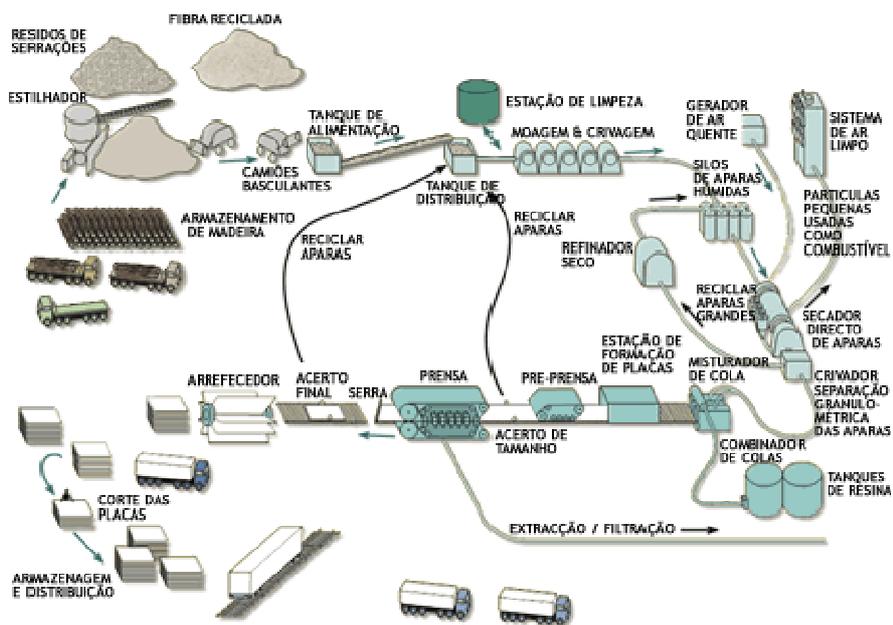


Figura 8: Fluxo de produção em fábrica de chapas de aglomerado.

FONTE:< <http://www.sonae-industria-tafisa.com/page.php?ctx=2,2,63>> acessado dia 15/06/2011.

Existem diversas resinas que são utilizadas nesse processo, bem como diversos aditivos que servem especificamente para se obter propriedades desejáveis para chapa. São comumente utilizadas no aglomerado as chamadas resinas a base de ureia formo aldeído que dão ao aglomerado uma maior resistência à água permitindo o seu uso em áreas externas (FAO, 2011).

### 2.6.3 MDF

O MDF (Medium Density Fiberboard) é feito a partir da aglutinação de fibras de madeira com resinas sintéticas através também da prensagem a quente. A figura 09 mostra uma chapa de MDF.



Figura 9: Chapa de MDF.

FONTE:< <http://thekamaria.blogspot.com/2010/01/mdf-ou-mdp.html>> acessado dia 16/07/2011.

A maior diferença entre os materiais citados anteriormente é que essas fibras são obtidas através da trituração de pequenos pedaços. O MDF tem um processo bastante similar ao do aglomerado. Primeiramente, a madeira é triturada em pequenos flocos e depois ele passa por uma etapa cozimento a vapor e de desfibrização através de um processo de onde esses flocos são submetidos à forte força centrífuga, separando as fibras de maneira controlada. Essas fibras passam por um processo de secagem até chegarem à umidade ideal. O resultado dessa etapa é uma espécie de colchão ao qual é adicionada a resina (Castro, 2000).

Após a adição da resina, o material é prensado a quente, de maneira que a resina passe a fazer parte do material formando a chapa de MDF. Depois da prensagem ocorre o processo de corte das chapas (Castro, 2000).

Formadas as chapas, elas ainda descansam por mais ou menos 72 horas para que suas propriedades se estabilizem. Depois desse descanso as chapas passam por um lixamento superficial de acabamento e são cortadas nos tamanhos comerciais. A figura 10 mostra as etapas de produção do MDF, desde a entrada das toras para serem descadas e moídas até a prensagem contínua.



Figura 10: Fluxo de produção de chapas MDF.

FONTE: Castro (2000).

## 2.7 A CHAPA DE FOLHAS.

A chapa de folhas consiste em um material desenvolvido dentro do INPA pela equipe de Engenharia Florestal, cuja característica marcante é a matéria prima principal utilizada que são folhas secas de espécies arbóreas (árvores), de palmeiras, de ervas daninhas e plantas ornamentais. O material foi concebido com o objetivo de ser aplicado em forros, divisórias e móveis em geral em substituição a vários materiais já utilizados no mercado. Na figura 11 pode se ver algumas amostras do material que estão no laboratório do INPA.



Figura 11: Amostras Chapa de Folhas INPA

FONTE:Foto tirada pelo Autor do trabalho

A chapa de folhas é descrita como um material compósito e pode ser descrita como um material obtido a partir da prensagem de camadas alternadas de lã de vidro e de uma mistura de folhas trituradas e resinas fenólicas mais especificamente fenol-formaldeído. Na figura 12 existe uma vista lateral das diferentes camadas.



Figura 12: Vista das diferentes camadas de material da chapa de folhas em amostra sem acabamento

FONTE: Foto tirada pelo Autor do trabalho.

A lã de vidro é um material composto formada pela mistura entre fibras de vidro e um ligante. A fusão dos dois materiais se dá através de um processo de calandragem a uma temperatura de 200°C. O material geralmente é vendido na forma de chapas ou rolos. O material é amplamente utilizado na indústria e em outros setores da sociedade como material isolante térmico. O material exige certos cuidados com manuseio direto requerendo a utilização de equipamentos de proteção tais como luvas e máscaras. O manuseio direto pode ocasionar irritações na pele e a inalação do pó também é nociva. A agência internacional de pesquisa sobre câncer classifica o material em categoria três, onde não existem evidências conclusivas sobre o relacionamento do material com o câncer [IARC, 2002].

As resinas fenólicas são empregadas em diversas aplicações. O material não é produzido em Manaus localmente e é vendido em forma pastosa. O Manuseio desse material deve seguir normas básicas de proteção a riscos químicos. De acordo com a ficha de segurança fornecida pelo fabricante, existem certas diretrizes a serem seguidas a respeito do manuseio e do armazenamento desse tipo de material (GPC Química S.A., 2010). Especificamente, para a chapa de folha, a resina aplicada é a de fenol-formaldeído comercializada na forma líquida com o nome de “resol”.

A resina deve ser armazenada em áreas frescas, secas e ventiladas longe do calor e de fontes de ignição, mantendo-se as embalagens fechadas. Isso significa, no caso de cidades na região norte do Brasil, existe a necessidade de que as resinas fiquem armazenadas em ambiente climatizado aumentando o custo com energia (GPC Química S.A., 2010).

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA) (2005), o formaldeído é tóxico quando ingerido, inalado ou quando entra em contato direto com a pele. A ingestão causa imediata e intensa dor na boca e faringe. Provoca dores abdominais com náuseas, vômito e possível perda de consciência. Outros sintomas como proteinúria, acidose, hematemese, hematúria, anúria, vertigem, coma e morte por falência respiratória também podem ser observados. Ocasionalmente pode ocorrer diarreia (com possibilidade de sangue nas fezes), pele pálida, fria e úmida, além de sinais de choque como dificuldade de micção, convulsões, e estupor. A ingestão também pode ocasionar inflamação e ulceração /coagulação com necrose na mucosa gastrointestinal. Também podem ser observadas lesões como corrosão no estômago e estrias esofágicas e colapso circulatório e nos rins após a ingestão. A inalação ou aspiração do produto pode provocar severas alterações pulmonares ao entrar em contato com o meio ácido estomacal. Outras consequências são danos degenerativos no fígado, rins, coração e cérebro. O IARC (2002) classifica o formaldeído em categoria um, com efeito cancerígeno comprovado.

Ao se manusear as resinas, o operador deve utilizar máscara com filtros orgânicos, óculos de proteção, luvas de borracha, avental e botas de modo a evitar a inalação e o contato com a pele.

O processamento da matéria prima de chapa de folhas de acordo com a patente pertencente ao INPA pode ser dividido em seis etapas distintas:

1. Seleção das folhas de espécies arbóreas, de palmeiras, de ervas daninhas e de plantas ornamentais dentre outras, a serem utilizadas e que deverão ser coletadas em estado verde ou levemente amareladas ou secas, porém sem infestação de fungos;(ver figura 13).



Figura 13: Folhas secas para processamento.

FONTE: INPA (2007)

2. Trituração das folhas por máquinas até o tamanho planejado (ver figura 14);



Figura 14: Folhas sem triturar e folhas trituradas.

FONTE: INPA (2007)

3. Adição de produtos preservantes a base de inseticida e fungicida;
4. Secagem das partículas até atingirem umidade final de 10% a 6%;
5. Prensagem a quente do material em painéis de forma homogênea juntamente com fibra de vidro e resina sintética de altíssimo poder adesivo comumente utilizada na indústria naval e automotiva;
6. Acabamento opcional com aplicação do selador e verniz esmalte sintético ou até mesmo com a aplicação de folhas em estado natural como efeito decorativo.

Os preservantes industriais empregados na chapas servem para impedir a degradação do material por parte de pragas como fungos e insetos. Para as chapas folhas será apenas empregado o uso de inseticida para cupim sob a superfície da chapa.

O processo descrito anteriormente possui algumas similaridades com diversos processos de materiais obtidos a partir da madeira e seus derivados como os painéis de compensado, o aglomerado e o MDF.

Para o cumprimento das etapas de processo de confecção da chapa de folhas existe a necessidade de se utilizar diferentes tipos de maquinários descritos a seguir [Rocha *et. al.*, 2007].

- Triturador ou Moinho- trata-se de um triturador mecânico regulável capaz de triturar o material até as dimensões desejáveis;



Figura 15: Triturador portátil utilizado no INPA.

FONTE: Autor do trabalho.

- Classificadora- trata-se de uma espécie de peneira que impede que partículas de tamanho maior que o especificado passe a fazer parte do processo. Dependendo do controle que se tem dos tamanhos obtidos a partir do triturador não há necessidade dessa máquina;



Figura 16: Classificadora rotativa para sementes.

FONTE:< <http://br.viarural.com/agricultura/tratamento-de-sementes/grazmec/classificacao-de-sementes-fluxo-axial-2003.htm>> acessado 16/06/2011.

- Secadora- serve para fazer a secagem das folhas sem depender do meio-ambiente. O método de secagem se dá por troca de calor por convecção com ar quente (ver figura 17);



Figura 17: Secador de Madeira.

FONTE:<<http://www.nei.com.br/produto/2011/05/secador+de+madeira+contraco+maq+e+equips+Ita.html>> acessado em 16/06/2011.

- Misturador- Mistura as partículas de folha juntamente com as resinas, os preservativos, e a resina que compõem o material (ver figura 18);



Figura 18: Misturador com Tambor de Inox.

FONTE: <[http://www.metalurgicaabl.com.br/vp.asp?vpn=Misturadores%20de%20L%EDquidos&vpft=o\\_misturador.jpg&ap=](http://www.metalurgicaabl.com.br/vp.asp?vpn=Misturadores%20de%20L%EDquidos&vpft=o_misturador.jpg&ap=)> acessado dia 16/06/2011.

- Prensa Quente- faz prensagem a quente do material em temperatura, pressão e tempo de prensagem de maneira controlada. Antes da prensagem a quente o material é depositado em camadas alternadas de mistura e lã de vidro (ver figura 19).



Figura 19: Prensa Hidráulica de 1,5 ton. do INPA.

FONTE: Autor do Trabalho

Quando o material foi concebido, o objetivo era que se pudesse aproveitar um material naturalmente disponível em diversas áreas da cidade de forma a se substituir outros materiais cuja exploração é nociva ao meio-ambiente. As folhas são a principal matéria prima do material. A disponibilidade dessa matéria prima é considerável em cidades bem arborizadas e também em diversas regiões onde existem áreas florestais.

As folhas, em questão nessa cadeia, são as folhas que usualmente são descartadas em sacos plásticos para aterros ou as que são queimadas emitindo gases de efeito estufa. A localização dessa matéria prima é esparsa, estando presentes em diversos locais, mas tipicamente em condomínios, universidades, terrenos baldios, quintais e calçadas, entre outros. Essas folhas ocupam juntamente com outros lixos, espaço nos aterros públicos no Brasil e em Manaus, onde a capacidade dos aterros está comprometida. Esse tipo de material descartado tem diferentes destinações e maneiras de lidar, seguindo o exemplo de alguns materiais reciclados, pode-se citar o caso dos papelões. Em Manaus e outras partes do país, existem associações de catadores de papel que realizam a coleta desse material [Oliveira, 2010].

Em Manaus existem 06 diferentes associações de catadores de papel atuando em diferentes áreas da cidade. O funcionamento dessas associações protege os catadores da atuação de atravessadores, mas acima de tudo permite que seja possível uma disponibilização de material para ser reciclado de maneira mais imediata para as empresas que fazem uso dessa matéria prima. Essas mesmas empresas com, por exemplo, a PCE Embalagens S/A prestam apoio a essas associações de modo a viabilizar e facilitar a tratativa com essas associações [Oliveira, 2010].

Além das associações em Manaus existem também os Núcleos que cuidam de receber o lixo reciclável coletado através de somente dois veículos cada um com três funcionários atendendo 150 pontos de coleta. Esse lixo depois é separado nesses núcleos de forma que possam receber a destinação correta. Um fato interessante apontado por Oliveira (2010) diz respeito às condições de trabalho dos catadores de papel que são insalubres, e apesar de haver consciência por grande parte desses trabalhadores existe certa recusa em se utilizar equipamentos de proteção necessários à prática. Mesmo assim, os catadores de associações recebem algo em torno de 2 a 3 salários mínimos.

### 3. DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

A caracterização de uma estrutura produtiva para um novo material apresenta diversos desafios. A apresentação da estrutura da chapa de folhas dar-se-á de maneira que cada etapa do processo produtivo seja caracterizada a partir de dados físicos, quando se tratar de processos operacionais e metodologias quando se tratar no âmbito de possibilidades uma vez que não existe nenhuma fábrica ou processo consolidado para produção de chapas de folhas.

Cada etapa do processo produtivo foi apresentada separadamente de forma que foi possível ter o conhecimento do todo, permitindo a análise ou interferência na cadeia produtiva proposta. Para o material que foi proposta a cadeia produtiva neste trabalho, foram estudados os estágios a partir da Biosfera até a produção de material específico, nesse caso a chapa de folhas. As aplicações posteriores dessas chapas não fizeram parte desse trabalho. Para cada estágio foram estimadas as entradas e saídas, de forma a apontar possíveis impactos ambientais. Foram também estimados os custos que pertencem a essa etapa de maneira direta (mão de obra e materiais) e indireta em especial o custo da energia.

Com base em um tempo estimado para a prensagem a quente que é de 12 minutos e uma jornada de trabalho de 40 horas semanais por pessoa, é possível dimensionar uma produção mensal de 800 chapas que serviu de base de cálculo para as estimativas de custo de cada uma das etapas aqui apresentadas.

Dentro das operações para as chapas de folhas é mais econômico produzir as chapas com dimensões que permitam que o manuseio do material seja reduzido. Os rolos de lã de vidro são usualmente encontrados com largura de 1200 mm e comprimentos variáveis de acordo com a espessura da manta. A chapa de folhas utiliza mantas de espessura de 25 mm que são vendidas no mercado em rolos de até 30m. Dadas essas dimensões para a lã de vidro, o formato das chapas consideradas para o processo industrial fica com as seguintes características:

- Dimensões 1,2m x 1m x 20mm:
- Formada por três camadas de emulsão de folhas com resina intercaladas com duas camadas de lã de vidro.
- Essa chapa consome 5 kg de folhas, 2 camadas de 1,2m<sup>2</sup> de lã de vidro, 6 litros ou 7,65 kg de resina fenólica e 100ml de preservantes.

Foram verificados no mercado os preços de diferentes fornecedores para os equipamentos e para a infraestrutura e também para os materiais que fazem parte do processo.

Foi utilizada a seguinte equação para o cálculo da energia gasta no processo:

$$E = \frac{P \times \Delta t}{n} \quad (1)$$

Onde:

E é energia gasta em (kW.h) quilowatts hora por chapa.

P é potência elétrica em kW (quilowatts).

$\Delta t$  é o tempo dado em horas.

n é o número de chapas produzidas em  $\Delta t$

Para o cálculo do custo da energia foi considerada a alíquota de R\$0,40525/kW.h (Amazonas Energia, 2011) que é aplicada diretamente em (1):

$$C_e = E \times 0.40525 \quad (2)$$

Onde:

$C_e$  é o custo da energia por chapa..

O custo mensal foi calculado apenas multiplicando-se os valores obtidos para uma chapa pela produção mensal o que permitiu a verificação dos custos mensais.

Para a mão de obra foi utilizada uma tabela de cargos e salários obtidas através do site <<http://www.guiarh.com.br/tabeladesalarios.htm>> acessado em 05/06/2011. Com base nos salários e condições de trabalho serão considerados os custos oriundos da CLT (consolidação das leis do trabalho) apresentados na tabela 02(Microsoft, 2011). É importante ressaltar que os adicionais de insalubridade e de periculosidade foram considerados para toda a mão de obra direta.

Tabela 2: Alíquotas para cálculo de custo de mão de obra

FONTE: adaptado de < [http://www.microsoft.com/business/smb/pt-br/office/solucoes/custo\\_funcionario.aspx](http://www.microsoft.com/business/smb/pt-br/office/solucoes/custo_funcionario.aspx) > acessado em 05/06/2011

<b>Impostos</b>	
INSS	27.00%
FGTS	8.00%
<b>Encargos Anuais</b>	
Férias	8.33%
1/3 Férias	2.78%
INSS Férias	2.25%
13º Salário	8.33%
INSS 13º Salário	2.25%
*Adicional de Insalubridade	20.00%
*Adicional de Periculosidade	30.00%
<b>Despesas Fixas</b>	
Vale Transporte	R\$ 45.00
Alimentação	R\$ 50.00
Assistência Médica	R\$ 100.00

\* Esses adicionais serão considerados apenas para a mão de obra direta

Após o cálculo e apresentação dos custos para cada etapa separadamente, os valores foram organizados através de tabelas cujo resultado foi compilado de forma a se aplicar o custeio direto para fabricação de chapas de folhas, onde pode se estimar o preço que pode ser praticado para uma chapa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 OBTENÇÃO DAS FOLHAS

Admitindo-se que o próprio empreendimento seria responsável pela obtenção das folhas e nas características da matéria prima. Com base em alguns fundamentos para estratégia de transporte apresentados nesse trabalho, faz-se necessário um estudo preliminar para identificar a localização dos pontos de coleta de ajudar a propor possíveis localizações para a planta de produção das chapas.

Hoje existe, à disposição, mapas e imagens via satélite que fornecem informações sobre áreas que poderiam fazer parte da cadeia. É necessário nessa etapa preliminar entrar em contato com os responsáveis dessa área, de forma a apresentar o projeto e coletar informações sobre a quantidade de material que é descartado e disposição para a participação do projeto. Caberá a quem descarta o material comunicar a empresa quando deve fazer a coleta do material, impedindo que se façam viagens desnecessárias. A roteirização será diária e deverá ser executada de maneira a atender a demanda pelo material.

Na figura 20 há um exemplo de uma base e de alguns pontos de coleta e entrega de Manaus de uma loja de departamentos. A base se localiza na Av. Torquato Tapajós e os pontos de entrega estão dispostos por toda a cidade. As fotos de satélite são bastante úteis para a prospecção de possíveis pontos de coleta, junto com as ferramentas gratuitas é possível se estimar as distâncias e os diferentes caminhos possíveis.

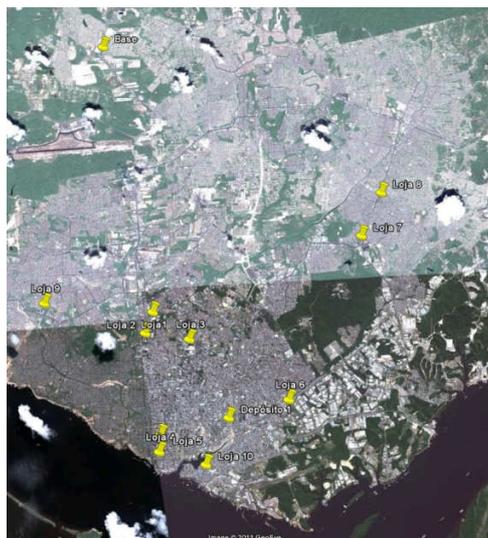


Figura 20: Localização da Base e pontos de entrega de uma loja de departamentos em Manaus.

FONTE: Adaptado do Google Earth(2011).

Em posse das informações preliminares, possíveis endereços para planta são propostas e depois classificadas dentro das possibilidades. Logicamente, outras coisas devem ser levadas em conta quando se determina a localização de seu negócio, uma, bastante importante, é o custo do espaço físico necessário.

A partir do momento está definida uma localização para a planta de produção, esta passa ser a base de onde o transporte para a coleta do material deverá partir e ser entregue. No caso de Manaus, a exemplo de outros empreendimentos logísticos, um local interessante para o estabelecimento da fábrica de chapas seria a Av. Torquato Tapajós, pois ela permite acesso fácil às várias regiões na cidade. Na figura 9, apresenta-se um exemplo prático para a localização da fábrica, duas possíveis rotas para coleta de folhas e respectivos pontos de coleta representados em vermelho e azul. Essas rotas contemplariam 02 dias de coleta e basicamente são compostas por condomínios residenciais em áreas bem arborizadas. Na figura 21, temos em destaque 02 rotas em dias diferentes partindo-se da base.



Figura 21: Localização de pontos de coleta em 02 dias diferentes

FONTE: Adaptado do Google Earth (2011)

Inicialmente, em pontos previamente acordados, o material deverá ser recebido em embalagens retornáveis. A utilização de embalagens retornáveis permite um controle eficaz sobre o volume de material coletado, bem como identifica a matéria prima a ser utilizada. Uma boa escolha para essas embalagens poderia ser a juta, que também é biodegradável, é produzida localmente e pode ser reutilizada um grande número de vezes (ver figura nº22). A cada coleta, o transporte entrega novas embalagens de forma que a coleta de material seja periódica. Estimativas de volume e características das áreas de coleta agora são estimados para se dimensionar o tipo de veículo a ser utilizado.



Figura 22: Saco de juta para café.

FONTE: Disponível em <<http://irmaosgullo.wordpress.com/category/mestre-torrefacao-cafe/>> acessado em 18/06/2011.

A própria natureza da matéria prima determina que os roteiros deverão ser programados de maneira diária, o que significa que o planejamento para a obtenção da matéria prima fará parte da rotina da empresa. A aplicação de métodos diretos como a varreduras, caminho mínimos e outros citados fazem parte do negócio da empresa

Para uma chapa de 1,2m x 1m x 20mm de dimensões, a massa de folhas necessária é de 5 kg. Mensalmente, pode-se estimar que será necessária a coleta de 4000 kg de folha em sua totalidade. Veículos utilitários pequenos conseguem dar conta desse peso em apenas 3 viagens e tem como vantagem a opção pela utilização do etanol combustível que representa uma opção mais limpa, embora mais cara para suprir o transporte. Tomando por base a produção diária, podemos estimar o custo do transporte para obter a matéria prima para o processo da seguinte forma (sem considerar o saco de juta como consumível):

$$C_{comb} = \frac{45 \times C_{km}}{N} \quad (3)$$

Onde:

Ccomb é o custo do combustível por chapa;

$\Delta S$  é a quilometragem diária;

Ckm é custo/quilometragem, calculado a partir do preço do litro do combustível e do consumo médio, muitas vezes fornecido pelo próprio veículo;

N é quantidade de chapas produzidas ao dia;

De acordo com a equação 3, adotando-se uma média de 35km diários e o preço do etanol em R\$2,54 por litro e consumo aproximado de 9km/l para um utilitário pequeno, o custo de combustível por chapa de folhas é de R\$0.26. Nessa etapa existe também a emissão de gás carbônico por parte do veículo que, diariamente, corresponde aproximadamente a 2,5kg totalizando 60 gramas de gás carbônico por chapa, com base em dados do IBAMA (2011).

A mão de obra necessária para a coleta de folhas é formada por duas pessoas; um motorista e um auxiliar. O custo salarial com base na tabela de salários do GuiaRH (acessado em 06/06/2011) e na tabela 3 é de R\$3.573,65 mensais. Se dividirmos pelo número de chapas em um mês temos R\$4,47 por chapa.

Uma alternativa que deve ser considerada é realmente fazer com que o empreendimento utilize, em conjunto, o trabalho de associações que possam centralizar essa coleta, assim como o transporte próprio, com autonomia para fazer coletas diretamente em locais predeterminados. Isso se apresenta como uma alternativa interessante, pois os dois métodos complementaríamos a atuação do outro trazendo também um viés maior de sustentabilidade para o material, pois trás para a comunidade local uma porção extra de renda além de se apresentar como alternativa para diminuição de custos e de emissão de gás carbônico.

## 4.2 OBTENÇÃO OUTROS INSUMOS.

Os outros insumos necessários para compor a chapa de folhas não são produzidos localmente, fazendo-se necessária uma pré-aquisição desses materiais para que possa ser adicionada a composição do material.

Fazem parte desses insumos a lã de vidro, as resinas fenólicas, os materiais protetivos e também os materiais de acabamento.

### 4.2.1.Lã de Vidro

A quantidade de rolos estimados para serem consumidos em um mês é de 54. O custo estimado por rolo de 30m desse material oriundo de São Paulo é de R\$ 230,80 com frete incluso supondo uma demanda mensal média sendo assim o custo da material utilizado em 1 chapa é de R\$ 15,40

O corte dos pedaços a serem utilizados no processo pode ser feito sobre uma bancada com o emprego de uma lâmina basculante manual, tal qual as guilhotinas para as folhas de papel instalada exatamente ao lado do local onde são sobrepostas as camadas de material para formar a chapa. Na figura 23, temos o detalhe no layout da área de prensagem. A lã de vidro é cortada sobre a bancada para alimentar o trabalhador responsável pela sobreposição das camadas.

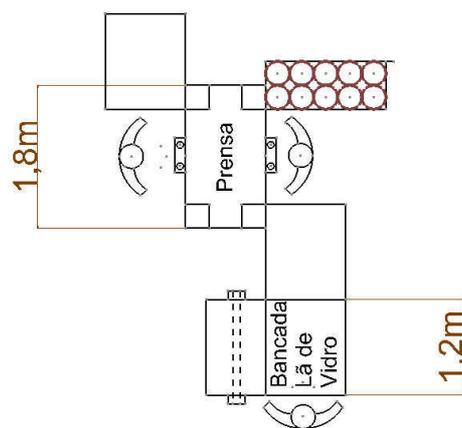


Figura 23: Detalhe Layout da área de preparação Lã de Vidro para prensagem.

FONTE: Autor do trabalho.

## 4.2.2. Resina Fenólica

Para cada chapa de folhas é utilizada a quantidade de 6 litros de resina ou aproximadamente 7,65kg de resina. A utilização em grande quantidade deve- necessidade de fortalecimento do material. Com base nesse valor, a quantidade mensal de resina a ser utilizada é de 4800 litros o que corresponde a 6120kg mensais.

O material é vendido em tambores com 250 kg de material, sendo necessários mensalmente aproximadamente 25 tambores de acordo com as dimensões da chapa.

O custo desse material é R\$2,60/kg, sendo que o material utilizado em uma chapa tem o custo de R\$19,89.

Com esses dados, a área estimada para a armazenagem do material é de 12 metros quadrados conforme a figura 10. A sala deve ter apenas uma janela voltada para o sul. A determinação de qual ar condicionado é adequado pode ser feita com o uso da norma ABNT NBR 5858. A norma fornece dá o fator de potência por metro quadrado de área. O armazém em questão é um armazém de alvenaria com proteção térmica.

Considerando-se uma janela de vidro com 1m<sup>2</sup>, 2 metros de pé direito com paredes construídas em direções diversas, com telhado isolado (utilizando a própria chapa de folhas) com base na norma NBR 5858, a quantidade de energia gasta por hora é de 3171kJ o que se traduz em 0.9kW. Isso significa um acréscimo de R\$0,22 no custo energético das chapas.

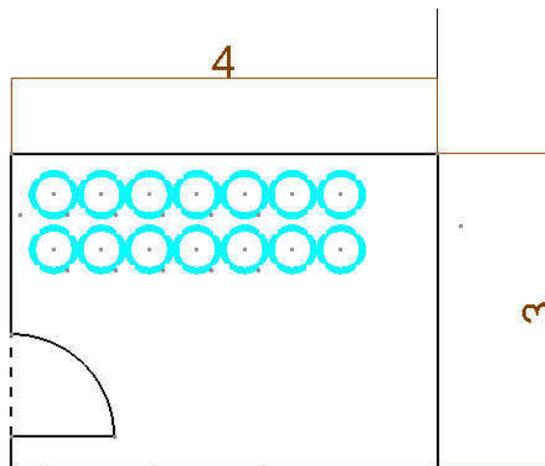


Figura 24: Layout armazém para resinas e preservantes.

FONTE: Autor do Trabalho.

### 4.2.3.Preservantes

O volume de preservante que será gasto por chapa é de aproximadamente 100 mililitros, sendo assim, necessário o consumo mensal de 80 litros de inseticida por mês. O produto é vendido na forma de bombonas de plástico ou tambores. Para a estimativa inicial é mais interessante a utilização das bombonas já que essas poderiam ser entregues posteriormente para reciclagem. O valor dessas bombonas com 18l no mercado está em torno de R\$300,00, sendo que valor de material a ser gasto por chapa é R\$1,70.

O armazenamento e o manuseio desse tipo de produto seguem cuidados rigorosos e devem ser observados os mesmos cuidados para a armazenagem que a resina fenólica.

A figura 11 mostra o formato de produto preservante que é vendido no mercado. Dentro do processo produtivo, a opção mais eficiente para a aplicação desse produto em termos de tempo e do gerenciamento dos resíduos é a borrifação em cabine de pintura com cortina de água e sistema de exaustão.

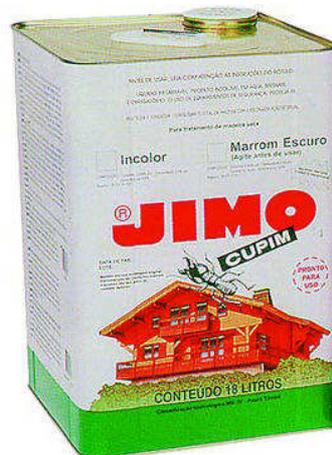


Figura 25: Preservante Jimo Cupim embalagem 18l

FONTE:<[www.jimo.com.br](http://www.jimo.com.br)> acessado em 20 de maio de 2011.

### 4.3 TRITURAÇÃO.

O processo de trituração das folhas é bastante simples e trata-se apenas de juntar o material recebido para ser processado em um triturador elétrico como o mostrado na figura 12. A granularidade ou o tamanho dos pedaços é controlado nesse processo.



Figura 26: Triturador Tecscan Tritutec 2503

FONTE: <[www.tecscan.com.br](http://www.tecscan.com.br)> acessado em 02 de junho de 2011.

Trituradores são máquinas que devem observar certos cuidados para sua operação já que podem ocasionar acidentes. Máquinas grandes conseguem processar de 100kg a 200 kg de material por hora e conseguem fazê-lo com diversos tipos de materiais tornando a máquina bastante versátil em sua operação. Uma máquina que corresponde às características citadas custa por volta de R\$35000,00 no mercado. A escolha de um triturador mais robusto e mais rápido permite com que o processo ocorra em um tempo reduzido de forma que os operadores são arpoventados em outras etapas da cadeia.

Dentro da cadeia da chapa de folhas é necessário que exista um controle da granularidade das folhas. As folhas devem ser trituradas em pedaços com arestas de 25mm para poder conferir ao material uma qualidade satisfatória.

O custo da energia está relacionado com a potência utilizada e o tempo necessário para se triturar todo o material antes de ir para a secagem, mais o custo de maquinário e espaço necessário.

Considerando-se uma produção diária inicial de 40 chapas de 1,2m x 1m, temos um triturador com capacidade de processar 100 kg de folhas por hora, e uma potência de 19kW apresentada pelo fabricante, de acordo com equação 1 o custo da operação é R\$0,39 por chapa.

O custo da mão de obra necessária, tomando-se um salário base de R\$800,00 para as pessoas que operariam o triturador, é de aproximadamente R\$1468,00 mensais cada um. Esses valores consideram que os operadores apenas utilizam 30% do seu tempo nessa operação, também sendo responsáveis pela triagem e pela secagem.

#### **4.4 SECAGEM**

A secagem pode ser feita em uma estufa com temperatura de 70 graus, controlada através de convecção, ou seja, com a circulação de ar quente sobre o material. O objetivo é reduzir a umidade do material para chegar a até 10%, em um intervalo de tempo não superior a 24 horas.

Como a secagem acontece imediatamente depois da trituração das folhas, é necessária a confecção de gaiolas que permitam a movimentação das folhas trituradas até uma estufa com capacidade de 8 metros cúbicos de material. Isso significa uma estufa com dimensões de 2m x 2m x 2m. O custo de uma estufa nessas proporções é de R\$30.000,00, adotando-se aquecimento por resistência que utiliza uma potência total combinada com um sistema de exaustão de 46kW. Com base nessa potência, no tempo de secagem máximo de 24 horas e considerando-se um bom aproveitamento do volume da máquina ao custo da etapa de secagem por chapa é de R\$11,20. A quantidade de energia gasta com esse tipo de solução é extremamente alta se comparada com soluções alternativas para a secagem.

Uma solução viável para se diminuir o custo da secagem é a utilização de estufas de secagem solares como a criada por Vetter (2006). A figura 27 mostra um modelo com capacidade de 8m<sup>3</sup> de madeira, porém pode secar o dobro da quantidade de folhas trituradas em volume.



Figura 27: Secador Solar de Madeira com capacidade de  $8\text{m}^3$ .

FONTE: Vetter (2006)

O secador solar tem fundação de concreto e é construído como uma casa comum, exceto pelo teto de vidro que é por onde o calor solar penetra para fazer a secagem das folhas. O Custo dessa solução fica em torno dos R\$15.000,00. Dentro do secador existem seis ventiladores que consomem juntos somente 0,6kW. Nessa configuração, o tempo de secagem do material sobe para até 72 horas, porém o custo da energia para secagem por chapa desce para somente R\$0,44. Nas figuras 28 e 29, temos uma planta baixa do secador solar para as folhas e uma vista em corte respectivamente cedida pelo INPA. Nele é possível se observar que o mecanismo de aquecimento do secador é através da captura de raios solares e retenção do calor.

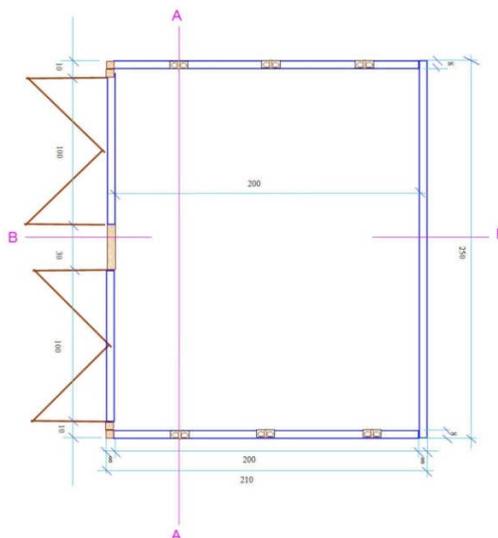


Figura 28: Planta baixa Secador solar 2x2x2.

FONTE: Cedido por Vetter em 02/06/2011.

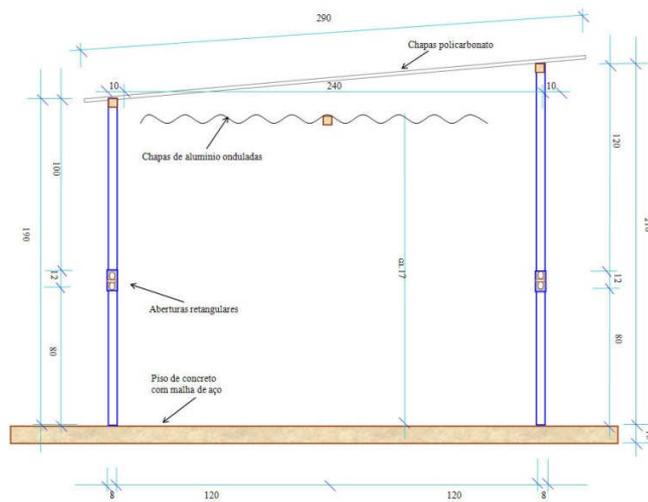


Figura 29: Corte A-A secador Solar.

FONTE: Cedido por Vetter em 02/06/2011.

## 4.5 MISTURA.

A operação de mistura do produto deve considerar exatamente levar em conta a capacidade diária de produção estipulada, bem como também a velocidade com que a resina começa a secar para que não existam variações na qualidade do material produzido.

O volume diário de resina que se apresenta para a fabricação é de 240 litros de resina com 200 kg de folhas. Outro requisito que deve ser levado em conta é a facilidade de manuseio que deve existir para que um operador possa fazer a superposição das camadas de mistura e lâ de vidro. Diferentemente da secagem e da trituração, a etapa de mistura tem a necessidade de ser executada juntamente com a prensagem, ou seja, o material deve ser mantido em agitação até o momento de ser disposto em recipientes com volume controlado e imediatamente ir para a prensa a quente, isso devido à cura da mistura de folhas secas com a resina fenólica.

Pode-se considerar a mistura sendo realizada em tambores de 320l usando um misturador de coluna com potência de 15 kW. Na figura 30, temos um modelo de agitador para misturar sólidos em líquidos.



Figura 30: Agitador para dispersão e mistura de sólidos em líquidos.

FONTE:< <http://www.mixel.fr/rapidmix.xhtml>>acessado em 02 de junho de 2011.

Um misturador que satisfaz os requisitos necessários custa, no mercado, o valor de R\$50000,00, porém existe a possibilidade de se separar a compra do grupo motor em relação ao tanque onde ocorre a mistura de modo a se reduzir custo.

O custo energético calculado através da equação 1 para a operação de mistura é de R\$1,22 por chapa.

#### 4.6 PRENSAGEM A QUENTE

A prensagem a quente pode ser classificada como uma etapa crucial para a confecção das chapas. A chapa de folhas com dimensões de 1200mm x 1000mm x 25mm de espessura deve receber cerca de 1,5 toneladas de força para compor o material. O processo de prensagem deverá ocorrer à temperatura de 100°C durante 7 minutos. Em geral, devido as necessidades técnicas e dimensões, as prensas que atendem à fabricação da chapa de folhas são como a apresentada na figura n° 31, com 4 colunas, acionamento hidráulicas e aquecimento das superfícies de trabalho por resistência ou a vapor.



Figura 31: Prensa Modelo PCMQ-2.5T com 2,5 ton. de força.

FONTE: MEICAL

A prensa deve atender aos pré-requisitos de segurança proposto pelo programa de prevenção de riscos para prensas e similares (PPRPS). O PPRPS estabelece pré-requisitos de operação e especificações técnicas de segurança que objetivam resguardar os operadores de acidentes com a operação desse tipo de máquina. Na prática, o PPRPS trata do enclausuramento da zona de trabalho, da aplicação de comandos bi manuais com simultaneidade e de sistemas como cortinas de luz que paralisam a máquina caso haja qualquer violação da mesa de prensagem quando a máquina está em movimento.

Devido à natureza do material, faz-se necessário que tanto a superfície da mesa quanto do martelo seja retificada e revestida com cromo para evitar a colagem de material sobre a mesa da prensa, sendo assim, o projeto dessa máquina é um projeto personalizado. O aquecimento dessa máquina é feito através de resistências, não havendo a necessidade de se construir um sistema a vapor para a planta. Em fábricas maiores como, por exemplo, de MDF o sistema de caldeira e vapor se torna mais interessante na medida de que ele é mais econômico para cuidar do aquecimento de máquinas que trabalham três turnos.

Através da observação de processos semelhantes pode-se dividir a operação em três etapas distintas:

- Preparação das chapas- o operador deposita na mesa da prensa dentro de uma forma um volume controlado de mistura, e sobrepondo a camada de lã de vidro sucessivamente até preencher;

- Prensagem- o operador aciona a prensa e aguarda o tempo necessário para o processo;
- Retirada chapa e limpeza - o operador retira a chapa e remove resíduos sobre a mesa.

Para a etapa de preparação, faz-se necessária a elaboração de uma solução que facilite o manuseio da mistura, ou seja, talvez seja necessária a preparação de um sistema que permita que as chapas sejam dispostas de maneira a aumentar a velocidade do processo e atingir uma melhor eficiência na hora de fazer as chapas. Um meio de se aumentar a eficiência apresenta alguns desafios. Uma solução envolve a disposição dos processos de mistura e de prensagem em forma de linha de produção através de uma mesa de preparação que alimenta a prensagem (ver figura 23).

O custo de uma máquina que atende essas especificações é de aproximadamente R\$170.000,00 um valor considerado alto. A potência estimada dessa prensa é de 7,5kW sendo que 80% dessa potência diz respeito ao aquecimento por resistência o que permite estimar um custo energético de R\$0,61 por chapa, porém sem a utilização de superfícies com aquecimento a cura da chapa de folhas se estenderia por várias horas.

## **4.7 ACABAMENTO**

Logo após a prensagem, é esperado o surgimento de rebarbas de material, bem como também conforme apresentado anteriormente a necessidade de aplicação de uma camada de preservante para que o produto apresente uma maior duração.

A aplicação do preservante deve ser feita de maneira cuidadosa e, como o material é borrifado por sobre a chapa, uma solução encontrada é a utilização de uma cabine de pintura com cortina de água. O emprego desse produto exige que o operador esteja paramentado com máscara, luvas de borracha, e avental. A cortina de água se encarrega de absorver os resíduos de inseticida e deve passar por tratamento posterior para a remoção da substância antes de ser liberada para o meio ambiente.

O valor de uma cabine com 2 metros de largura conforme figura nº 32 é de aproximadamente R\$18.000,00, e tem potência total 2,7kW. Considerando que a cabine ficará ligada durante 2 minutos, para cada chapa o custo energético será de R\$0,04 por chapa.

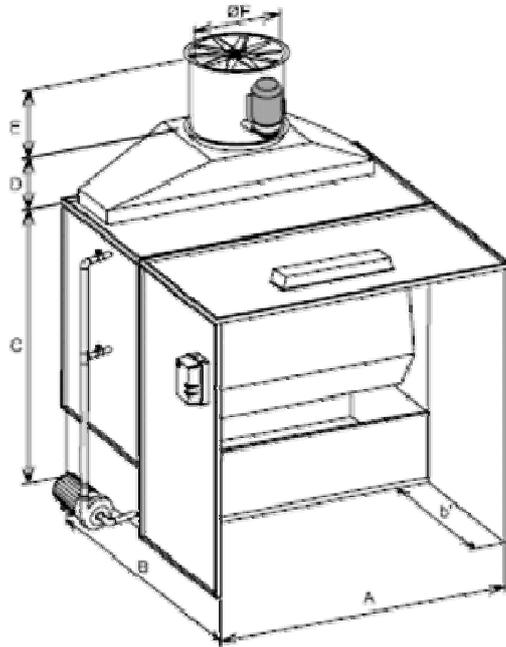


Figura 32: Desenho de cabine de pintura com cortina de água.

FONTE: Disponível em <<http://www.sei.ind.br/produtos/cpp.html>> acessado em 06/06/2011.

#### 4.8 VISÃO SISTÊMICA DA CADEIA.

Com base nos elementos do processo produtivo descritos anteriormente, é possível se produzir um *Layout* já considerando os diferentes fatores de produção tais como o tempo de trituração, secagem e prensagem e a quantidade de material a ser processado.

O *layout* apresentado na figura 33 foi gerado identificando as diferentes etapas e espaços físicos necessários a operação da fábrica de chapas de acordo com a produção mensal planejada. Nesse *layout* estão representados também os funcionários que fazem parte das diversas etapas de processo dentro da fábrica.

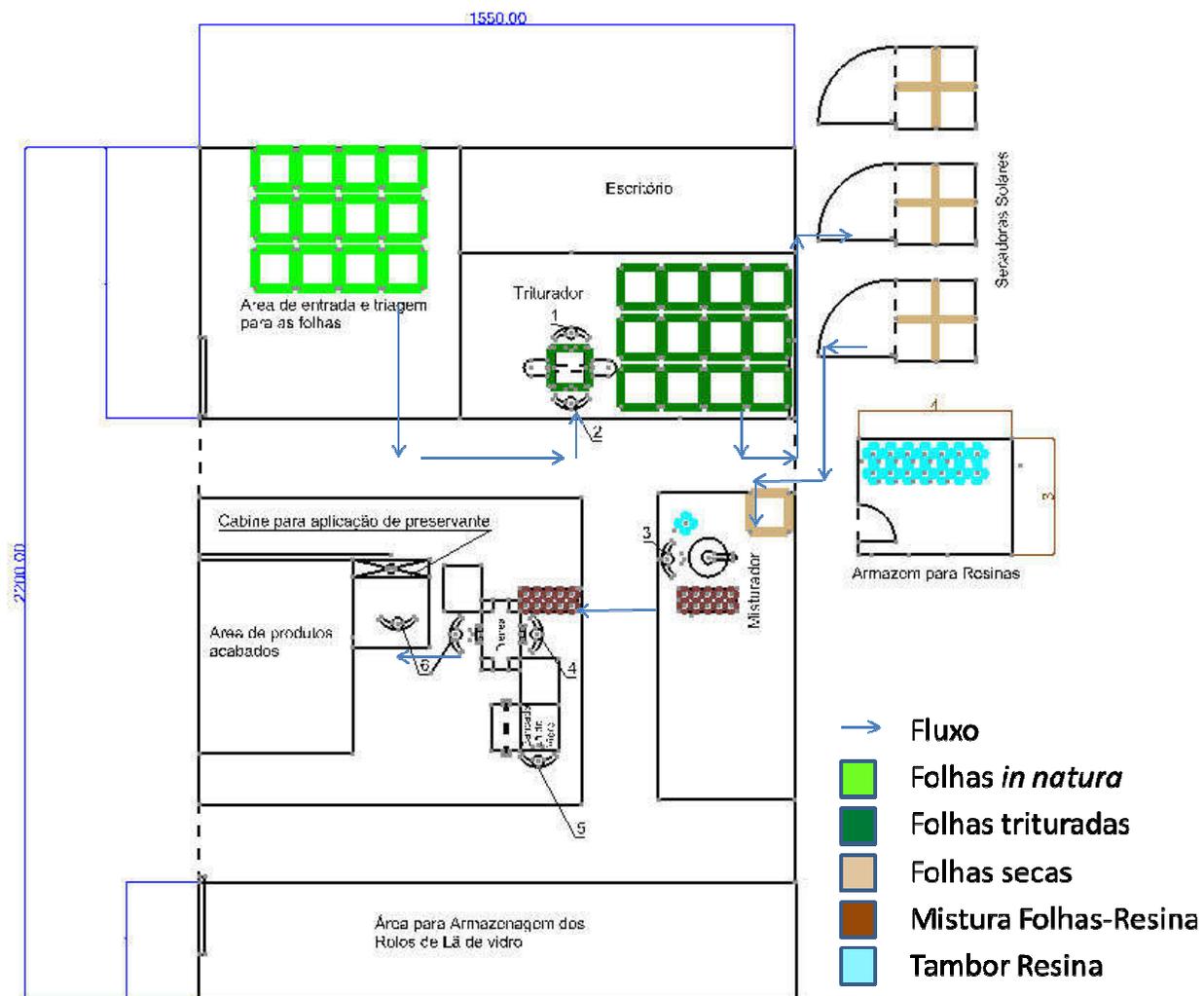


Figura 33: Layout com fluxo de produção e funcionários

FONTE: Autor do trabalho.

O *Layout* serve de base para estimar a quantidade de investimento físico necessário para se implementar a fábrica. A tabela 3 apresenta as dimensões dos espaços físicos que foram estimados para a fábrica de chapas e o terreno, com base nas edificações que foram programadas com base no processo da chapa de folhas.

Tabela 3: Espaço Físico

FONTE Autor do Trabalho.

<b>Espaço Físico</b>		
<b>Edificações</b>	<b>Área Construída</b>	<b>Dimensões</b>
Planta Fabril	341m <sup>2</sup>	22m x 15.5m
Secadoras	14.5m <sup>2</sup>	2.2m x 2.2m
Armazém de Materiais	12m <sup>2</sup>	3m x 4m
<b>Terreno</b>	625m <sup>2</sup>	25m x 25m

As dimensões acima foram obtidas diretamente através do *layout* para o caso da planta fabril, do armazém e a das secadoras. Estas últimas obtidas a partir da planta baixa enviada pelo INPA. O espaço criado é necessário para permitir a instalação das máquinas com corredores que permitam até a locomoção de empilhadeiras e outras máquinas que possam vir a ser utilizadas para o posicionamento das máquinas.

Com o espaço físico necessário dimensionado, foi possível reunir os dados de investimentos físicos necessários reunidos na tabela 04. Para o terreno foi feita uma sondagem em algumas regiões na região da Av. Torquato Tapajós de áreas com dimensões aproximadas à do *layout* proposto para a fábrica de chapas.

Tabela 4: Investimentos.

FONTE: Autor do Trabalho.

Investimentos			
Item	Descrição	Quantidade	Valor
Terreno	Terreno na Av. Torquato Tapajós com 625m <sup>2</sup>	1	R\$ 450,000.00
Construção Edificações	Galpão/ secadoras e Armazem	1	R\$ 200,000.00
Instalações	Elétricas Gerais	-	R\$ 20,000.00
Triturador	Máquina de trituração potencia 19kW	1	R\$ 35,000.00
Misturador	Máquina elétrica com potência de 15kW com tonel de aço Inox	1	R\$ 50,000.00
Prensa	Prensa hidráulica 2,5ton-3ton de carga com revestimento de cromo nas placas	1	R\$ 170,000.00
Cabine de Pintura	Cabine de pintura com cortina de água. Equipada com motor de 2,7kW.	1	R\$ 18,000.00

O investimento total estimado é de aproximadamente R\$943.000,00. Flutuações desse valor podem ocorrer principalmente devido à especulação sobre os valores de terrenos localizados na região da Avenida Torquato Tapajós. Existe também uma possibilidade de se ocorrer a cessão de um terreno em alguma região da cidade como incentivo a instalação de uma fábrica o que reduziria drasticamente a valor de investimento inicial.

O Layout (figura 33) também demonstra que o número de funcionários com envolvimento direto na produção das chapas é de seis, isso significa que alguns desses funcionários devem assumir mais de uma tarefa nas etapas do processo.

Os funcionários n°s 1 e 2 são responsáveis pela triagem, trituração, secagem das folhas. O funcionário n° 3 opera o misturador e separa o material em recipientes para abastecer a prensa. O funcionário 4 é responsável por fazer a sobreposição das camadas de mistura e lã de

vidro, recebendo as peças de lã de vidro já cortadas do funcionário nº 5. O funcionário nº 6 é responsável pela etapa de acabamento. Devido à maneira que ele está posicionado ele também aciona a prensa simultaneamente ao funcionário nº 4 por questões de segurança.

O fluxo então pode ser descrito da seguinte maneira:

1. As folhas chegam ao final do dia após a coleta e são posicionadas na área de triagem;
2. Na metade da manhã até o início da tarde as folhas são segregadas e separadas conforme necessidade do processo;
3. Após terem elementos indesejáveis segregados as folhas são então trituradas e aguardam até o início do dia seguinte;
4. As folhas são postas na secadora solar no início da manhã onde ficam por três dias. Para que o processo de secagem possa ser contínuo, há a necessidade de três secadoras garantindo o suprimento diário de folhas para a produção (folhas colocadas na segunda feira de manhã estarão portas para serem utilizadas na quinta-feira);
5. As folhas secas abastecem o misturador juntamente com a resina e são transferidas para recipientes menores com volume controlado para aumentar a eficiência da deposição do material na prensa;
6. O operador da prensa despeja a mistura em camadas alternando com a lã de vidro e aciona a prensa. A prensa fica parada por 07 minutos;
7. O operador do acabamento retira manualmente as rebarbas de processo e se dirige a uma cabine para borrifar preservante sobre a chapa que depois é posta em uma área de descanso;

Assim, o processo para manufatura das chapas pode ser descrito como tendo uma parte de preparo de material que compreende até a etapa de secagem e uma etapa de que funciona como uma linha. Se o processo fosse totalmente interrompido levariam cerca de quatro dias para reiniciar a segunda parte do processo.

Com base no fluxo construído, pode-se construir um diagrama conforme o apresentado por Keolian (1994) apresentado na figura 34. As etapas em azul são as etapas que foram abordadas nesse trabalho. Para essas etapas trabalhadas foram identificadas as entradas, as saídas e os custos que são apresentados nesse capítulo.

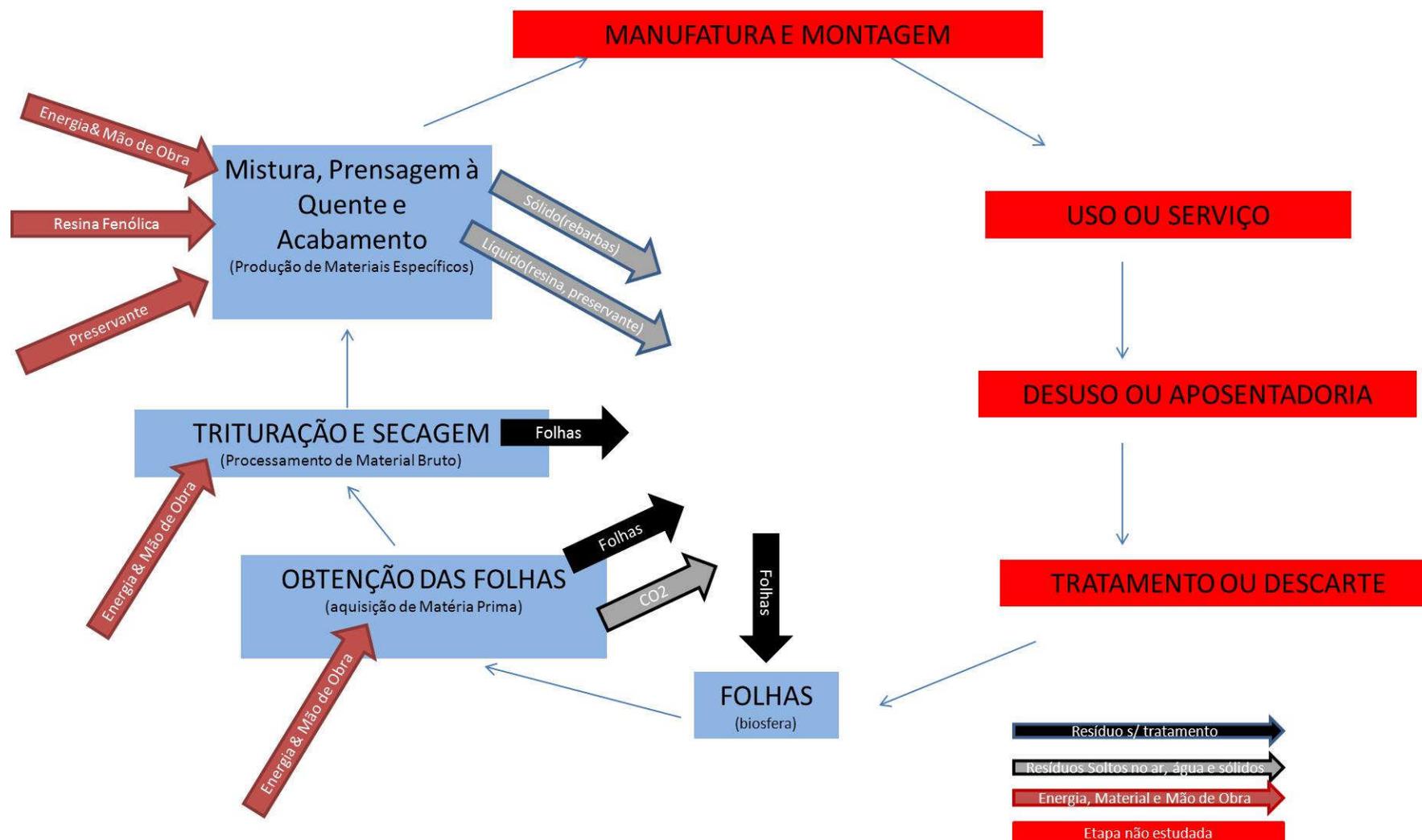


Figura 34: Etapas de Ciclo de Vida Chapa de Folhas

FONTE: Autor do Trabalho

O trabalho abordou apenas as etapas de transformação do material chegando apenas a produção de materiais específicos. Isso se deve a etapa de desenvolvimento em que material se encontra, onde já existem alguns dados de como se processar o material, porém aplicação para o qual ele seria utilizado não é ainda abordada. Quando da proposição do material, Rocha *et.al.* (2007) propõe o seu uso para forros, divisórias, móveis e artefatos em geral, porém não foi encontrado ainda nenhum estudo específico para aplicação da chapa na manufatura de qualquer um desses produtos.

Com base na produção mensal e informações de fabricantes de máquinas, a energia necessária bem como material utilizado para o cumprimento de cada etapa pode ser estimado. As tabelas 5 e 6 demonstram respectivamente a energia consumida em toda a planta de produção e na obtenção das folhas.

Tabela 5: Energia e o custo em cada etapa operacional

FONTE: Autor do Trabalho.

**Tabela de Energia e Custo nas operações**

<b>Etapa da Cadeia</b>	<b>Fonte de Energia</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Energia/ Chapa</b>	<b>Custo da Energia/chapa</b>	<b>Energia Mensal</b>	<b>Custo Mensal</b>
Obtenção das Folhas*	Combustível(álcool)	Transporte		R\$ 0.26		R\$ 210.00
Trituração	Rede Elétrica	Movimentação de motores máquina	3420kJ	R\$ 0.38	2736000kJ	R\$ 307.99
Secagem	Rede Elétrica	Insulflar Secador	3888kJ	R\$ 0.44	3110400kJ	R\$ 350.14
Mistura	Rede Elétrica	Movimentação de agitador	10800kJ	R\$ 1.22	8640000kJ	R\$ 972.60
Prensagem a Quente	Rede Elétrica	Alimentação de bombas hidráulicas e resitências.	5400kJ	R\$ 0.61	4320000kJ	R\$ 486.30
Acabamento	Rede Elétrica	Alimentação de Cabine para aplicação da camada de material preservante	324kJ	R\$ 0.04	1555200kJ	R\$ 175.07

Tabela 6 Energia e o custo fora das operações

FONTE: Autor do trabalho.

Tabela de Energia e Custo Fora das Operações

Recurso	Fonte de Energia	Aplicação	Energia/chapa	Custo/chapa	Energia Mensal	Custo Mensal
Armazenagem das resinas e preservantes	Rede Elétrica	Climatização de Sala Externa	2916kJ	R\$ 0.33	2332800kJ	R\$ 262.60
Escritório	Rede Elétrica	Iluminação / computadores	813.6kJ	R\$ 0.03	247680kJ	R\$ 27.88
Escritório	Rede Elétrica	Climatização (18000 BTU's)	3798.0kJ	R\$ 0.43	3038400kJ	R\$ 342.03
Iluminação do Galpão	Rede Elétrica	Iluminação	1440.0kJ	R\$ 0.16	230400kJ	R\$ 129.68

Com base nas tabelas 5 e 6 é possível perceber que a etapa onde temos maior gasto energético é a etapa de mistura que, por conseguinte, tem também o maior custo e impacto. Para os cálculos da mistura, foi considerado o funcionamento das pás giradoras durante todo o turno de produção, isso se deve ao fato de que a resina pode curar se não permanecer em agitação causando problemas ao processo. Os custos de por chapa são dados com base na produção mensal a energia consome um custo total de R\$2,95 nas operações e R\$0,95 com outros procedimentos.

A quantidade de energia elétrica mensal estimada para a empresa é de 5656kW.h totalizando um custo de R\$2.292,10 para as operações. Fora das operações o total de energia gasto é de 1880 kW.h totalizando um custo de R\$762,19. Se considerarmos os custos por unidade de chapas o custo da energia nas operações diretas é de R\$2,68 e R\$0,95 fora das operações.

O fornecimento de energia em Manaus até 2004 era principalmente oriundo da queima de combustíveis fósseis mais especificamente óleo Diesel. A hidrelétrica de Balbina produz 250 Megawatts diários de energia elétrica para Manaus, o que representa apenas 17% da energia consumida na cidade. As termelétricas em operação com a queima de óleo diesel, em Manaus, produzem 361,2 Megawatts. O resto da produção energética se dá através das PIE's

(produção independente de energia) totalizando 542,5MW que também operavam com óleo diesel (Nascimento 2006). Nos anos de 2010 e 2011, houve a inauguração de Usinas a gás natural (Amazonas Energia, 2011) que apresentam vantagens em termos de custos operacionais com redução de até 8%. O funcionamento dessas usinas é mais eficiente em termos energéticos e o impacto ambiental é consideravelmente menor (Nascimento 2006).

Outras entradas no ciclo da chapa de folhas são os materiais diretos. A tabela 7 relaciona os materiais diretos utilizados para compor a chapa de folhas.

Tabela 7: Materiais Diretos

FONTE: Autor do trabalho.

<b>Custo Material Direto</b>			
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/Chapa</b>
*Folha	4000kg	R\$ 6.022,91	R\$ 7,53
Resina Fenólica	6120kg	R\$ 15.912,00	R\$ 19,89
Lã de Vidro	54 rolos	R\$ 12.463,20	R\$ 15,40
Preservante	80 litros	R\$ 1.360,00	R\$ 1,70

\* O custo para a folha é obtido através do somatório da mão de obra direta para obtenção e triagem e da energia gasta na obtenção.

É possível perceber que o material mais utilizado é a Resina Fenólica representando também o maior custo. O valor estimado para as folhas é calculado com base nos custos de mão de obra direta apresentados na tabela 10, ele constitui um parâmetro inicial para negociação com um terceiro no caso de obtenção e separação das folhas, se o trabalho passasse a ser realizado por terceiros. O custo total dos materiais diretos que certamente devem ser comprados para 01 chapa é de R\$37,00 sem considerar a possibilidade de se comprar as folhas de terceiros. O custo das folhas pode ser discutido tomando-se por base o custo de outros materiais que são recolhidos, como o papelão.

Além dos materiais diretos, existem também materiais que embora não sejam parte do produto são consumidos pela fábrica. A tabela 8 apresenta outros materiais diversos consumidos de maneira indireta no processo.

Tabela 8: Materiais Indiretos.  
 FONTE: Autor do Trabalho.

<b>Custos Materiais Indiretos</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/Chapa</b>
Consumíveis de Escritório	1000 folhas+ 1 cartucho de tinta	R\$ 300.00	R\$ 0.38
Água	100m <sup>3</sup>	R\$ 221.00	R\$ 0.28
Alimentação	Café da Manhã, Almoço e Merenda diários	R\$ 3,600.00	R\$ 4.50
Equipamento de Proteção Individual	Luvas, máscaras e aventais	R\$ 500.00	R\$ 0.63

O custo mais expressivo dos materiais indiretos é a alimentação calculada a um custo diário de R\$15,00 por funcionário. É possível que esse custo possa ser reduzido com a adoção de uma cozinha industrial própria. O custo total das materiais indiretos para uma chapa é de R\$5,80.

A entrada de mão de obra no material também foi estimada para a mão de obra direta foram considerados seis funcionários aos quais apresentam diferentes atividades ligadas a algumas etapas do processo. A alocação desses funcionários para as diferentes atividades foi calculada com base no fluxo e na duração de algumas operações mecânicas descritas anteriormente nesse trabalho

A tabela 9 mostra quantidade e o custo da mão de obra direta em cada etapa do processo, já considerando a alocação de cada funcionário para as diferentes tarefas. Os salários foram obtidos através de tabela de salários apresentada pela empresa GuiaRh disponível em maio de 2011, e os encargos calculados conforme descrito na metodologia deste trabalho. A alocação é estimada através dos tempos que cada um dos colaboradores estarão dedicando a determinadas tarefas.

Tabela 9: Custo Mão de Obra Direta Chapa de Folhas

FONTE: Autor do Trabalho

<b>Mão de Obra Direta</b>				
<b>Operação</b>	<b>Descrição da Mão de Obra</b>	<b>Alocação</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/chapa</b>
Obtenção de Folhas	Motorista e Auxiliar	100%	R\$ 3,573.65	R\$ 4.47
Triagem	2 Operadores(funcionários 1 e 2)	60%	R\$ 2,239.26	R\$ 2.80
Tritura	2 Operadores(funcionários 1 e 2)	30%	R\$ 1,119.63	R\$ 1.40
Secagem	2 Operadores(funcionários 1 e 2)	10%	R\$ 373.21	R\$ 0.47
Mistura	Operador(funcionário 3)	100%	R\$ 2,283.94	R\$ 2.85
Prensagem a Quente	3 Operadores(funcionários 4, 5 e 6)	100%(4 e 5)10%(6)	R\$ 4,753.96	R\$ 5.94
Acabamento	Operador(funcionário 6)	90%	R\$ 1,679.45	R\$ 2.10

Dentro das operações a mais cara é a prensagem a quente, pois utiliza três operadores, mas mesmo assim a mão de obra necessária para a obtenção das chapas custa apenas 25% abaixo da prensagem. Relacionando os resultados de mão de obra direta com a energia, a etapa que consome maior custo é a de prensagem a quente representando um custo de R\$5.240,26 e não a mistura que é a que consome mais energia. O custo total da mão de obra por chapa é de aproximadamente R\$20,00 o que é muito expressivo diante do custo das materiais diretos. Em operações mais mecanizadas esses custos são diferentes já que a mão de obra é menor.

Para a mão de obra indireta foram consideradas seis pessoas; um comprador, um vendedor, um administrador e três serventes de limpeza para cuidar de todas as áreas. Foram desconsiderados os adicionais de insalubridade e periculosidade aos funcionários que trabalham no escritório. A tabela 10 demonstra os custos desses funcionários.

Tabela 10: Custo Mão de Obra indireta.

FONTE: Autor do trabalho

<b>Mão de Obra indireta</b>				
<b>Operação</b>	<b>Descrição da Mão de Obra</b>	<b>Alocação</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/chapa</b>
Compras	1 Comprador	100%	R\$ 6,552.75	R\$ 4.47
Limpeza	3 Serventes	100%	R\$ 2,102.00	R\$ 2.63
Vendas	1 Vendedor	100%	R\$ 6,764.15	R\$ 8.46
RH/Administração	1 Administrador	100%	R\$ 8,142.19	R\$ 10.18

Devido ao tamanho da planta industrial, os custos de mão de obra indireta são maiores. Uma pequena operação exige menos mão de obra direta, porém para a mão de obra indireta existem requisitos mínimos para o funcionamento da fábrica. No caso dos valores estimados para a chapa de folhas, a mão de obra indireta custa 30% a mais. Para cada chapa a mão de obra indireta corresponde a um custo de R\$25,74. Esse valor é alto para cada chapa, e representa uma grande diferença quando aplicado diretamente no preço.

Com a apresentação dos números nas tabelas de 5 a 10 é possível se preparar o custeio da fábrica. A tabela 11 demonstra o custo adotando-se o custeio direto, onde apenas os custos variáveis de apropriação direta são alocados para as operações e os outros custos são tratados como custos fixos para o período.

Tabela 11: Custos Totais para produção da chapa de folhas.

FONTE: Autor do Trabalho.

<b>Custos Totais</b>	
<b>Custos Diretos</b>	
Total Mão de Obra direta	R\$ 16,023.09
Total Materiais Diretos	R\$ 33,518.85
Total Energia Operação	R\$ 2,502.09
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>R\$ 52,044.03</b>
<b>Custos Fixos</b>	
Total Mão de Obra Indireta	R\$ 23,561.09
Total Energia Indireto	R\$ 762.19
Total Materiais Indiretos	R\$ 4,621.00
<b>Total Custos Fixos</b>	<b>R\$ 28,944.28</b>
<b>Total Mensal</b>	<b>R\$ 80,988.32</b>

A aplicação do custeio direto fornece um custo direto total de R\$52.044,03 para se fabricar 800 unidades de chapa, cerca de R\$65,00 por chapa e os custos fixos responderiam por R\$36,20 totalizando R\$101,23. Se analisarmos esse custo contra o preço no mercado local de aglomerados e compensados, podemos ver que é consideravelmente mais alto. Uma chapa de compensado naval (compensado utilizado em embarcações) custa em torno de R\$87,00 o m<sup>2</sup>. Na prática, os custos fixos de energia e materiais indiretos têm pouquíssima representatividade em relação à mão de obra indireta. Se considerarmos que a chapa tem um processo bastante simplificado ao ponto em que não exista a necessidade da contratação tanto de um comprador e um vendedor, a diferença no custo total mensal seria de R\$13.316,50, o que é pouco abaixo do custo de mão de obra direta.

## 5. DISCUSSÕES ADICIONAIS.

A chapa de folhas foi concebida para ser uma solução para o problema da destinação para o lixo gerado pelas folhas de terrenos particulares e públicos, que acabam por ocupar espaço em aterros sanitários ou simplesmente contribuindo para o efeito-estufa quando é queimada.

A obtenção das folhas representa a etapa mais crucial para a cadeia do material e uma metodologia de roteirização resolve apenas uma parte do problema. Sem o apoio de uma pesquisa mais aprofundada, no que diz respeito aos volumes de folhas que são descartados todos os dias, bem como a criação de incentivos a coleta do material, a obtenção das folhas pode ser algo inviável. Existe outro cenário levantado pelo pesquisador Jadir que seria a implementação do processo em áreas de reflorestamento, onde atualmente as folhas não participam das cadeias produtivas como insumo direto, mas como resíduos. A obtenção das folhas nesse último caso seria realizada de maneira mais controlada e constante, de tal forma que a produção apresenta menos riscos do que o modelo proposto para retirar as folhas da cidade. Infelizmente tais áreas não existem em Manaus, mas sim em outros estados.

No caso da chapa de folhas, se fosse aberta uma associação para a coleta nos mesmos moldes do que o papel ou até mesmo fazendo uma parceria com uma associação destas, existirá o problema de se competir com outros os materiais recicláveis. Em suma, se as folhas forem coletadas por associações, elas terão um certo custo para a empresa que faria o processamento do material. Esse custo deverá fazer frente ao custo de outros materiais coletados para ser vantajosa sua coleta já que certamente existirá maior dificuldade para se recolher folhas do que o papelão. No trabalho apresentado por Oliveira (2010), os preços para o papel reciclado variam entre R\$0,10/kg até R\$0,28/kg.

Adotando-se como valor base de investimento o valor da tabela 04 para o investimento inicial. Se esse investimento for obtido através de empréstimos bancários, com juros de 6%

ao ano, 60 meses, iria crescer o custo das chapas em aproximadamente R\$20,10 totalizando um custo de R\$121,10 por chapa já que o empréstimo faria parte do custo fixo da fábrica. Comparativamente com outros materiais comercializados em Manaus o m<sup>2</sup> do material custaria R\$101,00 enquanto o compensado naval é vendido por R\$87,00 com espessura de 20mm , outros tipos de compensado custam R\$ 70,00 com 18mm de espessura, chapas de MDF dependendo da cor e do revestimento variam de R\$33,50 até R\$38,00 o m<sup>2</sup> com espessura de 18mm. Isso significa que a competição direta com os materiais convencionais não é promissora, porém para aplicações diferenciadas pode ser que o material fique mais atraente, caso, por exemplo, tenha aplicações mais especializadas, como isolamentos térmicos e acústicos, que poderiam justificar o seu alto valor.

Outro ponto importante diz respeito à estratégia de implementação do negócio. Diferentes estratégias podem alterar de maneira drástica os custos. Devido à simplicidade do material e à baixa quantidade de insumos diretos e indiretos é bem possível que as funções de administrador, comprador e vendedor possam ser exercidas por apenas uma ou duas pessoas, possivelmente os sócios da fábrica diminuindo os custos até um patamar desejável.

Outra estratégia seria a adoção de um modelo administrativo de associações ou organizações não governamentais, essa transferência das decisões e do trabalho reduziria os custos da mão de obra direta e indireta, mas esse modelo também apresenta alguns riscos, conforme observação no trabalho de Oliveira (2010), as condições de segurança de trabalho são negligenciadas. Uma maneira de se impedir que as condições de segurança não sejam negligenciadas seria fazer com que a associação fosse responsável apenas pelas etapas anteriores a trituração e pelas atividades ligadas a administração da fábrica. Nesse caso, o custo total se alteraria conforme apresentado nas tabelas 12 a 14.

Tabela 12: Custo Mão de Obra Direta Chapa de Folhas no caso de uma associação para coleta e triagem  
 FONTE: Autor do Trabalho

<b>Mão de Obra Direta</b>				
<b>Operação</b>	<b>Descrição da Mão de Obra</b>	<b>Alocação</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/chapa</b>
Obtenção de Folhas	Associados	100%	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Triagem	Associados	100%	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Tritura	2 Operadores(funcionários 1 e 2)	30%	R\$ 1,119.63	R\$ 1.40
Secagem	2 Operadores(funcionários 1 e 2)	10%	R\$ 373.21	R\$ 0.47
Mistura	Operador(funcionário 3)	100%	R\$ 2,283.94	R\$ 2.85
Prensagem à Quente	3 Operadores(funcionários 4, 5 e 6)	100%(4 e 5)10%(6)	R\$ 4,753.96	R\$ 5.94
Acabamento	Operador(funcionário 6)	90%	R\$ 1,679.45	R\$ 2.10

Tabela 13: Custo Mão de Obra indireta no caso de uma associação para coleta e triagem.

FONTE: Autor do trabalho

<b>Mão de Obra indireta</b>				
<b>Operação</b>	<b>Descrição da Mão de Obra</b>	<b>Alocação</b>	<b>Custo Mensal</b>	<b>Custo/chapa</b>
Compras	1 Comprador	100%	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Limpeza	3 Serventes	100%	R\$ 2,102.00	R\$ 2.63
Vendas	1 Vendedor	100%	R\$ 0,00	R\$ 0,00
RH/Administração	1 Administrador	100%	R\$ 0,00	R\$ 0,00

Tabela 14: Custos Totais para produção da chapa de folhas no caso de uma associação para coleta e triagem.

FONTE: Autor do Trabalho.

<b>Custos Totais</b>	
<b>Custos Diretos</b>	
Total Mão de Obra direta	R\$ 10.210,19
Total Materiais Diretos	R\$ 33.518,85
Total Energia Operação	R\$ 2.502,09
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>R\$ 46.231,13</b>
<b>Custos Fixos</b>	
Total Mão de Obra Indireta	R\$ 2102,00
Total Energia Indireto	R\$ 762,19
Total Materiais Indiretos	R\$ 4.621,00
<b>Total Custos Fixos</b>	<b>R\$ 7.485,28</b>
<b>Total Mensal</b>	<b>R\$ 53.716,41</b>

A diminuição dos custos fixos tornaria o material mais competitivo e distribuiria a renda da associação entre os diversos participantes e pagaria a mão de obra do processo. Essa separação se faz necessária no sentido que esses trabalhadores devem ser cumpridores dos procedimentos de segurança para poderem fazer parte do processo. Nesse caso, o custo da chapa, considerando-se o mesmo empréstimo para o investimento, cairia para R\$72,70 o m<sup>2</sup> (R\$87,25 por chapa de 1.2m<sup>2</sup>). Se adicionarmos o restante da mão de obra direta à associação, o custo diminuiria mais R\$12.312,19 e isso representaria um material com preço mais competitivo sendo vendido a R\$59,80 o m<sup>2</sup> (R\$71,85 por chapa de 1.2m<sup>2</sup>).

Se for adotado o preço do compensado naval (R\$87,00 o m<sup>2</sup>) para a chapa de folhas é possível lucrar R\$32,60 por chapa o que totalizaria R\$26.112,00 por mês a serem divididos pelos membros da associação, se for considerado total de doze funcionários conforme proposta inicial cada funcionário receberia R\$2.176,00.

A tabela 15 demonstra a disparidade entre os valores dos materiais em relação à chapa de folhas para os três casos aqui demonstrados; Empresa, Associação sem Mão-de-Obra direta Associada e Associação com Mão-de-Obra direta associada.

Tabela 15: Tabela comparativa dos valores de Mercado de outros materiais versus o custo da chapa de folhas.

FONTE: Autor do trabalho.

Material	Preço m <sup>2</sup>	Comparativo Chapa de Folhas	Comparativo Chapa de Folhas(associação s/ mão obra direta associada )	Comparativo Chapa de Folhas (associação c/ mão obra direta associada )
MDF(claro 18mm)	R\$ 33.50	-72%	-54%	-44%
MDF(escuro 18mm)	R\$ 38.00	-69%	-48%	-36%
Compensado Náutico(20mm)	R\$ 87.00	-28%	20%	45%
Compensado (18mm)	R\$ 70.00	-42%	-4%	17%

Observa-se que quando se adota a estratégia de se associar todos colaboradores, o custo da chapa é bem menor em relação ao custo do compensado naval. Mesmo assim é importante ressaltar que o material deve também competir com as aplicações para essas chapas nas funcionalidades finais das mesmas. Isso significa apenas que a chapa de folhas pode substituir qualquer um dos materiais acima, mas não em todas as aplicações.

## 6. CONCLUSÃO

- A obtenção das folhas é a etapa que apresenta maiores desafios e riscos para cadeia produtiva do material. Existem soluções que são implementadas de modo a diminuir os custos dessa etapa da cadeia produtiva, bem como algumas fontes diversas para a obtenção desse material.
- A tecnologia para produção de chapas de folhas de maneira industrial é existente e possível de ser implementada de maneira bastante convencional, sem necessitar a criação de novos processos e até mesmo máquinas especializadas somente para essa aplicação.
- Os outros materiais diretos que fazem parte da composição do material apesar de serem em primeira instância nocivos ao contato direto com o homem, são ainda comuns dentro da indústria de materiais florestais. Em seu uso final, eles não correspondem riscos a saúde, porém enquanto em processo, cuidados devem ser observados e o seu uso deve ser de maneira mais restrita o possível.
- Devido ao tamanho da produção, grande parte das operações são manuais. Comparativamente, materiais como o MDF e o aglomerado de partículas tem uma produção muito alta e por isso são muito mecanizados.
- Os custos para a produção das chapas é alto, quando comparados com o preço de outras chapas vendidas no mercado de Manaus, porém se o caso do empreendimento for uma associação, o modelo para os custos permitiria uma maior competitividade contra outros materiais a exemplo dos compensados.

## **7. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

A identificação e análise do potencial real da chapa de folhas são necessárias na etapa de obtenção. No estado atual, não é possível estimar com um grau maior de precisão a quantidade de folhas que são descartadas todos os dias em uma cidade como Manaus. É necessário criar uma metodologia que permita a medição dessa quantidade não somente em Manaus, mas em qualquer local para se empreender a produção desse material. Um trabalho cujo escopo fosse somente a medição desse dado se faz necessário e proveria a informação que falta para se fabricar esse material.

Outro trabalho poderia analisar aspectos sociais que poderiam viabilizar a formação de associações que se responsabilizariam por empreendimentos que fossem mais mecanizados. A exemplo do que é mostrado por Oliveira (2010), isso significaria que a associação ao invés de apenas alimentar outras indústrias seria responsável pela produção do material reciclado, lucrando com esse beneficiamento. Este modelo seria interessante para a chapa de folhas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Condicionador de Ar Doméstico-NBR5858, Brasil, 2004.

ARENALES M., AMENTANO V., MORABITO R., YANASSE H., Pesquisa Operacional, Brasil, Elsevier Editora , 2007

AMAZONAS ENERGIA, Segunda Usina a gás da Eletrobras Amazonas Energia entra em operação, disponível em <http://www.amazonasenergia.gov.br/cms/segunda-usina-a-gas-da-eletobras-amazonas-energia-entra-em-operacao/> acessado em 27/05/2011.

BALLOU R., Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial 5ª edição, Estados Unidos, Bookman,2006.

BERKEL R. Life Cycle Assessment for Environmental Improvement of Mineral's Production. In:ENVIRONMENT WORKSHOP-MINERAL COUNCIL OF AUSTRALIA Australia, 2000.(artigo)

BERKES F. e FOLKE C. A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. Ecological Economics, Estados Unidos:Beijer Internationa Institute of Ecological Economics,1992.(livro)

BERMANN C. , Energia para quê e para quem no Brasil, In:Workshop Heinrich Böll Foundation Brazil, Brasil,2008.

BEUREN I.M , 4\_slides\_Gestão\_de\_Custos\_\_parte\_1.ppt, Universidade Federal do Amazonas, CD-ROM.

BEUREN I.M , 5\_slides\_Gestão\_de\_Custos\_\_parte\_2.ppt, Universidade Federal do Amazonas, CD-ROM.

CASTRO, E. M. Processo de produção mecânica de MDF. Dissertação de Mestrado. Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos,. Brasil, 2000

COHEN S. e RUSSEL J.. Strategic Supply Management: The 5 disciplines for top Performance. Estados Unidos: Mcgraw-Hill Professional 2005. (livro)

COY, M., KOHLHEEP G., Amazônia Sustentável: desenvolvimento sustentável entre políticas públicas, estratégias inovadoras e experiências locais. Brasil: Editora Garamond 2005. (livro)

DENARDIN V., SULZBACH M, Capital Natural na Perspectiva da Economia. Brasil: 2002 (livro)

FERREIRA J.A., Custos Industriais-Uma ênfase gerencial, Brasil: Editora STS, 2000

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Description of Manufacturing Processes, disponível em <http://www.fao.org/docrep/T0269e/t0269e03.htm#1.4%20particleboard%20production> acessado em 21/05/2011.

GONÇALVES S. L. F., ALMEIDA A. R. C., A industrial de Lâminas e Compensados de Madeira no Estado do Amazonas, In: ENEGEP, Brasil, 1998.

GRAZIANO F.. Motosserra sem ideologia, **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 01 jun 2010. Caderno 2 Espaço Aberto.

GUIA RH, Tabela de Cargos e salários, disponível em <http://www.guiarh.com.br/tabeladesalarios.htm> acessado em 06/06/2011

GPC QUÍMICA S.A., Ficha de Informações de Segurança para Produto Químico-FISPQ, Brasil, 2010.

HARRINGTON L.H., Private Fleets: Finding their niche, Estados Unidos, Transportation & Distribution, 1996.

HENDRICKSON C., LAVE L., MATTHEWS H.. Environmental life cycle assessment of goods and services: an input-output approach. Estados Unidos: Resources for the Future, 2006.

HUGOS M. Essentials of Supply Chain Management. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2006.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA. Cadeia Produtiva de Produtos Orgânicos. Brasil: Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento, 2007.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 81: Man-made Vitreous Fibres. Cap. 5., International Agency for Research on Cancer (IARC), Estados Unidos, 2002.

IBAMA, Tabela de Consumo e eficiência Energética, disponível em <[http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/detalhes\\_consulta\\_marca\\_modelo\\_rvep.php](http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/detalhes_consulta_marca_modelo_rvep.php)> acessado em 07/06/2011

INCA.(INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER). Fatores de risco-formol. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br>>. Acesso em 15 maio. 2011

INPA(Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Apresentação-Chapas Alternativas de Origem Vegetal, Brasil, 2007.

JEDLICKA W.. Packaging Sustainability: Tools, Systems and Strategies for Innovative Package Design. Estados Unidos:Jonh Wiley & Sons, 2009.

KEOLEIAN G. A. Product life cycle assessment to reduce health risks and environmental impacts. Estados Unidos: Noyes Data Corporation, 1994.

LEONI G. S.G. Planejamento, Implantação e Controle. Brasil: 2 ed; Atlas, 1996.

MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E.; SILVA, J. E. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 7, p. 582-595, 2008.

MARTIN T., Lixões com os dias contados, A crítica, Manaus, 07 out. 2010, Cotidiano.

MASTERS N. Sustainable use of new and recycled materials in coastal and fluvial construction: A guidance manual. Inglaterra:Thomas Telford Publishing, 2001.

MCGINNIS M. A., The relative Importance of Cost and Service in Freight Transportations Choice: Before and After Deregulation, **Transportation Journal vol.30**, 1990

MEGLIONI, Evandir. Custos. Brasil: Makron Books, 2001

MICROSOFT, Soluções para Pequenas Empresas: Custo de Funcionário, disponível em <[http://www.microsoft.com/business/smb/pt-br/office/solucoes/custo\\_funcionario.msp](http://www.microsoft.com/business/smb/pt-br/office/solucoes/custo_funcionario.msp)> acessado em 05/06/2011

MIELKE Eduardo. Análise da Cadeia Produtiva e Comercialização do Xaxim, Dicksonia sellowiana, no estado do Paraná. Brasil:Dissertação Apresentada no curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal do setor de ciências agrárias da Universidade federal do Paraná. 2002

MOURA D. A., BOTTER R. C., Caracterização do sistema de coleta programada de peças, Milk Run, **RAE-eletrônica**, v1, n1, disponível em <<http://www.rae.com.br/electronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1050&Secao=OPERA/LOGI&Volume=1&Numero=1&Ano=2002>> acessado em 01/01/2011

NASCIMENTO L. G. N., SOUZA R. C. R., BACELLAR A.A., A influência do PIE no Custo de Energia elétrica na cidade de Manaus. **Revista Brasileira de Energia,Vol.12**, 2006

OLIVEIRA M. C. R., Ação Coletiva e Ambiente: As associações de catadores de papelão na cidade de Manaus, Brasil, Dissertação apresentada ao programa de pós graduação em Ciências do Meio Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPG/CASA) na Universidade Federal do Amazonas, 2010.

RAM N., CK P.e MR R. Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation.In: Harvard Business Review, Estados Unidos: 2009.

RIZZON L.A., Sistema de Produção de Vinagre, Custos de Produção disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/custo.htm>> acessado em 12/02/2011.

ROCHA J., RIBEIRO M. G. S., BESSA T. M. F., PONTES C. L. F., LIMA V. M. O. C., RAMOS K. B. L.,  
Processo de Confeção de painéis com folhas vegetais, INPA, Brasil, 2007.

RODRIGUE J.P. Commodity Chains and Freight Transportation: The Geography of Transport  
Systems, cap.05 disponível em

<<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch5en/conc5en/ch5c3en.html>> . acessado em  
18/07/2010.

SALOMÃO J. F.. Referência nacional no manejo de floresta. Revista Sustentabilidade 2 de março,  
2010.

SCHALTEGGER S.. Life Cycle Assessment: Quo Vadis? Alemanha: Birkhäuser Verlag, 1996.

SCIENTIFIC APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION(SAIC), Life Cycle Assessment:  
Principles and Practice, Estados Unidos , Environmental Protection Agency(EPA), 2006

SEPÚLVEDA S.. Desenvolvimento sustentável microregional: métodos para planejamento  
local. Brasil: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2002

SILVA E. P., JANNUZZI G. D. M. GADGIL A. LEONARDI M. L., Possibilidades do Uso de fontes  
Renováveis de Energia em Manaus, **Revista Brasileira de Energia**, vol 6 , 1997

SOARES I. S., Estudo de uma fábrica de madeira compensada análise sistêmica e o fator  
humano, In: ENEGEP, Brasil, 1997.

TIMON D., FK WANG, A real-time vehicle dispatching system for consolidating milk runs.

**Transportation Research Part E: Logistics and transportation review**, v.43, n5, p.565-577, 2007.

VEIGA J.. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Brasil: Editora Garamond, 2005.

VETTER R. Secador Solar de Madeira, Brasil, INPA, 2006.

WILSON R. A., Transportation in America, Estados Unidos, ENO Transportation Foundation, 1999.

## GLOSSÁRIO

- Acidose** Diminuição do pH de todo o organismo provocando desequilíbrios metabólicos, ocasionando em caso mais grave o coma.
- Espécies Arbóreas** nomenclatura técnica dada às árvores que por sua vez são plantas que apresentam a capacidade de produzir madeira (lenho) como tecido de suporte.
- Just-in Time** Sistema de administração de produção que tem como característica principal a entrada de material dentro da empresa somente no momento da utilização do mesmo sem a criação de estoques intermediários.
- Milk-Run** É uma viagem onde o ponto de partida é o mesmo que o de destino com várias paradas dispostas no caminho, tem esse nome baseado no antigo serviço de entrega de leite de porta em porta