

ISSN 1679-2599

Outubro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 151**

# **Análise Diagnóstica e Prospectiva da Cadeia Produtiva de Energia de Biomassa de Origem Florestal**

Flávio José Simioni  
Vitor Afonso Hoeflich

Embrapa Florestas  
Colombo, PR  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

***Embrapa Florestas***

Estrada da Ribeira, Km 111, CP 319  
83411 000 - Colombo, PR - Brasil  
Fone/Fax: (41) 3675 5600  
www.cnpf.embrapa.br  
sac@cnpf.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Luiz Roberto Graça  
Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida  
Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Edilson Batista de Oliveira,  
Honorino Roque Rodigheri, Ivar Wendling, Maria Augusta Doetzer Rosot,  
Patrícia Póvoa de Mattos, Sandra Bos Mikich, Sérgio Ahrens

Supervisão editorial: Luiz Roberto Graça  
Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté  
Normalização bibliográfica: Lidia Woronkoff  
Tratamento de ilustrações:  
Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté  
Foto(s) da capa: STCP Engenharia de Projetos

**1ª edição**

1ª impressão (2007): sob demanda

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
***Embrapa Florestas***

---

Simioni, Flávio José.

Análise diagnóstica e prospectiva da cadeia produtiva de energia de  
biomassa de origem florestal. [recurso eletrônico] / Flávio José Simioni,  
Vitor Afonso Hoeflich. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa  
Florestas, 2007.

1 CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ;  
151)

1. Biomassa – Energia – Cadeia produtiva. 2. Recurso natural –  
Energia. I. Hoeflich, Vitor Afonso. II. Título. III. Série.

---

CDD 333.9539 (21. ed.)

© Embrapa 2007

## **Autores**

### **Flávio José Simioni**

Professor da UNIPLAC, Engenheiro Agrônomo (CAV/ UDESC), M.Sc. Economia Industrial (UFSC), Doutorando em Engenharia Florestal- Economia e Política Florestal (UFPR).  
simioni@uniplac.net.

### **Vitor Afonso Hoeflich**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia florestal da UFPR. Engenheiro Agrônomo. Pesquisador da *Embrapa Florestas*. Doutor em Economia Rural (UFV).  
vitor@cnpf.embrapa.br

# **Apresentação**

O presente trabalho caracteriza a cadeia produtiva de energia a partir de biomassa de origem florestal na região de Lages, SC. A análise realizada identificou que para a produção de energia são utilizados os resíduos das plantações florestais e da indústria de transformação da madeira, o que lhe confere uma característica de aproveitamento de resíduos.

Caracterizou-se que existe um ambiente institucional favorável à utilização da biomassa de origem florestal para a produção de energia, muito determinado, de um lado, pela escassez dos combustíveis fósseis e, de outro, pela valorização da produção de energia limpa, baseada em recursos renováveis. Quanto às políticas de incentivo às atividades da cadeia produtiva, conclui-se que permanecem tímidas, constituindo-se numa limitação ao crescimento da atividade.

O trabalho também identificou os principais fatores críticos referentes ao desempenho da cadeia produtiva de energia, bem como algumas oportunidades de desenvolvimento. A análise atual e a prospecção futura do grau de influência dos fatores críticos permitiram identificar necessidades, sobretudo de pesquisas, de capacitação e de ações coletivas que poderiam, se implementadas, promover um melhor desempenho da cadeia estudada.

Essa publicação é uma contribuição aplicada ao desenvolvimento da cadeia produtiva de energia de biomassa florestal, a partir do qual gestores públicos e privados poderão subsidiar-se para a elaboração e implementação de suas ações estratégicas.

Sérgio Gaiad  
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento  
*Embrapa Florestas*

# Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
3 METODOLOGIA .....	13
3.1 O Método para Análise Diagnóstica .....	15
3.2 O Método para Análise Prospectiva .....	26
3.2.1 Previsão ( <i>Forecast</i> ) .....	26
3.2.2 Visão ( <i>Foresight</i> ) .....	26
3.2.3 Monitoramento ( <i>Assessment</i> ) .....	28
3.3 Local de Realização e Delimitação do Estudo .....	31
3.4 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados .....	34
3.5 Fases do Desenvolvimento da Pesquisa .....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1 Análise Diagnóstica da Cadeia Produtiva de Energia a partir de Biomassa Florestal .....	42
4.1.1 Caracterização e Delimitação da Cadeia Produtiva de Energia .....	42
4.1.1.1. Segmento Insumos .....	46
4.1.1.2 Segmento da Produção Florestal .....	47

4.1.1.3 Segmento da Indústria .....	55
4.1.1.3.1 Indústria de Transformação Mecânica .....	55
a) Perfil da indústria .....	56
b) Produção de resíduos .....	59
c) Impactos da tecnologia na produção de resíduos .....	63
d) Qualidade dos resíduos .....	66
e) Comercialização dos resíduos .....	69
4.1.1.3.2 Usina de Geração de Energia .....	71
4.1.2 Ambiente Organizacional .....	74
4.1.3 Ambiente Institucional .....	77
4.1.3.1 Mudanças na Matriz Energética .....	77
4.1.3.2 Aspectos Relacionados à Produção Florestal .....	80
4.1.3.3 Aspectos relacionados à indústria .....	83
4.1.4 Caracterização das Transações entre os Agentes .....	84
4.1.4.1 Transações Envolvendo os Produtos da Floresta .....	84
4.1.4.2 Transações Envolvendo os Resíduos da Indústria .....	86
4.1.4.3 Transações Envolvendo Energia .....	88
4.1.5 Fatores Críticos e Oportunidades da Cadeia Produtiva de Energia .....	90
4.1.5.1 Fatores Críticos Relacionados à Produção Florestal .....	90
4.1.5.2 Fatores Críticos Relacionados à Industrialização da Madeira .....	93
4.1.5.3 Fatores Críticos Relativos à Utilização de Resíduos para Geração de Energia .....	99
4.2 Análise Prospectiva da Cadeia Produtiva de Energia a partir de Biomassa Florestal .....	101
4.2.1 Segmento da Produção Florestal .....	101
4.2.2 Segmento da Indústria .....	106
4.2.3 Segmento da Geração de Energia .....	110
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	114
6 REFERÊNCIAS .....	118

# Análise Diagnóstica e Prospectiva da Cadeia Produtiva de Energia de Biomassa de Origem Florestal

---

*Flávio José Simioni*

*Vitor Afonso Hoeflich*

## 1. INTRODUÇÃO

A região de Lages, SC, tem no agronegócio florestal sua principal atividade econômica. Faz parte desta um conjunto de empresas dos segmentos madeireiro<sup>1</sup>, de celulose e papel, e de móveis e energia, envolvendo várias cadeias produtivas. De acordo com dados da Secretaria da Fazenda Estadual, há mais de 450 empresas na região de Lages que, juntamente com outras atividades econômicas, que se desenvolveram de forma complementar, tais como a indústria de máquinas e equipamentos para madeira e a estrutura de colheita e transporte florestal, constituem uma aglomeração industrial chamada por alguns autores de *cluster* da madeira (HOFF e SIMIONI, 2004).

Esta nova configuração tem despertado uma série de estudos<sup>2</sup> acerca do adensamento industrial, na perspectiva de se avaliar a existência de ações cooperativas entre empresas que estimulem a competitividade frente a outras regiões produtoras. Os estudos indicam alguns problemas relacionados à cultura local não associativa, além do baixo valor agregado

---

<sup>1</sup> A indústria madeireira é tratada neste trabalho como sendo o conjunto de empresas que atuam no processamento mecânico primário e secundário da madeira, tais como: serrarias, laminadoras, fábricas de artefatos e de painéis.

<sup>2</sup> Ver Hoff e Simioni (2004), Simioni, Rotta e Brand (2003), Leão e Gonçalves (2002), Nascimento e Saleh (2002).

aos produtos, tais como baixa qualificação da mão-de-obra, poucas parcerias com fornecedores e clientes e, sobretudo, falta de planejamento de ações locais e regionais que visem ao fortalecimento e a busca de uma maior posição competitiva no mercado.

A principal fonte de matéria-prima destas indústrias provém dos plantios florestais com espécies de rápido crescimento, principalmente as do gênero *Pinus*. As plantações com pínus na região de Lages tiveram início nos anos 50 com a instalação das duas indústrias de celulose e papel, a Olinkraft e a Papel Celulose Catarinense. As plantações florestais foram implantadas, inicialmente, com o objetivo de fornecer matéria-prima (celulose) para as fábricas de papel instaladas na região. Entretanto, com a escassez da madeira nativa, especialmente a araucária, as empresas dos demais segmentos da cadeia produtiva também passaram a utilizar o pínus como fonte de matéria-prima.

Como resultado da atividade industrial, significativos volumes de resíduos de biomassa foram e continuam sendo gerados nas diferentes fases do processo de transformação da madeira. Brand e Neves (2005) têm realizado estudos de qualificação e quantificação dos resíduos da indústria de base florestal na região de Lages, chegando à cifra de 180 mil toneladas/mês.

Parte do resíduo é utilizada pelas próprias empresas produtoras na geração de energia necessária aos processos industriais, como por exemplo, na geração de vapor para a secagem de madeira, de papel e para outros fins. Porém até pouco tempo, um grande volume deste material não tinha uso específico, gerando poluição ambiental, principalmente da água e do ar, devida à sua queima a céu aberto ou à autocombustão provocada pelo estoque inadequado.

Diante deste quadro, a região de Lages incluiu em seu Plano de Desenvolvimento Tecnológico Regional (PDTR) (ACIL, 1998) a instalação de uma usina de co-geração de energia a partir da utilização de biomassa de origem florestal ou madeireira. Paralelamente, outras empresas passaram a utilizar esta mesma matéria-prima para gerar energia térmica e elétrica em substituição às fontes tradicionais (óleo combustível e gás). Assim, os

resíduos de biomassa deixaram de ser vistos como “lixo” e passaram a ser tratados como matéria-prima para a geração de energia.

Nos últimos anos, a questão energética tem despertado interesse, sobretudo na busca de fontes de energia alternativas, com menor impacto ambiental do que os combustíveis fósseis. A partir desta preocupação, a madeira tem-se constituído em uma opção para a geração de energia, inclusive com a criação de políticas setoriais para o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias mais eficientes para a conversão da biomassa em energia térmica e elétrica.

A utilização de fontes de geração de energia renováveis com tecnologias que contribuem para o uso eficiente e limpo tem forte tendência no cenário internacional. Conforme aponta o relatório sobre o estado da arte e tendências das tecnologias para energia (MACEDO, 2003), o desenvolvimento de P&D na direção de tecnologias que conferem maior sustentabilidade ambiental são priorizadas no mundo todo. Neste aspecto, o relatório aponta a biomassa energética como área de interesse, pois apresenta custos bastante interessantes e competitivos internacionalmente. Além deste aspecto, a disponibilidade de áreas para plantios de florestas é muito grande. Ainda de acordo com o relatório, os riscos associados ao suprimento e aos impactos ao meio ambiente farão crescer o interesse em combustíveis “limpos”, em que a biomassa deverá suprir uma fração crescente da demanda de energia. Estudos realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em prospecção tecnológica em energia, apontam que as tecnologias relacionadas ao uso de biomassa para geração de energia deverão ser objeto de novos estudos prospectivos (JANNUZZI et al, 2004).

Esta nova configuração, na qual a biomassa de origem florestal ou madeireira passou a ser mais disputada, desencadeou maior concorrência entre os diferentes segmentos da cadeia na busca desta matéria-prima. Neste caso, a produção de energia concorre diretamente com a produção de celulose e papel, além de alguns tipos de chapas, pois estes segmentos industriais utilizam a mesma biomassa como principal matéria-prima. Assim, o mercado de biomassa de origem florestal para a geração de energia vem

sofrendo mudanças significativas, com alterações na estrutura de governança, no ambiente competitivo, nas relações entre fornecedores e clientes e na trajetória tecnológica das firmas, impactando diretamente o desempenho competitivo.

Esta dinâmica necessita ser estudada, visando a orientar a tomada de decisões e a proposição de políticas públicas e privadas para o planejamento estratégico regional do setor, no intuito de buscar o seu crescimento e desenvolvimento sustentável. Na região de Lages, SC, Hoff e Simioni (2004) realizaram diagnósticos com avaliação da competitividade, dinâmica tecnológica, características da formação de um *cluster*, além da proposição de políticas públicas para o desenvolvimento do setor de base florestal na região.

Uma experiência de prospecção da produção florestal em Santa Catarina foi realizada recentemente, com o objetivo de identificar os fatores críticos em relação ao seu desenvolvimento, utilizando como metodologia a técnica de sistematização das opiniões dos especialistas na área. Os principais fatores críticos encontrados foram agrupados em oito itens, quais sejam: problemas relacionados à legislação ambiental; tecnologia de produção; pesquisa & desenvolvimento; deficiências relacionadas à produção florestal; problemas com a imagem do setor; mercado concentrado; dificuldades de crédito; e pouca integração entre os diversos segmentos da cadeia produtiva (SIMIONI e HOFF, 2006).

Desta forma, o objeto de estudo da presente tese é o mercado de biomassa florestal para a geração de energia. A pesquisa terá como unidade de análise a cadeia produtiva de energia a partir de biomassa de origem florestal localizada na região de Lages, SC.

Neste sentido, encontrar alternativas de como potencializar o desempenho competitivo da cadeia produtiva de energia a partir da utilização de biomassa de origem florestal pode significar uma contribuição significativa para o desenvolvimento da região e se constitui no principal problema de pesquisa.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a cadeia produtiva de energia a partir de biomassa de origem florestal na região de Lages, SC, visando identificar e prospectar o comportamento futuro dos fatores críticos, bem como as demandas de capacitação e de pesquisas que visem ao melhor desempenho competitivo desta.

### 2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar e delimitar os segmentos que compõem a cadeia produtiva de energia de biomassa na região de Lages, SC;
- b) Identificar e avaliar a atuação das organizações visando à obtenção de vantagens competitivas para a cadeia produtiva;
- c) Avaliar o impacto do ambiente institucional sobre o desempenho da cadeia produtiva;
- d) Caracterizar as principais transações entre os segmentos da cadeia e avaliar como estas determinam a coordenação e a governança;
- e) Identificar os principais fatores críticos relativos ao desempenho da cadeia produtiva, bem como prospectar seu comportamento futuro;
- f) Identificar as demandas de capacitação e pesquisa que visam enfrentar os fatores críticos, disponibilizando informações que podem subsidiar a definição de um planejamento estratégico para a cadeia produtiva.

## 3. METODOLOGIA

Os estudos na área da prospecção tecnológica no mundo tiveram início nos anos 60 e avançaram de forma significativamente rápida, devido ao crescente avanço da ciência, das inovações tecnológicas e do desenvolvimento econômico mundial. Cabe destacar, para além da esfera do interesse econômico, o importante papel da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) na difusão desta técnica, sobretudo, aos países em desenvolvimento (FERNANDEZ, 2003).

No Brasil, as técnicas de prospecção tecnológica foram incorporadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa) no início dos anos 90, juntamente com o planejamento estratégico (JOHNSON et al, 1991). A metodologia foi aprofundada para ser utilizada como uma ferramenta que se apresenta como fator preponderante na identificação e priorização de demandas de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), associado a seu principal produto, a tecnologia.

Desde então, a Embrapa tem realizado estudos de prospecção visando identificar as demandas de tecnologias para subsidiar a tomada de decisão de cada centro de pesquisa. Mais recentemente, o projeto QUO VADIS foi realizado em 2005 com o intuito de prospectar o futuro da pesquisa agropecuária no Brasil (LIMA et al, 2005).

Com esta visão, a Embrapa associa ao diagnóstico da cadeia produtiva a análise prospectiva, como sendo uma técnica de planejamento usada para melhorar a base de informações disponível aos gestores, melhorando a tomada de decisão gerencial. Busca-se identificar as tendências futuras (demandas tecnológicas ou não-tecnológicas<sup>3</sup>) de comportamento de variáveis socioeconômicas, culturais, políticas e tecnológicas, no intuito de planejar os investimentos em P&D para aumentar sua eficiência, proporcionando-se condições a racionalizar os processos de pesquisa (CASTRO et al, 1998, p. 15).

No âmbito do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), as atividades de prospecção iniciaram em 2000, com o Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial. Este tinha como objetivo promover a competitividade de cadeias produtivas a partir da prospecção tecnológica. Isto evidencia o quanto é recente o uso desta técnica associada ao estudo de cadeias produtivas. Os estudos de prospecção foram realizados em várias cadeias produtivas, destacando-se a prospecção tecnológica da cadeia produtiva madeira e móveis, que apontou os fatores críticos dos diversos pólos de produção moveleira do Brasil (IPT, 2002).

---

<sup>3</sup> As demandas tecnológicas referem-se às ações de adaptação, difusão ou geração de novas tecnologias, enquanto as não-tecnológicas referem-se a fatores conjunturais com impactos indiretos nos resultados da pesquisa.

Outra instituição que tem desenvolvido estudos prospectivos é o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Destaca-se o estudo de prospecção tecnológica em energia, com aplicação do questionário Delphi, apontando a tendência para a crescente demanda por energias a partir de fontes renováveis (CGEE, 2006).

Algumas abordagens analíticas tais como a do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (PENSA) são direcionadas para a realização de estudos de competitividade de Sistemas Agroindustriais (SAGs). Esta problematização pode ser encontrada no Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB) de Coutinho e Ferraz (1994) e Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1995).

Existem, entretanto, outras metodologias que apresentam semelhanças na base conceitual, porém, com propósitos ou finalidades distintos. Castro (2002) destacou, a título de exemplo, as metodologias desenvolvidas pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA, 1994), por Busch (1990), por Pessoa e Leite (1998) e por Souza Neto e Bellinetti (1995).

Tomando como base as publicações realizadas nos congressos da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER), verifica-se que, em sua maioria, os artigos utilizam a cadeia produtiva como uma unidade de análise, mas com finalidades bastante diversas, tais como: análise da competitividade e da coordenação; estudos dos impactos econômicos sobre as cadeias; impactos da tecnologia; caracterização dos agentes e do sistema produtivo.

### **3.1 O Método para Análise Diagnóstica**

Como ponto inicial nos estudos prospectivos, é necessário realizar uma análise diagnóstica do objeto de estudo, com a finalidade de conhecer suas características e identificar os fatores que são críticos ao seu desempenho, bem como as oportunidades que podem ser estimuladas mediante a adoção de políticas e ações.

Diante disso, para a realização de uma análise diagnóstica, necessita-se, inicialmente, delimitar o objeto de estudo. Esta delimitação consiste em estabelecer um recorte, ou seja, os limites a partir dos quais se define a unidade de análise. De acordo com a literatura relacionada à visão sistêmica, o recorte pode constituir um Sistema Agroindustrial (SAG), um Complexo Agroindustrial (CAI) ou uma Cadeia Produtiva (CP). Pela ótica da concentração de empresas, pode-se ter um *cluster* ou Distrito Industrial (DI), um Arranjo Produtivo Local (APL) ou uma Rede de Empresas.

Na concepção da visão sistêmica, as vertentes teóricas que influenciaram sobremaneira os estudos do agronegócio são: uma relacionada ao termo *agribusiness* ou *Commodity System Approach (CSA)* e outra, a *analyse de filière*.

A primeira vertente teórica, inicialmente apontada por Davis e Goldberg (1957) e, posteriormente, ampliada por Goldberg (1968), surgiu da percepção de que a agricultura não mais poderia ser analisada de forma isolada, sem considerar suas inter-relações com outros sistemas. De acordo com Zylberstajn (2000), tais estudos alcançaram um grande sucesso, atribuído, em grande medida, a um aparato teórico de natureza não complexa e à precisão com que as tendências do *agribusiness* moderno eram antecipadas. Estes centralizavam as transformações por que passam os produtos, sugerindo uma lógica de encadeamento das atividades. Consideravam, também, o enfoque sistêmico, os aspectos institucionais, o papel do Estado, as mudanças tecnológicas, o perfil de coordenação e características de integração vertical, bem como as relações contratuais. O autor destaca, ainda, que os estudos focalizam um único produto em uma determinada localização geográfica.

A segunda vertente teve origem na França, com base no conceito de cadeia agroalimentar, ou seja, na transformação de uma *commodity* em um produto pronto para o consumidor (MORVAN, 1988). Ainda de acordo com Morvan (1988), a noção de cadeia (*filière*) de produção é útil para descrição técnico-econômica, para decompor o sistema produtivo, como um método de análise das estratégias das firmas, como espaço de análise

das inovações tecnológicas e como um instrumento para elaboração de política industrial.

Assim, Morvan (1988, p. 269) define *filière* como

[...] uma sucessão de operações de transformação de bens. A articulação de cada operação é largamente influenciada pela fronteira de possibilidades dadas pela tecnologia em curso e é definida pelas estratégias dos agentes que buscam a máxima valorização de seu capital. As relações entre os agentes são de interdependência ou complementaridade e são determinadas por forças hierárquicas. Utilizada em diferentes níveis de análise, a cadeia como um sistema, mais ou menos capaz de assegurar sua própria transformação.

A partir desta visão, trata-se de um conjunto de componentes (ou agentes) e processos interligados que agem no intuito de fornecer produto aos consumidores finais, via transformação de insumos básicos, constituindo-se em um sistema, chamado de negócio agrícola, que pode se subdividir em sistemas menores ou subsistemas (CASTRO, LIMA e FREITAS FILHO, 1999). Portanto, conforme se dá este recorte de análise, tem-se um SAG, um CAI ou uma CP:

§ Sistema Agroindustrial: “é o conjunto de atividades que concorrem para a produção de produtos agroindustriais, desde a produção de insumos até a chegada do produto final ao consumidor” (BATALHA e SILVA, 2001, p. 32). O conceito não está associado a nenhum produto final específico e assemelha-se a definição de *Agribusiness*.

§ Complexo Agroindustrial: “[...] tem como ponto de partida determinada matéria-prima de base” (BATALHA e SILVA, 2001, p. 34). O autor cita como exemplo: o complexo soja, leite, etc.

§ Cadeia Produtiva: Batalha e Silva (2001, p. 34) destacam que, ao contrário do CAI, “a cadeia de produção é definida a partir de um determinado produto final”. Os autores utilizam o conceito de cadeia produtiva dado por Morvan (1988).

Na segunda concepção, os estudos focam as aglomerações de empresas, com destaque para três metodologias. Inicialmente, os *clusters* caracterizam-se pela concentração geográfica e setorial de empresas, principalmente, de menor porte. Já o Distrito Industrial é um *cluster* com eficiência coletiva, em que há a soma de estoques de externalidades, mais as ações conjuntas, voluntárias e cooperativas das empresas (BECATINI, 1994; AZAIS, CORSANI e NICOLAS, 1997; e RABELLOTTI, 1997). De acordo com Haddad (1998), o objetivo da análise de *clusters* é a criação de capacidades produtivas especializadas dentro de regiões, para a promoção de seu desenvolvimento econômico, ambiental e social.

Conforme Suzigan et al (2003) e segundo a definição adotada pela Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist), os Arranjos Produtivos Locais são:

[...] aglomerações territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais – com foco em um conjunto específico de atividades econômicas – que apresentam vínculos mesmo que incipientes. Geralmente envolvem a participação e a interação de empresas [...] e suas variadas formas de representação e associação. Incluem também diversas outras instituições públicas e privadas voltadas para: formação e capacitação de recursos humanos; pesquisa e desenvolvimento; política, promoção e financiamento.” (<http://www.ie.ufrj.br/redesist/>).

Lastres e Cassiolato (2003) destacam algumas vantagens deste foco de análise, tais como: a) representa uma unidade de observação e análise, mais abrangente do que a empresa, setor ou cadeia produtiva; b) focaliza um grupo de diferentes agentes e atividades conexas que usualmente caracterizam qualquer sistema produtivo e inovativo local; e c) representa um nível em que as políticas de promoção podem ser mais efetivas.

O conceito de redes de empresas surgiu do consenso de que as análises dos fatores que influenciam o desempenho competitivo devem centrar-se não apenas em uma empresa individual, mas nas relações entre estas e as demais instituições. Britto (2002, p. 347) conceitua redes de empresas como sendo “arranjos interorganizacionais baseados em vínculos sistemáticos – muitas vezes de caráter cooperativo – entre empresas

formalmente independentes, que dão origem a uma forma particular de coordenação das atividades econômicas”.<sup>4</sup>

Com o intuito de sistematizar as diferentes tipologias de redes de empresas, as quais representam a diversidade institucional das redes, Britto (2002) apresenta esta classificação segundo alguns autores. Para Garofoli (1993), as tipologias são: Sistemas de Produção em Grande Escala (redes verticais); Sistemas de Pequenas Empresas (distritos industriais); produção descentralizada (com empresa dominante); e acordos cooperativos baseados em alianças estratégicas. Markusen (1994) classifica-as em: distritos marshallianos tradicionais; distritos do tipo centro-radial; plataformas industriais satélites; e distritos suportados pelo Estado. Por sua vez, Langlois e Robertson (1995) subdividem-nas em: distrito marshalliano; distritos do tipo “terceira Itália”; distritos inovativos do tipo *Venture Capital (Silicon Valley)*; e redes japonesas (*Kaisha Networks*). Uma análise mais detalhada das diferentes abordagens teóricas para a análise do agronegócio foi publicada por Simioni e Hoeflich (2007).

Para a realização da análise diagnóstica da cadeia produtiva de energia, a partir de biomassa florestal, utilizou-se o modelo de análise proposto por Castro et al (1998) e Castro (2002), utilizado pela Embrapa na prospecção de demandas tecnológicas de cadeias produtivas (Figura 1).

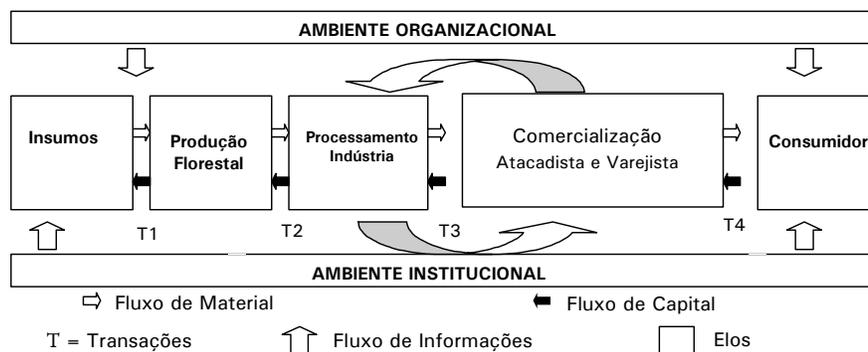


Figura 1. Representação esquemática do modelo geral de análise de uma cadeia produtiva  
 Fonte: Adaptado de Castro (2002, p. 9).

<sup>4</sup> O autor diferencia o conceito de estruturas em rede em mais outras duas formas: “empresas em rede”, como sendo conformações intra-organizacionais que se estruturam como desdobramento evolutivo da empresa multidivisional, a partir do advento de novas tecnologias de informação-telecomunicação; e “indústrias em rede”, que estão associadas a setores de infra-estrutura, baseando-se num padrão de interconexão e compatibilidade entre unidades produtivas.

Este modelo foi adotado em função do entendimento de que o conceito de cadeia produtiva apresenta enfoque sistêmico e é uma importante ferramenta para a compreensão da complexidade (CASTRO, 2002). Segundo o autor, esta abordagem se constitui em uma vantagem nos estudos, podendo contribuir para melhorar a capacidade analítica aplicável a processos produtivos de qualquer natureza. Esta justificativa também é apontada por Castro, Cobre e Goedert (1995); Castro et al (1998); Castro, Lima e Freitas Filho (1999); Castro, Lima e Hoeflich (2002); e Castro, Lima e Cristo (2002).

De acordo com o MDIC (2000), é essencial a identificação dos fatores condicionantes da competitividade em cada cadeia produtiva, uma vez que a competição internacional se faz entre cadeias. Prochnik (2001) também propõe a utilização das cadeias produtivas como uma unidade de análise na política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

Dessa forma, a cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal apresenta estreita relação com as outras cadeias presentes no complexo madeira. Essa relação caracteriza o estudo como transversal e acredita-se que a cadeia energia está inserida num contexto de interdependência do complexo regional, em que a análise diagnóstica proporcionará uma leitura da realidade, de modo a permitir a identificação dos fatores críticos que impedem o crescimento e desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva.

O modelo de análise diagnóstica apresentado na Figura 1 contempla as seguintes etapas básicas:

- 1) Desenho da cadeia produtiva;
- 2) Análise do ambiente organizacional;
- 3) Análise do ambiente institucional;
- 4) Análise das transações entre os segmentos da cadeia produtiva;
- 5) Identificação dos fatores críticos.

O desenho da cadeia produtiva consiste na delimitação da cadeia, identificando os segmentos que a compõem, bem como o fluxo físico dos materiais desde a origem (segmento insumos) até o consumidor final. Cada segmento foi caracterizado com informações sobre o processo produtivo, seus limites, produtos e outras informações que, de modo mais específico, foram importantes para entender a dinâmica da cadeia produtiva em estudo.

De acordo com Castro, Lima e Hoeflich (2002, p. 92), “o ambiente organizacional é integrado pelo conjunto de organizações públicas ou privadas que apóiam o funcionamento da cadeia”. Para Farina (1999), estas organizações são responsáveis pela provisão de um conjunto de bens e serviços, sobre os quais a empresa não tem, individualmente, controle, e que influenciam suas estratégias. Assim, na análise do ambiente organizacional, foram identificados a presença de organizações corporativas, sindicatos, institutos de pesquisa e universidades que visam à melhoria da eficiência e ao aumento da competitividade.

O ambiente institucional<sup>5</sup> pode ser entendido como as regras do jogo. Para Williamson (1991), trata-se de um conjunto de regras, costumes, tradições, sistema legal e políticas macroeconômicas que estabelecem as bases para a produção, a troca e a distribuição. Com base nesse conceito, foram analisados os aspectos considerados mais importantes e os que influenciam de forma mais direta e específica a cadeia em estudo, tais como os impactos das novas diretrizes do Plano Nacional de Energia e as políticas relacionadas ao incremento da produção florestal.

A análise das transações entre os segmentos da cadeia produtiva faz parte da Economia dos Custos de Transação (ECT), que tem origem no trabalho de Coase (1937). A proposta de Coase surgiu da percepção de que, na negociação através do mercado, existem custos advindos da busca de informação, negociação e formulação de contratos, que não podiam ser desconsiderados, constituindo estes os “custos de transação”. Neste

---

<sup>5</sup> A relação entre o ambiente institucional e o desenvolvimento econômico tem sido a principal corrente de Douglas North em 1993, consagrando o *slogan* da Nova Economia Institucional (NEI): “instituições são importantes e suscetíveis de análise” (AZEVEDO, 1997, p. 63).

contexto, a firma passa a ser eleita como um espaço em que se evitaria ou se reduziriam esses custos. Williamson (1985) observa que a decisão de uma transação organizada dentro da firma (hierarquicamente) ou entre firmas autônomas (via mercado) depende dos custos de transação a ela associada.

Qualquer transação entre agentes econômicos envolve riscos de que os elementos acordados entre eles não se efetivem. Mecanismos e estruturas de governança são adotados com o objetivo de reduzir tais riscos e suas conseqüências. Uma transação acontece sempre que “[...] um bem ou serviço é transferido através de uma interface tecnologicamente separada. Um estágio de atividade termina e outro começa” (Williamson, 1985, p. 1).

Os custos associados à transação estão relacionados aos custos *ex-ante* e *ex-post*. Os primeiros referem-se aos custos de coleta e processamento de informações, de negociações e estabelecimento de salvaguardas. Já os custos após a realização do contrato são de renegociação, monitoramento e de adaptações a circunstâncias não previstas inicialmente.

A ECT está vinculada a dois pressupostos comportamentais fundamentais: racionalidade limitada<sup>6</sup> e oportunismo. A hipótese da racionalidade limitada está relacionada à capacidade cognitiva limitada dos agentes, os quais se presume sejam racionais, no entanto apresentam limites frente a um ambiente econômico complexo, além da incerteza imposta pela impossibilidade de antecipar eventos futuros (SIFFERT FILHO, 1995; HIRATUKA, 1997; e FARINA, 1997). O oportunismo é definido por Williamson como “a busca do próprio interesse, associado a intenções dolosas de manipular ou distorcer informações de maneira a confundir a outra parte da transação” (NICOLAU, 1994; e HIRATUKA, 1997, p. 19). Diante do oportunismo, decorre a incerteza na avaliação do comportamento de outros agentes ligados à transação.

---

<sup>6</sup> Farina (1997) destaca que a tradição ortodoxa apóia-se no pressuposto da racionalidade plena por parte dos agentes econômicos. No entanto, a racionalidade pode ser limitada pelo custo de processamento e coleta de informações e pela impossibilidade de lidar com problemas complexos, mesmo que bem estruturados.

Diante da situação de que os contratos são incompletos, uma vez que se torna impossível prever todas as contingências futuras devido à racionalidade limitada dos agentes, tem-se a possibilidade de comportamentos oportunistas em situações que ocorrem *ex-post*, não previstas no contrato, sem poder prever as conseqüências desse comportamento. Assim, evidencia-se a origem dos custos de transação.

Os atributos das transações, segundo Williamson (1985), são basicamente três: especificidade do ativo, freqüência e incerteza. À medida que aumenta a especificidade do ativo, maiores serão os riscos de perda associados a uma ação oportunista e problemas de adaptação e, conseqüentemente, maiores serão os custos de transação. Caracteriza-se o ativo específico quando a interrupção da transação leva necessariamente a uma perda no valor produtivo desse ativo, mesmo em seu melhor uso alternativo, ou como investimentos não recuperáveis antes do término do contrato. A especificidade do ativo pode ser dada por: especificidade geográfica; física; do capital humano; ativos dedicados, feitos sob encomenda; ativos de qualidade superior ou relacionados a padrões e marcas; e especificidade temporal.

Em relação às freqüências das transações, quanto maiores, menores serão os custos fixos médios e menores as atitudes oportunistas que implicam a interrupção dos contratos. A importância dessa dimensão manifesta-se em vários aspectos: a) a diluição dos custos de adoção de um mecanismo complexo por várias transações; b) a possibilidade de construção de reputação por parte dos agentes envolvidos na transação; c) a redução da incerteza, através do conhecimento dos agentes; d) a construção de reputação em torno de uma marca; e e) a criação de um compromisso confiável entre as partes em torno do objeto comum de continuidade da relação (AZEVEDO, 2000).

Farina (1997) distingue três tratamentos diferentes ao conceito de incerteza. O primeiro, dado por Williamson (1991), é denominado por risco e refere-se à variância de uma dada distribuição de probabilidade, dada pela ocorrência de um número maior de distúrbios ou quando os distúrbios tornam-se intrinsecamente mais importantes. O segundo, utilizado por

North (1994), corresponde efetivamente ao desconhecimento dos possíveis eventos futuros e, o terceiro, dado por Milgrom & Roberts (1994), que enfatizam a assimetria informacional. Sob um ambiente de incerteza, maior é o espaço para renegociação futura e maiores são as possibilidades de perdas derivadas do comportamento oportunista.

Como destaca Hiratuka (1997), a incerteza comportamental ganha mais importância quando as transações incluem ativos específicos. Nestes casos, a continuidade das transações torna-se fundamental e a incerteza adquire dimensão crucial, uma vez que comportamentos oportunistas acarretam maiores custos de transação.

Considerando os pressupostos comportamentais e as dimensões ou atributos das transações, o grau em que estas se apresentam determina a necessidade de se adotar forma organizacional adequada para garantir a continuidade das transações. O desenvolvimento de certas instituições, voltadas à coordenação das transações, resulta de esforços para diminuição dos custos a estas associados. Busca criar, neste sentido, estruturas de gestão apropriadas, incluindo aquelas que combinam elementos de interação tipicamente mercantil com procedimentos de tipo administrativo (PONDÉ, 1993). Williamson define, nestes termos, três estruturas de governança: o mercado, a hierarquia e uma forma híbrida (relação contratual).

O mercado é considerado a estrutura mais eficiente quando os ativos específicos não estão presentes. Compradores e vendedores não têm nenhuma relação de dependência, pois, devido à inexistência ou existência, em grau desprezível, de ativos específicos, cada um pode estabelecer transações com novos parceiros sem perdas econômicas. Williamson (1985, p. 91) afirma que “[...] o mercado é o modo preferido de suprimento quando a especificidade dos ativos é baixa – em função de problemas burocráticos e de incentivo da organização interna em aspectos de controle de custos de produção”. Logo, as partes autônomas realizam transações sem haver desejo de estabelecerem laços contratuais de longo prazo.

A hierarquia ou integração vertical ocorre quando dois ou mais estágios de produção unem-se em uma única firma. Como as operações de produção são realizadas por uma única firma, há um alto poder de adaptabilidade, pelo maior controle de distúrbios e mudanças nos ambientes competitivo, institucional e tecnológico por parte da estrutura hierárquica interna. Entretanto, os custos burocráticos são maiores.

De acordo com a análise de Hiratuka (1997), à medida que as transações envolvem ativos específicos, a coordenação pelo mercado perde eficiência e surge a necessidade de um mecanismo mais cooperativo, que permita um processo de negociação mais efetivo. É por esta razão que a internalização das atividades dentro da firma torna-se mais vantajosa em termos de custos de transação e adaptabilidade.

As formas híbridas são aquelas estruturas que se situam entre os extremos do mercado e hierarquia, combinando seus elementos. Em termos transacionais, a funcionalidade e a justificativa para a emergência destas estruturas de governança sustentam-se na possibilidade de atenuar os efeitos da incerteza comportamental e de algumas desvantagens da integração vertical, como as distorções burocráticas e as perdas de economias de escala e escopo (PONDÉ, 1993). Mas, conforme afirma Nicolau (1994), perdas de incentivo e aumento no custo de monitoramento forçam a descentralização da atividade e a substituição do controle por incentivos, ou como observa Farina (1997), à medida que se caminha do mercado em direção à hierarquia, perde-se em incentivo e ganha-se em controle.

A identificação dos fatores críticos foi realizada a partir da análise das etapas anteriores, que, por sua vez, foram priorizadas e constituíram-se nos objetos da análise prospectiva. De acordo com Castro, Cobre e Goedert (1995), Castro et al (1998) e Castro, Lima e Cristo (2002), os fatores críticos são entendidos como qualquer variável que afeta, de modo relevante, positiva ou negativamente o desempenho da cadeia em análise. Se o efeito for positivo, está-se diante de uma força propulsora, ao contrário, tem-se uma força restritiva.

### 3.2 O Método para Análise Prospectiva

Para a realização de estudos prospectivos, várias são as abordagens teórico-metodológicas que orientam a definição da unidade de análise e o método de prospecção. No Brasil, têm-se utilizado os termos prospecção, prospectiva e estudos do futuro de modo semelhante. Entretanto, Santos et al (2004b) sugerem a denominação “prospecção em ciência, tecnologia e inovação” pois, desse modo, amplia-se o alcance do estudo abrangendo as interações entre tecnologia e sociedade, uma vez que são incorporados elementos sociais, culturais e estratégicos nas práticas desenvolvidas.

De modo a compreender as diferentes concepções teóricas, suas similaridades e diferenças, bem como seus desdobramentos e alternativas, são apresentadas as definições clássicas das abordagens relacionadas ao estudo do futuro. Embora tais abordagens, juntamente com técnicas e métodos, destinadas a prospectar o futuro tenham sido sistematizadas por Porter et al (2004) como sendo *Technology Future Analysis* (TFA), apresentam-se a seguir os conceitos dos três grupos de abordagens principais.

#### 3.2.1 Previsão (*Forecast*)

Representa o *mainstream* ao lado de outras abordagens de prospecção. Consiste em trabalhar informações de evolução histórica, modelos matemáticos e projeção de situações futuras. Conforme destaca Salles-Filho et al (2001), possui uma conotação próxima à predição, ou seja, relacionada à construção de modelos para definir as relações causais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e esboçar cenários probabilísticos do futuro, conferindo à técnica um caráter determinista.

Conforme destaca Coelho (2003), a definição de *forecasting* está associada ao grau de precisão que os exercícios apresentam, relacionado a uma indicação probabilística sobre o futuro em relação a possibilidades alternativas.

#### 3.2.2 Visão (*Foresight*)

De origem inglesa, o *foresight* é desenvolvido através da projeção de

especialistas com base no seu próprio conhecimento, no intuito de subsidiar a formulação de políticas, o planejamento e a tomada de decisões. Um dos pioneiros autores a pesquisar o *foresight*, Coates (1985) definiu-o como sendo um processo utilizado para compreender as forças que moldam o futuro de longo prazo.

Conforme destaca Zackiewicz (2003), em meio às críticas ao *forecast*, os autores Martin e Irvine publicaram em 1984 o "*Foresight in Science, Picking the Winners*", ligando o estudo do futuro com os recentes exercícios sobre mudanças tecnológicas e o processo de inovação. Com esta contribuição, o conceito de *foresight* se ampliou e foi além de somente prever o futuro, procurando identificar tecnologias e áreas de pesquisas estratégicas. Assim, o conceito de *foresight* foi definido como um processo que se ocupa em, sistematicamente, examinar o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade, com o objetivo de identificar as áreas de pesquisas estratégicas e as tecnologias emergentes que tenham a propensão de gerar os maiores benefícios econômicos e sociais (MARTIN, ANDERSON e MACLEAN, 1998; MARTIN, 2001). Tal como no *foresight*, a *prospective*, de origem francesa, possui a referência no presente e não no futuro. De acordo com Zackiewicz (2003, p. 202), "o ponto de partida é assumido como não neutro e, no geral, os resultados do pensar o futuro em termos prospectivos é normativo, levando à definição de prioridades ou outras políticas visando impactos pré-definidos". Percebe-se, através do conceito, a idéia de preparar-se para a mudança esperada, além de provocar uma mudança desejada, dando a característica pré e pró-ativa à abordagem.

Tais abordagens eram pouco conhecidas e não foram muito utilizadas nos estudos prospectivos. Nos últimos anos, o *foresight* passou a ser mais utilizado por organismos governamentais de geração de tecnologia. Segundo Gavigan e Scapolo (1999), o *foresight* diferencia-se das demais abordagens, pois consegue facilitar e estruturar o processo de pensamento antecipativo nas dimensões de planejamento de forma mais fácil e explícita.

Conforme destacam Santos et al (2004a, p. 195), o *foresight* é considerado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) como

“uma abordagem participativa importante para habilitar os governos e empresas a serem capazes de responder aos novos desafios e oportunidades, de forma rápida e eficiente, analisando a ciência e tecnologia como principais fatores de mudança e capazes de impactar substancialmente os cenários futuros”. Compreende três dimensões: pensar, debater e modelar o futuro para orientar a tomada de decisão. Pensar o futuro considerando mudanças e tendências, especialmente as da ciência e tecnologia, com o envolvimento de diferentes grupos de interesse, identificando os futuros possíveis e desejáveis que orientassem a tomada de decisões.

Com este sentido, o *foresight* pode ser entendido como um processo pelo qual se pode obter um entendimento mais completo das forças que moldam o futuro e que devem ser levadas em consideração na formulação de políticas, no planejamento e na tomada de decisão (COATES, 1985).

### 3.2.3 Monitoramento (*Assessment*)

A monitoração tecnológica recebe várias denominações: *veille technologique* (francês); *technological watch*, *environmental scanning* e *assessment* (inglês); e *vigilância tecnológica* (espanhol). Consiste no acompanhamento da evolução e identificação de sinais de mudança, realizados de forma mais ou menos sistemática e contínua.

Diferentemente da abordagem utilizada, métodos e técnicas são empregados para aperfeiçoar a atividade prospectiva, como meio de obter as respostas em relação ao objeto de estudo. É extensa a lista de métodos e técnicas que surgiram na literatura e tende a ser ainda maior. Conforme destacam Santos et al (2004a), as diferentes denominações para grupos e estruturas conceituais têm gerado confusão na terminologia, dificultando a elaboração de seus conceitos. Decorrente desta problemática, surge o fato de que alguns são utilizados para fins diferentes daqueles para os quais foram criados.

Os autores fazem uma classificação de acordo com as abordagens e habilidades requeridas: *hard* (quantitativos, empíricos e numéricos) ou *soft* (qualitativos); e normativos (iniciando o processo com percepção da

necessidade futura) ou exploratórios (iniciando o processo a partir da extrapolação das capacidades tecnológicas correntes).

Alguns trabalhos<sup>7</sup> tentaram sistematizar e classificar os métodos e técnicas existentes e em uso nos exercícios prospectivos, dividindo-os em nove famílias: criatividade; métodos descritivos e matrizes; métodos estatísticos; opinião de especialistas; monitoramento e sistemas de inteligência; modelagem e simulação; cenários; análise de tendências; e avaliação/decisão. Outra classificação conhecida como “triângulo de *foresight*” relaciona os diferentes métodos e técnicas em três dimensões: a) criatividade, ligados à imaginação; b) *expertise*, influenciados pela experiência e conhecimento; e c) interação, que buscam a discussão e interação (LOVERIDGE, 1996). Coelho et al (2005) destacam que essa classificação está sendo complementada pela dimensão que trata das evidências, considerando a análise de dados reais, o que constitui o chamado “diamante de *foresight*”.

Diante deste quadro teórico-metodológico, para realizar a análise prospectiva da cadeia produtiva de energia a partir de biomassa florestal, utilizou-se a abordagem do *foresight*, desenvolvido através da projeção de especialistas com base no seu próprio conhecimento, mediante a aplicação de um questionário Delphi, com o intuito de subsidiar a formulação de políticas, o planejamento e a tomada de decisões.

A definição de análise pelo método *foresight* está associada ao conceito de cadeia produtiva, em que o objetivo é obter a compreensão do comportamento futuro dos fatores críticos, de modo a verificar o seu impacto, bem como compreender as forças que moldam o futuro de longo prazo, que é o objetivo da presente tese. Por outro lado, o *foresight*, concebido como uma etapa no planejamento, auxilia a proposição de políticas mais apropriadas, flexíveis e robustas na sua implementação (COATES, 1985). A análise prospectiva do comportamento dos fatores críticos, através de técnicas que utilizem a opinião de especialistas, é considerada possível e adequada, tendo em vista a ausência de dados históricos da região de estudo.

<sup>7</sup> Porter et al (1991 e 2004) e Skumanich e Sibernagel (1997) *apud* Santos et al (2004).

A análise prospectiva foi constituída de ações, conforme sugere o modelo de Castro et al (1998), utilizando-se da opinião de especialistas para a coleta das informações. A atividade de prospecção seguiu o seguinte roteiro, conforme demonstrado na Figura 2:

- 1) A partir das informações da análise diagnóstica, priorizaram-se os fatores críticos relativos ao desempenho da cadeia produtiva que fizeram parte da análise;
- 2) Elaborou-se um questionário Delphi (Apêndice 5), cuidadosamente preparado, objetivando a previsão do comportamento futuro dos fatores críticos;
- 3) Realizou-se a aplicação do questionário Delphi ao conjunto de especialistas;
- 4) Efetuou-se a análise das respostas obtidas através do questionário;
- 5) Promoveu-se a apresentação do resultado do questionário ao conjunto de especialistas em um *Workshop*, objetivando a validação e a identificação das demandas da cadeia produtiva.

#### **ANÁLISE PROSPECTIVA**

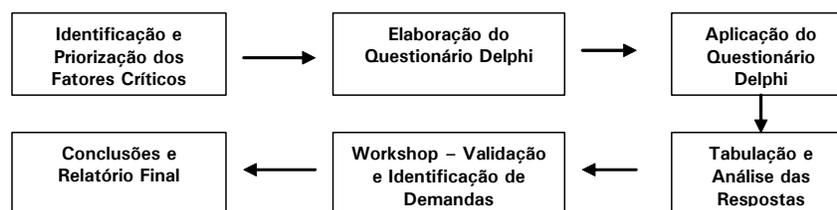


Figura 2. Representação esquemática do método adotado para a análise prospectiva no estudo da cadeia produtiva de energia

Fonte: Elaborado pelos autores.

O questionário Delphi foi dividido em cinco partes, sendo que, na primeira, o especialista realizou uma auto-avaliação identificando seu nível de especialização e conhecimentos (perito ou especialista, conhecedor, familiarizado e não-familiarizado) sobre os diferentes segmentos da cadeia produtiva. Nas etapas posteriores, abordou-se questões sobre o segmento da produção florestal, da indústria e do uso de biomassa para a geração de energia. Para cada segmento, foi avaliado o grau de influência dos fatores

críticos, identificados e priorizados na fase diagnóstica, sobre o seu desempenho. O grau de influência variou em uma escala de 0 (zero) a 10 (dez), sendo zero para uma influência quase nula e dez para uma influência extremamente elevada.

Para a realização da análise dos dados obtidos pela aplicação do questionário Delphi, foram consideradas medidas que indicam a tendência central dos dados, quais sejam: a média do grau de influência, ponderada segundo a auto-avaliação, considerando peso (4) quatro para perito, (3) três para conhecedor, (2) dois para familiarizado e (1) um para não-familiarizado; a mediana; o primeiro quartil (Q1) e; o terceiro quartil (Q3).

### 3.3 Local de Realização e Delimitação do Estudo

A pesquisa teve como área de abrangência a região do planalto sul de Santa Catarina. Faz parte desta a Associação dos Municípios da Região Serrana de Santa Catarina (AMURES), com os municípios: Anita Garibaldi, Bocaina do Sul, Bom Jardim da Serra, Bom Retiro, Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Correia Pinto, Curitibanos, Lages, Otacílio Costa, Paineira, Palmeira, Ponte Alta, Rio Rufino, São Joaquim, São José do Cerrito, Urubici e Urupema (Figura 3). Além destes, também fizeram parte do universo da pesquisa: Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Saleté e Pouso Redondo. Para efeito desta pesquisa, foi adotada a terminologia “**região de Lages**” para identificar a região de estudo.

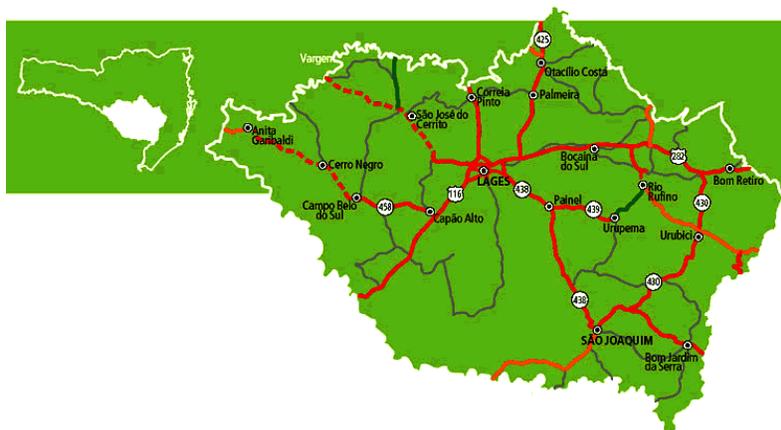


Figura 3. Localização geográfica dos municípios que compõem a região da AMURES em Santa Catarina  
Fonte: AMURES.

A região do estudo foi escolhida por caracterizar-se como um importante pólo de produção de madeira, sobretudo de espécies do gênero *Pinus* e conter uma das maiores concentrações de maciços florestais do estado. Fazem parte deste complexo produtivo ou *cluster* (HOFF e SIMIONI, 2004) várias empresas, tais como as de celulose e papel, que representam um importante centro de produção de embalagens; e a de transformação mecânica de madeira sólida e móveis, totalizando cerca de 450 empresas de base florestal.

A região da AMURES possui 15.830 km<sup>2</sup>, representando 16,6 % da área territorial do estado. As principais atividades econômicas estão representadas no Tabela 1. Os dados evidenciam a grande importância da atividade relacionada à produção de celulose e papel, que representa mais de um terço do valor adicionado na região. A fabricação de produtos de madeira ocupa a quarta posição com 7,34 %. Por outro lado, a indústria relacionada à madeira é responsável por cerca de 36,5 % da geração de empregos e a de papel e papelão por 28,2 %, o que caracteriza sua importância econômica e social.

Tabela 1. Número de empresas e valor adicionado das principais atividades econômicas da região da AMURES, 2003.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	NÚMERO	VALOR	
		ADICIONADO (R\$ de 2003)	%
Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	21	525.131.555	34,92
Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas	155	304.456.467	20,25
Comércio Varejista e Reparação de Objetos Pessoais e Domésticos	2.949	111.373.370	7,41
Fabricação de Produtos de Madeira	303	110.377.442	7,34
Comércio por Atacado e Representantes Comerciais e Agentes Distribuidores	407	106.054.376	7,05
Transporte Terrestre	360	102.265.287	6,80
Comércio e Reparo de Veículos Automotores e Motocicletas	564	74.975.197	4,99
Produção de Lavouras Temporárias	79	36.514.446	2,43
Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	17	24.544.320	1,63
Fabricação de Produtos Químicos Orgânicos e Inorgânicos, Farmacêuticos	27	23.372.206	1,55
Fabricação de Máquinas e Equipamentos	47	18.885.239	1,26
Silvicultura, Exploração Florestal e Serviços Relacionados	34	17.875.442	1,19
Outros Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais	88	11.226.640	0,75
Outras Atividades	1.219	36.717.084	2,44
<b>Total</b>	<b>6.270</b>	<b>1.503.769.071</b>	<b>100,00</b>

Fonte: www.amures.org.br (2006).

A região possui densidade demográfica média de 18,8 habitantes/km<sup>2</sup>, bem inferior à média estadual de 56,1 habitantes/km<sup>2</sup>. De acordo com o PNUD, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios da região da AMURES varia entre 0,69 a 0,81, abaixo da média estadual de 0,82.

O estudo foi centrado na cadeia de produção de energia a partir da utilização de biomassa de origem florestal, considerando como principal fonte de matéria-prima as florestas plantadas com espécies do gênero *Pinus*, como também a utilização de produtos obtidos diretamente da floresta ou decorrentes da sua utilização na indústria (resíduos).

### 3.4 Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

A coleta de informações na fase diagnóstica foi realizada de três formas: através do uso de dados secundários; realização de grupo focal; e entrevistas com a aplicação de questionário. Na fase prospectiva, o questionário Delphi e o workshop foram os procedimentos adotados. A seguir serão detalhadas as referências sobre estes termos, assim como os procedimentos utilizados na pesquisa.

#### a) Dados secundários

Secundários porque foram utilizados dados e informações já publicados em relatórios técnicos, livros e artigos especializados. Também foi importante o acesso à base de dados de instituições como o IBGE, EPAGRI/CEPA, Secretaria da Fazenda Estadual, dentre outras.

#### b) Entrevistas com aplicação de questionário

A análise diagnóstica compôs-se também de uma pesquisa exploratória de campo, por meio da realização de entrevistas e aplicação de um questionário. A entrevista foi realizada diretamente pelo pesquisador com 15 empresários ou diretores de empresas, visando ao levantamento de informações sobre o desempenho da cadeia produtiva na região de estudo, a identificação e caracterização das transações entre os segmentos da cadeia e a análise das estratégias individuais das empresas. O roteiro da entrevista (Apêndice 2) constituiu-se essencialmente de perguntas abertas.

O questionário (Apêndice 1) constitui-se de uma lista de perguntas abertas e estruturadas, objetivando a busca de informações sobre o fluxo de utilização da madeira pelas indústrias, tais como o volume de madeira processada e sua origem, projeção de novos investimentos, produção e consumo de biomassa, perfil da produção e comercialização dos produtos. Foi aplicado a uma amostra, seguindo o critério de acessibilidade e exaustão, totalizando-se 70 (setenta) empresas pesquisadas. Conforme Vergara (1998), nesse caso, são selecionados elementos pela facilidade de acesso a eles. A exaustão foi considerada quando as respostas tornaram-se repetitivas e não se obtinham novos dados ou informações relevantes.

#### c) Grupo Focal (*Focus Group*)

Utilizou-se a metodologia de grupo focal para o levantamento de informações acerca dos ambientes organizacional e institucional e das principais dificuldades enfrentadas pelos segmentos da cadeia.

A metodologia do grupo focal (*focus group*) é utilizada para explorar dados referentes a sentimentos, experiências, opiniões, desejos e preocupações de um grupo acerca de um tema específico (KITZINGER e BARBOUR, 1999; COLLIS e HUSSEY, 2003). Este instrumento oferece ao pesquisador a oportunidade de estudar os meios pelos quais os indivíduos coletivamente dão sentido a um fenômeno e constroem significado para ele (BRYMAN, 2001). O uso do *focus group* é justificado, neste caso, pela necessidade de identificar a percepção dos diferentes segmentos da cadeia produtiva sobre as questões que formam o ambiente onde ela se insere. Esta percepção, portanto, deve ser coletiva, ou seja, que represente a situação da cadeia produtiva e não de seus segmentos individualizados.

A aplicação do *focus group* seguiu a metodologia de Morgan (1988) e consistiu nas seguintes etapas: agendamento da reunião; identificação dos participantes; seleção do número de pessoas (de quatro a seis); definição do tempo de duração (aproximadamente uma hora e meia); elaboração de questões-foco da pesquisa; condução das perguntas pelo pesquisador (que interveio apenas quando necessário); e encerramento do encontro. Foram realizados dois grupos que, segundo o autor, puderam ser considerados suficientes. O roteiro do *focus group* está apresentado no Apêndice 3.

Para analisar os dados coletados, Morgan (1988) apresenta duas opções: transcrição dos conteúdos mais importantes ou análise de conteúdo. Optou-se pela análise de conteúdo, dado o objetivo do grupo focal, que consistiu em caracterizar a percepção em relação aos ambientes que envolvem a cadeia produtiva.

#### d) Questionário Delphi

Na fase prospectiva, o questionário Delphi (Apêndice 4) foi enviado a 50 agentes intencionalmente selecionados, considerando aqueles que mais conheciam a cadeia produtiva. Procurou-se distribuir o questionário de modo a contemplar os diferentes agentes que atuam na cadeia, quais sejam: empresas, setor público, universidades, associações e sindicatos, pesquisadores, centros de treinamento, sistema legal e regulatório, dentre outros. Houve o retorno de 46 % dos questionários, ou seja, 23 questionários respondidos.

O método Delphi tem-se constituído o mais proeminente dentre os métodos de prospecção baseados na sistematização de determinado consenso. Os autores Astigarraga (s/d); Kupfer e Tigre (2004); e Zackiewics e Salles-Filho (2001) utilizam o conceito dado por Listone e Turoff (1975), que o definem “[...] como um método para estruturar um processo de comunicação de um grupo, de modo que o processo seja efetivo em permitir que este, como um todo, lide com um problema complexo”.

O método consiste na seleção de especialistas com a finalidade de relatarem suas opiniões a respeito de questões que estão relacionadas à probabilidade de acontecimentos futuros. O objetivo é a busca de concordância a respeito de determinado tema. Para isso, é aplicado um questionário previamente estruturado com sucessivas rodadas, até que se verifique a diminuição dos espaços interquartis das respostas e um nível de consenso seja atingido.

Alguns aspectos são fundamentais para o sucesso do método. O primeiro refere-se ao instrumento de coleta das informações, um questionário estruturado, cuidadosamente elaborado, contendo opções de resposta pré-definidas. O segundo aspecto é a seleção de especialistas com capacidade

de projetar o futuro e que, comprovadamente, possuam alto nível de conhecimento sobre os temas consultados, independentemente de sua posição social ou econômica na sociedade. A seleção inadequada dos especialistas constituir-se-ia em um problema, pois não produziria os resultados esperados. O número de participantes potenciais, dependendo da natureza do exercício de prospecção, pode variar, segundo Wright (1995) e Kupfer e Tigre (2004), de 25 a 100 especialistas. Deve-se preservar o anonimato dos respondentes, de modo a garantir que o questionário seja respondido com base apenas na visão pessoal deles (mesmo que sejam representantes de uma instituição), preservando-os da interferência de “pessoas dominantes” ou da condição de “líderes”.

O uso do método Delphi é recomendado quando não há técnica analítica que permita estruturar adequadamente o problema, uma vez que ele seja excessivamente amplo ou complexo, de modo a dificultar a uniformização dos temas envolvidos; a complexidade do problema requeira um número extenso de pessoas, impedindo formas diretas de interação; há restrições de tempo e recursos para uso de métodos mais estruturados; há desacordos políticos ou ideológicos entre os envolvidos, de modo a impedir um processo de comunicação eficiente; há heterogeneidade entre os envolvidos, de sorte que não se consiga evitar dominação por parte de alguns grupos sobre os demais (LISTONE e TUROFF, 1975 *apud* KUPFER e TIGRE, 2004).

Outro nível de importância em relação ao método recai na observação do conceito de complexidade que estabelece o caráter sempre provisório de qualquer conhecimento, portanto, os dados obtidos possuem uma relação direta com o contexto em que foram produzidos, em seu tempo e espaço.

Assim, o Delphi foi aplicado com o objetivo de se obter previsões de acontecimentos futuros e de formular estratégias ou linhas de ação. O tratamento estatístico dos dados ocorreu por meio da aplicação de estatísticas descritivas (média, mediana, primeiro quartil - Q1 e terceiro quartil - Q3), objetivando apontar as tendências centrais das respostas obtidas.

#### e) *Workshop*

A partir dos dados levantados pelo questionário Delphi, realizou-se um *workshop*, com reuniões de grupos e apresentação em plenária dos resultados obtidos pelos grupos. O objetivo do *workshop* foi o de apresentar os resultados obtidos pelo questionário Delphi, a fim de validá-los mediante a análise e discussão das questões e buscar a formulação de estratégias, políticas e ações coletivas, visando enfrentar os fatores críticos à cadeia produtiva de energia. Foram convidadas a participar do evento as mesmas pessoas que responderam o questionário Delphi. O *workshop* foi realizado na Universidade do Planalto Catarinense com a presença de 18 participantes.

### 3.5 Fases do Desenvolvimento da Pesquisa

A pesquisa foi subdividida nas fases preliminar, pesquisa de campo (análise diagnóstica e prognóstica) e conclusão, descritas nas Figuras 4 e 5. A denominação das fases foi definida seguindo o critério da ordem seqüencial das atividades desenvolvidas na pesquisa. Esta divisão tem por finalidade a melhor estruturação e demonstração dos procedimentos metodológicos adotados.

A fase preliminar iniciou no ano de 2002 mediante a realização de um estudo acerca do complexo produtivo da madeira na região de Lages, SC. Nesta fase, o objetivo foi identificar as características de constituição do aglomerado produtivo e os fatores limitantes da competitividade. Como decorrência dos estudos, foi publicado o livro "O setor de base florestal da região de Lages" (HOFF e SIMIONI, 2004), além da identificação de novas demandas de pesquisas. Dentre as demandas mais relevantes, a necessidade de pesquisar a cadeia produtiva de energia tornou-se mais proeminente diante das significativas modificações do mercado de biomassa florestal, determinando o foco de pesquisa deste trabalho.

Após a identificação e delimitação do objeto de análise, foram iniciados os estudos teóricos relacionados às metodologias de análise e prospecção de cadeias produtivas. Várias abordagens e correntes teóricas foram identificadas, sistematizadas para a definição do procedimento de análise

prospectiva de cadeias produtivas adotado neste trabalho.

Definida a sistemática de análise, a pesquisa de campo foi conduzida, dividindo-se em duas etapas: diagnóstica e prospectiva. A fase diagnóstica constituiu-se do levantamento de dados secundários sobre a cadeia produtiva de energia, seguido da realização de entrevistas com agentes previamente selecionados (conhecedores da dinâmica da cadeia em estudo) e da aplicação de um questionário a proprietários e gerentes de empresas, além da realização de dois *focus groups*. A fase prospectiva contou com um conjunto de especialistas, que participaram respondendo o questionário Delphi. Após a análise dos dados do questionário, estes foram apresentados aos painelistas em um *workshop* para a identificação de demandas para a cadeia produtiva de energia a partir de biomassa florestal.

Por fim, as conclusões foram geradas a partir da análise detalhada das informações obtidas, buscando responder as questões de pesquisa formuladas na introdução deste trabalho.

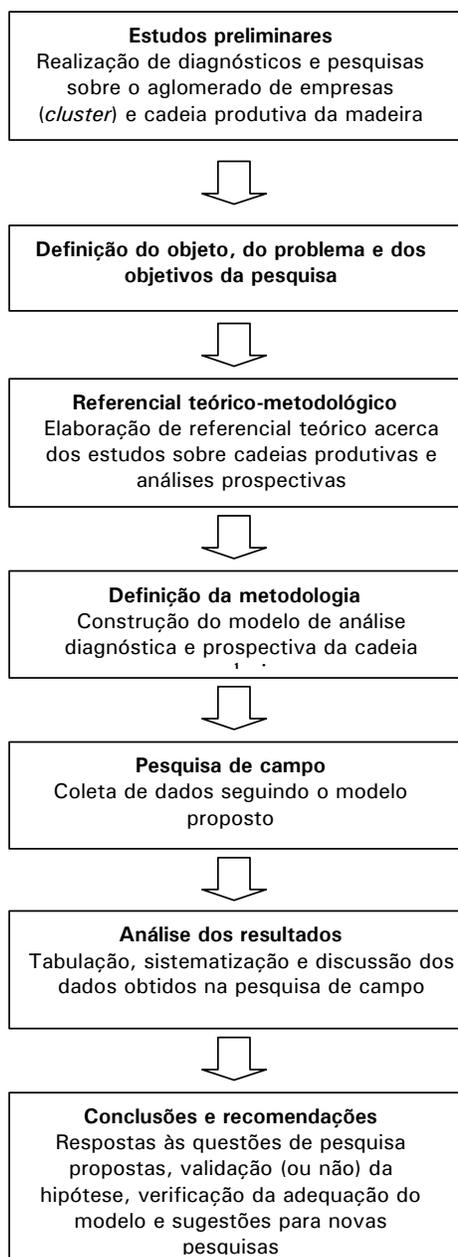


Figura 4. Seqüência de etapas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa  
Fonte: Elaborado pelos autores.

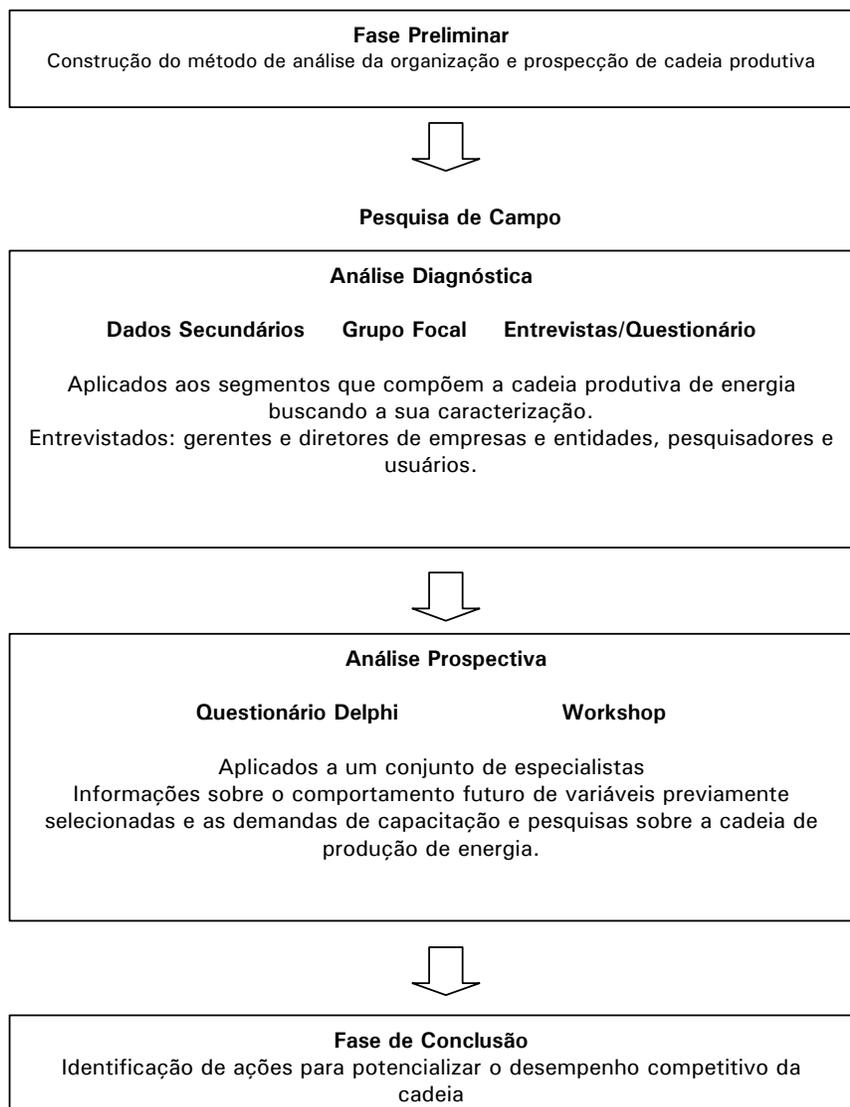


Figura 5. Seqüência do procedimento metodológico adotado na pesquisa de campo  
Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DIAGNÓSTICA DA CADEIA PRODUTIVA DE ENERGIA A PARTIR DE BIOMASSA FLORESTAL

Como ponto inicial nos estudos prospectivos, é necessário realizar uma análise diagnóstica do objeto de estudo, com a finalidade de conhecer suas características e a trajetória seguida até o momento. Este capítulo analisa os segmentos que compõem a cadeia produtiva de energia, com destaque para a utilização de biomassa de origem florestal. Nas seções seguintes, apresentam-se as análises dos ambientes organizacional e institucional, das transações, bem como os fatores críticos relativos ao desempenho competitivo da cadeia.

#### 4.1.1 Caracterização e Delimitação da Cadeia Produtiva de Energia

Antes de apresentar a cadeia produtiva de energia, é necessário entender, a partir de uma abordagem sistêmica, os conceitos e delimitações do agronegócio, do agronegócio florestal e do complexo agroindustrial da madeira. Os autores Simioni, Binotto e Néri (2006) apresentam uma contribuição reflexiva acerca destes conceitos, baseados na teoria proposta por Goldberg (1968). Assim, os autores definem Complexo Agroindustrial da Madeira como sendo todas as atividades ou processos industriais e comerciais que a madeira pode sofrer até chegar ao consumidor na forma de um produto final. Assim, o CAI da madeira exige a participação de um conjunto de cadeias de produção, cada uma delas associada a um produto ou família de produtos. Com base nesses conceitos, o CAI da madeira é composto por cinco cadeias produtivas, quais sejam: madeira sólida, painéis, móveis, papel e energia (Figura 6).

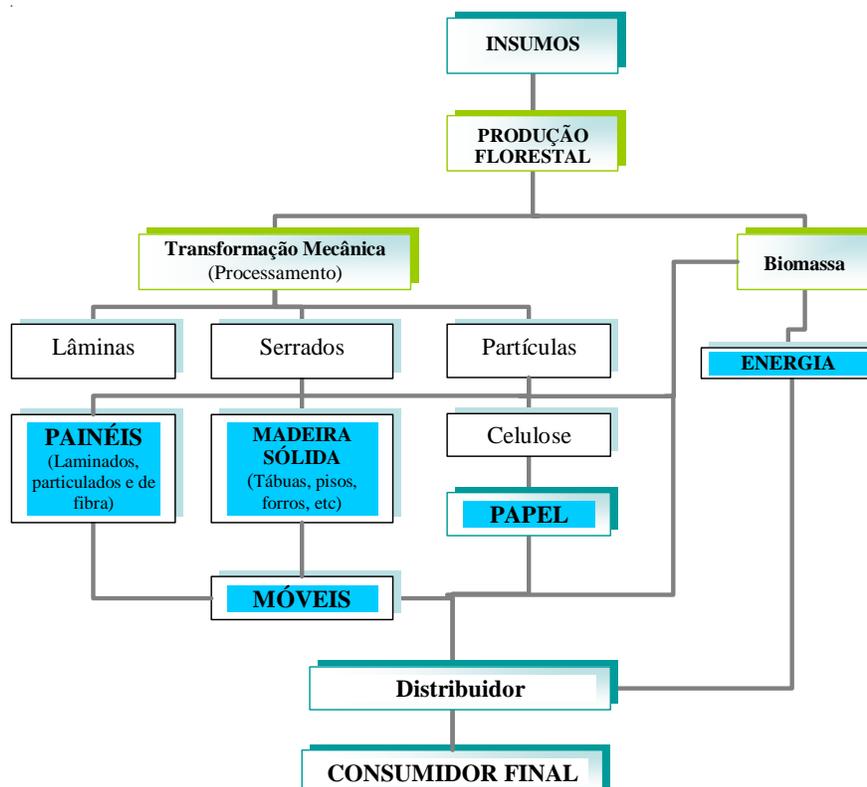


Figura 6. Diagrama geral do Complexo Agroindustrial da Madeira  
 Fonte: Simioni, Binotto e Néri (2006, p. 6).

Na representação do CAI da madeira, a conceituação e a delimitação da cadeia produtiva de energia a partir de biomassa torna-se perceptível nas relações com as demais cadeias do complexo, que utilizam a madeira como principal matéria-prima em seus processos industriais. As Figuras 7 e 8 representam a cadeia produtiva de energia e o mercado de biomassa de origem florestal destinados à produção de energia, respectivamente, e contemplam as instituições que fazem parte, os produtos envolvidos, bem como as transações (T) efetuadas entre os agentes. Esta segmentação servirá de orientação para as próximas seções deste trabalho.

O estreito vínculo com as outras cadeias se deve ao fato de a produção de energia utilizar os “resíduos” das indústrias como matéria-prima<sup>8</sup>. Assim, a madeira proveniente das florestas é transformada, seja por processos mecânicos ou químicos, em uma gama variada de produtos, gerando resíduos (biomassa) utilizados na produção de energia.

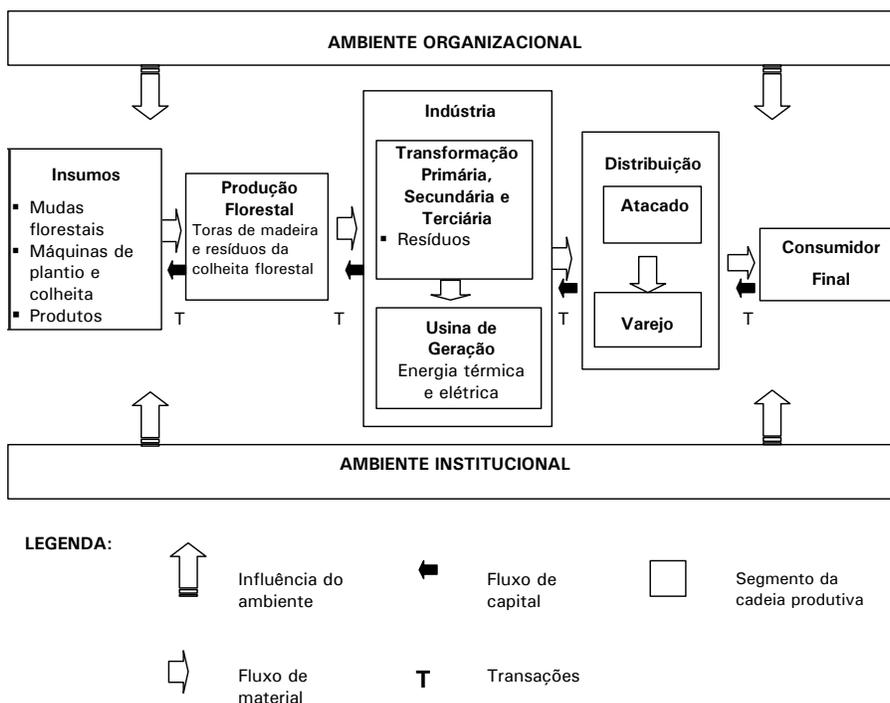
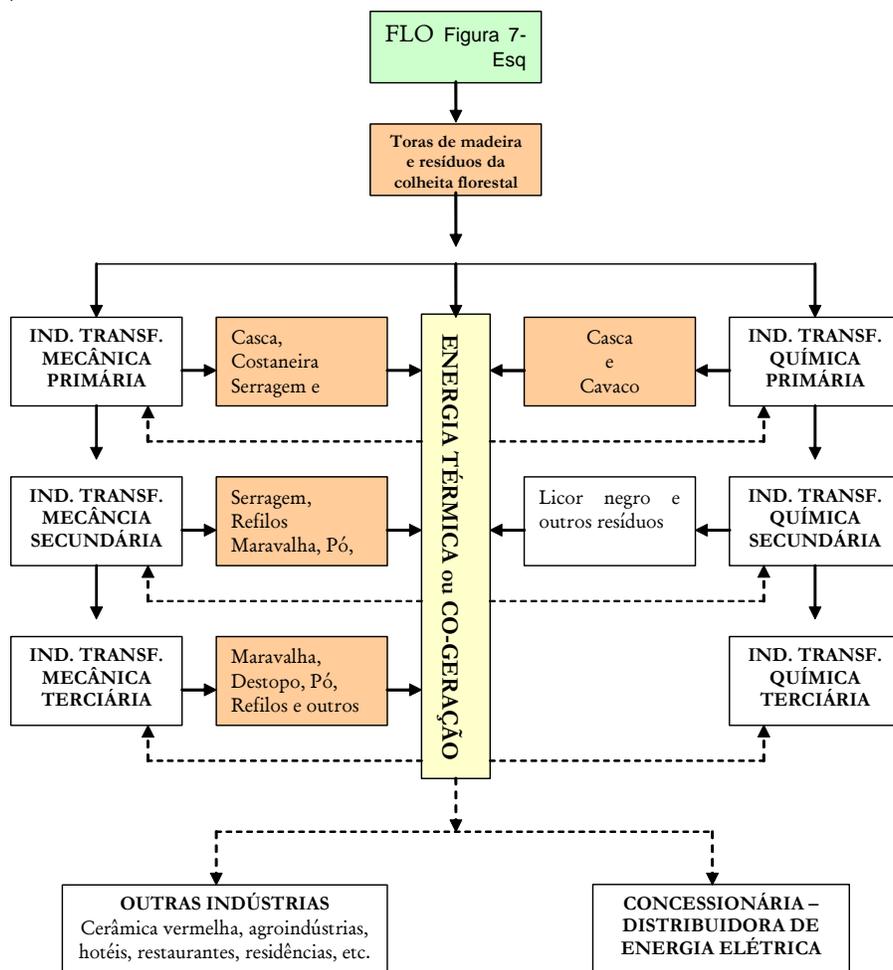


Figura 7. Esquema da cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal na região de Lages, SC. Fonte: Elaborado pelos autores com base no modelo geral de cadeia produtiva de Castro et al (1998) e Castro (2002).

<sup>8</sup> O termo resíduo industrial é utilizado, normalmente, para os produtos gerados a partir da usinagem da madeira como, por exemplo, a serragem do corte da madeira através de serras de fita ou circular, a maravalha produzida pelo uso de plainas e outros equipamentos, o pó produzido pela lixadeira, dentre outros. Entretanto, a partir do momento em que esta biomassa é utilizada em outro processo produtivo, passa a ser considerada como matéria-prima deste.



LEGENDA: —> Fluxo de biomassa de origem florestal.  
 - - - -> Fluxo de energia.

Figura 8. Esquema do fluxo físico de biomassa florestal para produção de energia.  
 Fonte: Elaboração dos autores com base na pesquisa de campo.

Com base nos esquemas representativos da cadeia produtiva de energia, sua caracterização pode ser feita considerando os seguintes segmentos: insumos, produção florestal, indústria de transformação da madeira e usina de geração de energia, sendo que a caracterização desses segmentos é apresentada na seqüência.

#### 4.1.1.1. Segmento Insumos

O segmento insumos representa uma gama enorme de produtos e serviços que, de modo geral, fazem parte de mais de uma cadeia produtiva. Entretanto, no que se refere à cadeia produtiva de energia para a análise neste trabalho, serão considerados aqueles específicos à produção florestal: mudas florestais, equipamentos de plantio e colheita florestal, além de determinados produtos fitossanitários utilizados exclusivamente nas plantações florestais.

No que refere à produção de mudas de espécies florestais, esta é realizada em viveiros especializados, sendo que existem na região duas tipologias diferenciadas:

- a) viveiros especializados, que atuam como terceirizados de grandes empresas e têm como objetivo principal produzir mudas para atender o plantio de novas áreas com florestas das próprias empresas ou para o fomento florestal. Produzem mudas de alto padrão de qualidade, visando obter uniformidade e maior incremento nas florestas plantadas, utilizando para tanto sementes clonais com certificado de origem e procedência. Estes viveiros representam cerca de 30 % do total existente na região e desenvolvem as atividades licenciados como empresas produtoras de mudas florestais, com responsável técnico e licenciamento ambiental da Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA);
- b) produtores de mudas não registrados, que produzem mudas para atender as oscilações de demanda, no entanto, sem acompanhamento dos órgãos de fiscalização e apresentando produto sem comprovação de qualidade e procedência. Na maioria dos casos, não existe um responsável técnico.

O maior problema relacionado a este insumo refere-se à má qualidade das mudas produzidas por viveiristas do segundo grupo. Elas são adquiridas por produtores sem tradição e que estão ingressando na atividade. Os reflexos desta prática são: menor incremento em volume e menor uniformidade das plantas. Quanto a este aspecto, o Ministério da Agricultura, Epagri e FATMA estão desenvolvendo ações no sentido de orientar e fiscalizar o funcionamento dos viveiros, cobrando a apresentação de responsável técnico e licenciamento ambiental.

Na região de Lages, SC, há cerca de 40 viveiros, com capacidade de produzir 25-35 milhões de mudas por ano. A grande parte das mudas produzidas é do gênero *Pinus sp.*, em função da maior concentração de cultivo desta espécie na região de estudo. O plantio de eucalipto ocorre em menor escala, limitado pela alta ocorrência e intensidade de geadas. Esforços estão sendo feitos visando à introdução de variedades mais resistentes à geadas, como é o caso do *Eucalyptus benthamii*, ampliando as alternativas para a produção florestal na região.

Os equipamentos de plantio de mudas e de colheita florestal são estratégicos à atividade de silvicultura e significativamente importantes para a cadeia produtiva, pois conferem maior nível de automação aos processos e, conseqüentemente, maior produtividade (rendimento operacional) tanto no plantio quanto na colheita.

Existem, ainda, produtos fitossanitários específicos para o controle de pragas em plantios florestais. No que tange ao controle da vespa-da-madeira, as empresas privadas e a *Embrapa Florestas* atuam em parceria na prevenção e controle. A forma encontrada foi a criação de um Fundo Nacional de Controle da Vespa-da-Madeira (FUNCEMA), que viabiliza a realização de pesquisas e a produção de agentes controladores em laboratório, utilizados pelos produtores florestais.

#### 4.1.1.2 Segmento da Produção Florestal

Os primeiros plantios florestais de pínus foram realizados na década de 60, na ocasião da implantação das primeiras fábricas de celulose e papel nos municípios de Correia Pinto e Otacílio Costa. Em função de sua boa

adaptabilidade e produtividade, o cultivo de florestas com esta espécie cresceu significativamente, impulsionado pelos incentivos fiscais para projetos de reflorestamento. Com o passar do tempo, o pínus também passou a ser a principal matéria-prima das indústrias madeireiras da região, dada a escassez das florestas naturais de araucária. Deste modo, as atividades florestais baseadas na cultura do pínus se tornaram uma importante alternativa econômica para a região.

A atividade de cultivo de florestas pode ser verificada em três tipos básicos:

- 1. Produção florestal integrada:** ocorre quando a atividade de produção florestal integra ou faz parte da estrutura da empresa (integração vertical). É realizada pelas empresas de celulose e papel e de transformação mecânica, as quais detêm a maior área de cultivo de florestas na região;
- 2. Empresas florestais:** ocorre quando a empresa é especializada na produção florestal, não realizando atividades de processamento da madeira;
- 3. Produtores rurais florestais:** são, na sua maioria, pequenos produtores rurais que cultivam florestas em suas propriedades, fazendo parte de um sistema de produção diversificado.

A relação do número de produtores e a área plantada com florestas pode ser observada pelo Levantamento Agropecuário Catarinense (LAC) (Tabela 2). O quadro aponta que a região de Lages possui 2.613 produtores com 85.688 ha de plantios florestais, representando cerca de 20 % da área plantada do estado.

Tabela 2. Número e participação percentual de estabelecimentos agropecuários com matas plantadas e área total, segundo o estrato de área na região de Lages e em Santa Catarina (2002-2003).

ESTRATOS DE ÁREA	REGIÃO DE LAGES						SANTA CATARINA					
	Produtores		Área Plantada		Produtores		Área Plantada		Produtores		Área Plantada	
	N.º	%	Ha	%	N.º	%	Ha	%	N.º	%	Ha	%
Menos de 1 ha	108	4,1	52,0	0,1	8.851	15,8	4.402,3	1,03				
De 1 a menos de 3 ha	613	23,5	973,0	1,1	26.698	47,6	40.153,3	9,40				
De 3 a menos de 5 ha	359	13,7	1.334,0	1,6	8.381	14,9	29.389,6	6,88				
De 5 a menos de 10 ha	397	15,2	2.473,0	2,9	5.700	10,2	36.288,3	8,50				
De 10 a menos de 20 ha	389	14,9	5.752,0	6,7	3.369	6,0	42.639,5	9,98				
De 20 a menos de 50 ha	401	15,3	11.566,0	13,5	1.925	3,4	54.380,5	12,73				
De 50 a menos de 100 ha	159	6,1	10.675,0	12,5	573	1,0	37.476,0	8,78				
100 ha e mais	187	7,2	52.863,0	61,7	596	1,1	182.355,2	42,70				
<b>TOTAL</b>	<b>2.613</b>	<b>100,0</b>	<b>85.688,0</b>	<b>100,0</b>	<b>56.093</b>	<b>100,0</b>	<b>427.045,0</b>	<b>100,00</b>				

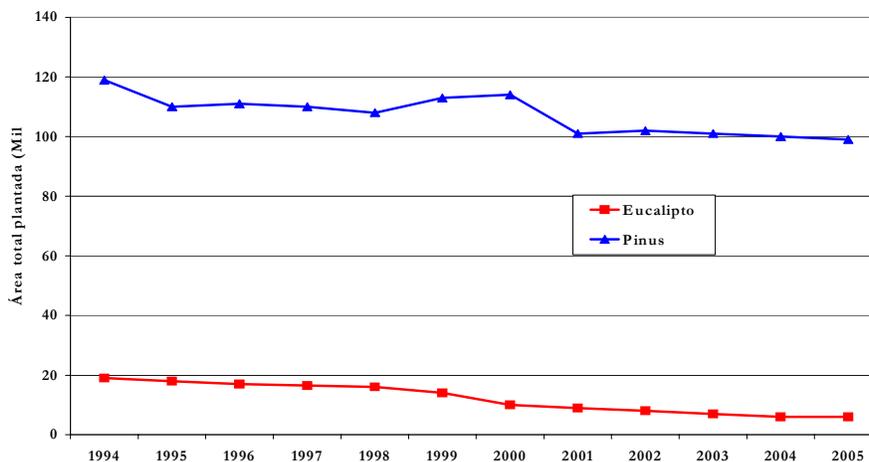
Fonte: LAC – Levantamento Agropecuário de Santa Catarina 2002-2003.  
Disponível em: [www.epagri.rct-sc.br](http://www.epagri.rct-sc.br). Dados trabalhados pelo autor.

A análise dos dados evidencia que as florestas estão concentradas em grandes propriedades rurais:

- a) cerca de 53 mil ha, 62 % do total da área cultivada, estão concentrados em apenas 187 produtores, com área de plantios florestais maior ou igual a 100 ha, os quais representam 7,2 % do número total de produtores;
- b) por outro lado, 1.080 produtores com menos de 5 ha, que representam 41,3 % do total de produtores, detêm apenas 2.359 ha, ou seja, 2,8 % da área plantada na região;
- c) no estado, a situação é semelhante, ou seja, os produtores com menos de 5 ha representam 78,3 % do total de produtores e possuem 17,31 % da área cultivada com florestas.

Tomando-se como base os dados apresentados pelo Relatório Estatístico Florestal realizado pela Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA), as empresas deste setor em Santa Catarina apresentavam, em 2005, uma área com cerca de 105.500 ha de florestas plantadas, sendo 99.205,5 ha de pínus; 6.209,3 ha de eucalipto; 130 ha de araucária e 19,3 ha de outras espécies. Desta forma, a área de plantios florestais representa 1,12 % da área territorial do Estado de Santa Catarina. A evolução da área total cultivada para as duas principais espécies pode ser observada no Gráfico 1. Nota-se uma redução significativa da área cultivada na ordem de 17 % para o pínus e de 60 % para o eucalipto. Esse comportamento pode ser explicado, em parte, pelos crescentes incentivos à produção florestal via atividades de fomento, sobretudo, ao pequeno produtor rural.

Gráfico 1. Área total plantada (ha) das principais espécies pelo setor de celulose e papel em Santa Catarina - 1994 a 2005



Fonte: BRACELPA – Relatório Estatístico Florestal (2006).

Os plantios florestais são realizados, basicamente, de duas formas:

- Plantios em alta densidade visando ao fornecimento de matéria-prima para a produção de celulose e papel, com o corte raso aos 14 anos de idade;
- Plantios com menor densidade visando ao uso múltiplo da floresta. Nesse sistema, são realizados dois desbastes (no 9º e no 14º ano) e corte final entre o 20º e 25º ano, que dá a condição de produzir toras de maior diâmetro, e que podem ser utilizadas para laminação ou serrarias.

Os produtos oriundos das florestas podem ser agrupados em:

- Toras de madeira:** normalmente separadas por classes diamétricas, podendo ser finas, médias e grossas;
- Resíduos da colheita florestal:** fazem parte as pontas das árvores, galhos, folhas e outras partes que ficam na floresta após a colheita das toras de madeira.

De acordo com Simioni e Andrade (2006, p. 10), cerca de 96 % da madeira consumida pelas empresas da região de Lages são da espécie pínus e 3 % de eucalipto, o que representa o perfil da produção da região. Cerca de 66 % do volume de toras de madeira de pínus possui diâmetro menor que 20 cm, relacionado ao alto consumo para a produção de celulose e papel (Gráfico 2). Para o caso do eucalipto, não se verificou a prática da classificação de acordo com o diâmetro, sendo 97 % destinado à produção de celulose, possuindo diâmetro menor que 20 cm.

Os produtos da floresta são destinados, conforme identificado pela pesquisa de campo e nas Figuras 7 e 8, para os seguintes usos<sup>9</sup>:

§ **Indústria de celulose e papel:** utiliza toras de madeira de baixo diâmetro, na sua maioria menor que 20 cm. Representa cerca de 40 % do consumo de madeira da região de estudo.

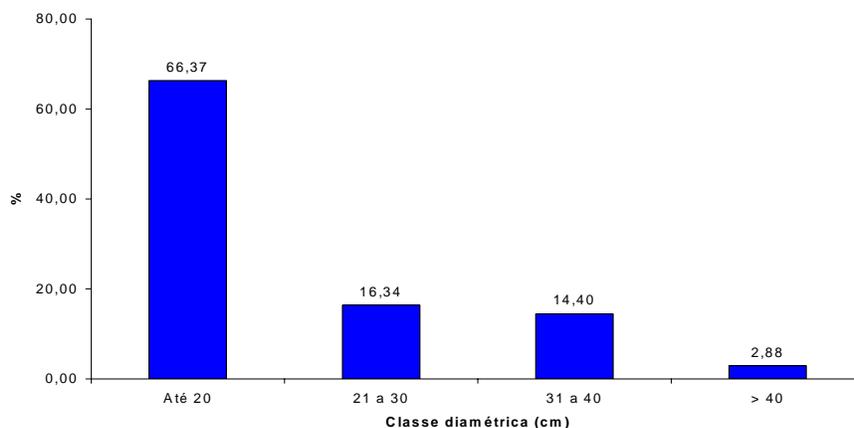
§ **Indústria de transformação mecânica:** utiliza toras de madeira de diâmetro médio a alto, preferencialmente maior que 20 cm. A qualidade interna da madeira, definida pela ausência de nós e regularidade do espaçamento dos anéis de crescimento, bem como a qualidade externa, definida pela ausência de conicidade e tortuosidade, as quais são características desejadas.

§ **Produção de energia:** utiliza os resíduos da colheita florestal (pontas das árvores e galhos) e toras finas, especialmente as de madeiras consideradas juvenis.

---

<sup>9</sup> As toras de madeira produzidas na região são consumidas pelas indústrias locais e também por outras regiões, como por exemplo, as indústrias moveleiras do Planalto Norte, Vale do Itajaí e Litoral Catarinense, caracterizando a região como exportadora de madeira.

Gráfico 2. Participação percentual do consumo de toras de madeira de pínus, segundo as classes diamétricas na região de estudo – 2006.



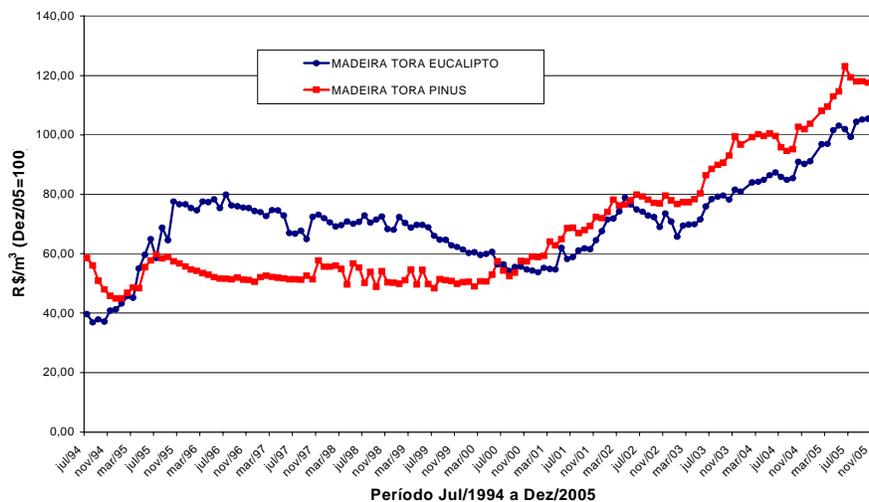
Fonte: Simioni e Andrade (2006, p. 11).

Nota: A separação das toras de madeira segundo as classes diamétricas foi informada por 30 empresas entrevistadas.

Os resíduos da colheita florestal para a produção de energia ainda são pouco utilizados, devido à necessidade de adaptação do processo de colheita, que viabilize o aproveitamento destes. Um dos aspectos a observar é a obtenção dos resíduos livres de materiais contaminantes, tais como pedras e terra que ficam aderidos.

Em relação aos preços praticados em Santa Catarina, o Gráfico 3 apresenta a evolução do preço da madeira, sobretudo nos últimos cinco anos. Os dados de preços de madeira podem ser analisados dividindo-os em dois períodos distintos. No primeiro período, entre julho de 1994 e dezembro de 2000, verifica-se que os preços permaneceram relativamente estagnados, principalmente com a madeira de pínus, mantendo-se em cerca de R\$ 50,00/m<sup>3</sup>. Já os preços do eucalipto para o mesmo período, elevaram-se até R\$ 80,00/m<sup>3</sup> em meados de 1996, com posterior redução contínua até o final de 2000, igualando-se ao preço do pínus. No segundo período, o preço da madeira, tanto de pínus quanto de eucalipto, sofreu significativa elevação: de R\$ 50,00/m<sup>3</sup> para cerca de R\$ 120,00/m<sup>3</sup> em dezembro de 2005, ou seja, uma elevação de 140 % no período.

Gráfico 3. Preços de toras de madeira de pinus e eucalipto (R\$/m<sup>3</sup>) praticados em Santa Catarina, no período entre julho de 1994 e dezembro de 2005.



Fonte: EPAGRI/CEPA – Dados atualizados pelo autor com base no IGP-M (Dez/2005 = 100).

O comportamento dos preços praticados pode ser explicado, em parte, pelos seguintes fatores:

- no primeiro período, a valorização da taxa de câmbio pós-implantação do Plano Real, diminuindo a demanda tanto interna quanto externa;
- no segundo período, o aumento da demanda principalmente devido ao aumento das exportações, decorrentes da elevação da taxa de câmbio real;
- o descompasso entre a demanda e a oferta de madeira, isto é, o aumento da demanda de madeira não foi acompanhado, na mesma proporção, pelo crescimento da oferta, tendo como resultado um déficit no suprimento de madeira (Este comportamento pode ser correlacionado com a queda da área plantada apresentada no Gráfico 1).

O preço das toras de madeira é determinado, sobretudo, pelo seu diâmetro. Esta é a principal característica que determina o padrão de concorrência do mercado de toras de madeira, uma vez que apresenta características de

uma *commodity*. A Tabela 3 exemplifica o preço praticado por uma empresa de acordo com a classe diamétrica.

Tabela 3. Preço (R\$/t) das toras de madeira de pínus segundo sua classe diamétrica – outubro de 2006.

DIÂMETRO DA TORA (cm)	PREÇO (R\$/t)
08 a 17	47,35
18 a 23	70,00
23 a 35	90,00
35 a 45	142,50
> que 45	161,60
Tora do pé	175,00

Fonte: Florestal Battistella S/A Flobasa  
Nota: Preço da madeira posta na fábrica.

#### 4.1.1.3 Segmento da Indústria

##### 4.1.1.3.1 Indústria de Transformação Mecânica

A indústria pode ser classificada em três níveis, conforme o grau ou intensidade de transformação da madeira:

- **Indústrias de transformação primária**, de que fazem parte as serrarias e laminadoras que realizam as operações de desdobro. Os resíduos industriais deste processo são as cascas das toras (quando estas sofrem o descascamento), as costaneiras e a serragem. Geralmente são produzidos cavacos a partir de costaneiras sem casca, destinados às indústrias de celulose e papel. Os demais resíduos são destinados à produção de energia ou de painéis.

- **Indústrias de transformação secundária**, de que fazem parte as indústrias de transformação mecânica que realizam operações de beneficiamento, produzindo uma gama variada de produtos de madeira sólida (forros, pisos, madeira para construção civil), painéis, chapas, artefatos, dentre outros, além das indústrias de celulose e papel. Nesta fase são geradas serragens, maravalha, destopos, refilos, pó, dentre outros.

· **Indústrias de transformação terciária**, em que se incluem as indústrias que produzem produtos finais, como as moveleiras e convertedoras de papel. Os resíduos gerados nesta etapa são semelhantes aos da anterior, porém, com maior proporção de pó.

#### **a) Perfil da indústria**

As empresas localizadas na região de Lages que compõem o Complexo Agroindustrial (CAI) da Madeira e possuem estreita ligação com a cadeia de produção de energia, conforme demonstrado na Figura 6, estão representadas na Tabela 4. Existe uma grande concentração de empresas relacionadas ao processamento mecânico da madeira, especialmente as serrarias, seguido das fábricas de móveis e artefatos de madeira, respectivamente. As serrarias presentes na região de estudo se destacam no âmbito estadual, representando 11,5 % do total.

Tabela 4. Número de empresas do CAI da madeira na região de Lages e no Estado de Santa Catarina.

<b>Atividade</b>	<b>Região de Lages</b>	<b>Estado de Santa Catarina</b>
Fábricas de papel	03	59
Fábricas de embalagens de papel, papelão e artefatos de papel	16	274
Serrarias	265	2.299
Esquadrias de madeira	15	1.110
Artefatos de madeira	54	776
Móveis	95	3.254
<b>TOTAL</b>	<b>448</b>	<b>7.772</b>

Fonte: Secretaria da Fazenda (Consulta no Banco de dados em 16/02/2006).

Quanto à produção na região de estudo, exceto móveis, verificou-se na pesquisa de campo (Tabela 5) que há uma concentração em relação a três produtos: painéis (30,4%); madeira serrada (25,1%) e lâminas (20,7%). Observando a relação total de produtos identificados, nota-se a baixa participação dos produtos de maior valor agregado. Destaca-se, entretanto, a produção de portas e de papel (*kraftliner* para caixas, *sackskraft* para sacos e papel *tissue*). De acordo com Hoff e Simioni (2004) a madeira

serrada representava, em 2002, 52% do total produzido na região, seguido dos painéis com 18%. Neste sentido, nota-se uma transformação do perfil da indústria, demonstrando que houve movimentos de transformação da matéria-prima para produtos de maior valor agregado.

Classificando as empresas pelo porte, a pesquisa de campo identificou um perfil composto pela predominância de pequenas e médias empresas, com 60,9% e 25,0%, respectivamente. As grandes empresas representam 9,4% e são, basicamente, as empresas de celulose e papel, portas e algumas madeireiras. Já as microempresas somam 4,7% e se caracterizam por pequenas serrarias e fábricas de artefatos. Destaca-se que as empresas de móveis sob medida não foram alvo da pesquisa de campo, o que alteraria significativamente os resultados, uma vez que se encontram em grande número e, quase que na sua totalidade, microempresas.

Tabela 5. Quantidade de produtos de madeira sólida (m<sup>3</sup>), portas (unidades), papel (t), celulose branqueada (t) e energia (MW) produzidos pelas empresas entrevistadas na região de Lages, SC.

PRODUTOS	Quantidade de produtos de madeira sólida (m <sup>3</sup> )	%
Painéis	29.670	30,4
Madeira Serrada	24.550	25,1
Lâminas	20.240	20,7
Artefatos e Peças para Móveis	8.103	8,3
Madeira Beneficiada	4.938	5,1
Cercas	4.150	4,3
<i>Blocks/Blanks/Board</i>	3.251	3,3
Outros	2.725	2,8
<b>TOTAL – Produtos de Madeira Sólida</b>	<b>97.627 m<sup>3</sup>/mês</b>	<b>100,0</b>
<b>Portas de Madeira</b>	<b>110.700 unidades/mês</b>	
<b>Papel</b>	<b>46.000 t/mês</b>	
<b>Celulose Branqueada</b>	<b>3.000 t/mês</b>	
<b>Energia Elétrica</b>	<b>28 MW</b>	

Fonte: Elaborado pelos autores após pesquisa de campo, 2006.

No que se refere ao consumo de madeira pelas indústrias, Simioni e Andrade (2006) estimaram um consumo de toras de pinus e eucalipto na ordem de 592.051,9 t/mês. A Tabela 6 apresenta a relação do número de empresas e o volume processado para uma amostra de 130 empresas. Verifica-se a existência de um elevado grau de concentração da indústria: 30,8% das empresas processam apenas 1,6 % do volume total de madeira. Por outro lado, uma única empresa representa 43,1% do consumo de madeira. De outra forma, as 5 maiores empresas processam 56,3 % da madeira na região de estudo.

Tabela 6. Número de empresas e quantidade total de madeira processada (t/mês), segundo as diferentes escalas de produção das empresas entrevistadas na região de Lages, SC.

Escala de Produção por Empresa (t/mês)	Distribuição das Empresas		Quantidade Total Processada	
	N.º Empresas	%	(t/mês)	%
Até 500	40	30,8	7.489	1,6
De 500 até 2.000	49	37,7	51.050	11,0
De 2.000 até 5.000	25	19,2	69.260	14,9
De 5.000 até 10.000	11	8,5	74.730	16,1
De 10.000 até 50.000	4	3,1	61.000	13,2
Mais de 50.000	1	0,8	200.000	43,1
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>100,0</b>	<b>463.529</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Simioni e Andrade (2006, p. 8).

A origem da madeira consumida pelas empresas está representada na Tabela 7, no qual verifica-se que, em média, 37,45% das empresas utilizam a madeira de florestas próprias. Entretanto, estas representam mais de 73% da quantidade consumida. Isso reflete o alto grau de integração vertical da indústria, ou seja, as indústrias atuam no segmento da produção florestal como uma forma de garantia de suprimento de matéria-prima. Do total de empresas entrevistadas (130), apenas 23, ou seja, 17% possuem suprimento via florestas próprias, o que caracteriza que os plantios florestais estão presentes nas maiores empresas.

Tabela 7. Participação percentual segundo a origem da madeira das empresas entrevistadas.

Origem da Madeira	Participação Percentual	
	Média das Empresas	Quantidade
Produção própria	37,45	73,15
Principal fornecedor	56,68	18,65
Segundo fornecedor	15,18	3,43
Terceiro fornecedor	10,72	1,98
Quarto fornecedor	10,31	1,58
Quinto fornecedor	9,37	1,21
<b>TOTAL</b>	-	<b>100,00</b>

Fonte: Simioni e Andrade (2006, p.11).

As informações apresentadas nas Tabelas 6 e 7 indicam a formação de um mercado concentrado em relação à oferta e ao consumo de madeira, o que caracteriza a existência de oligopólio.

#### ***b) Produção de resíduos***

A quantidade de resíduos destinados à produção de energia na região estudada está intrinsecamente relacionada ao segmento da indústria que gera produtos finais à base de madeira sólida. De acordo com pesquisa realizada por Simioni e Andrade (2006), o volume de resíduos estimados em toda a região é de cerca de 201 mil toneladas mensais. A Tabela 8 apresenta a quantidade de resíduos classificados por tipo e sua participação percentual no total gerado, numa amostra de 70 (setenta) empresas.

Pesquisas realizadas por Brand et al. (2001) e Brand e Neves (2005), quantificando os resíduos industriais gerados na região de Lages/SC, identificaram uma produção de 26 mil toneladas/mês de resíduos em 2001, que passou para 65 mil toneladas/mês em 2004 nas empresas amostradas. A Tabela 9 apresenta a distribuição da produção de resíduos de acordo com a indústria geradora e o tipo de resíduo. A pesquisa considerou cerca de um terço das empresas existentes em uma distância de até 120 quilômetros da cidade de Lages. Segundo estimativas dos autores para 2004, a produção total de resíduos na região de estudo chega próxima a 180 mil toneladas mensais. Deste total, cerca de dois terços são comercializados para

empresas produtoras de aglomerados, celulose e, sobretudo, à produção de energia.

Tabela 8. Quantidade (t/mês) e participação percentual dos resíduos industriais produzidos pela indústria de transformação mecânica da região de Lages, SC, 2006.

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Quantidade (t/mês)</b>	<b>%</b>
Cavaco com casca	37.738,0	48,31
Cavaco sem casca	11.100,0	14,21
Serragem	10.851,0	13,89
Resíduo não qualificado	8.350,0	10,69
Casca	3.630,0	4,75
Maravalha	2.190,0	2,80
Rolo resto	2.176,0	2,79
Destopo	827,0	1,06
Costaneira com casca	690,0	0,78
Lâmina	290,0	0,37
Refilo	280,0	0,36
Costaneira sem casca	80,0	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>78.122,0</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Simioni e Andrade (2006, p. 12).

Nota: A quantidade de resíduos refere-se a uma amostra de 70 (setenta) empresas que responderam adequadamente o questionário, representando cerca de 22 % do total de empresas existentes na região.

Tabela 9. Quantidade (t/mês) de resíduos da indústria de base florestal gerado na região de Lages, SC, 2004.

Tipo de Resíduo	Quantidade de Resíduos (t/mês)						TOTAL (t/mês)	%
	Serraria	Laminadora	Móveis	Artefatos	Painéis			
Cavaco	15.213	1.725	600	300	650		18.488	28,5
Resíduo de lâmina	0	12.670	0	0	19		12.689	19,5
Serragem	7.129	105	2.779	2.344	0		12.357	19,0
Rolo resto	0	10.638	0	0	0		10.638	16,4
Refilo	1940	0	60	826	0		2.826	4,4
Maravalha	528	0	502	822	705		2.558	3,9
Casca	1.708	0	0	200	40		1.948	3,0
Costaneira e destopo	940	0	355	590	0		1.885	2,9
Pó de lixa	0	0	1.407	126	5		1.538	2,4
<b>TOTAL</b>	<b>27.458</b>	<b>25.138</b>	<b>5.703</b>	<b>5.208</b>	<b>1.419</b>		<b>64.927</b>	<b>100,0</b>
%	<b>42,3</b>	<b>38,7</b>	<b>8,8</b>	<b>8,0</b>	<b>2,2</b>		<b>100,0</b>	<b>---</b>

Fonte: Brand e Neves (2005, p. 33), dados trabalhados pelos autores.

Notas:

- 1) A quantidade de resíduos representa um terço do total de empresas localizadas a uma distância de até 120 km de Lages/SC.
- 2) A extrapolação do total de resíduos gerados para toda a população, segundo os autores, é de cerca de 180 mil t/mês.
- 3) As quantidades segundo os tipos de resíduos, foram agrupados considerando-se os com e sem casca, ou verdes e secos.

Os dados do Tabela 9 evidenciam que:

- a) A maior quantidade de resíduos é produzida pelas serrarias e laminadoras, chegando a 81% do total gerado. A distribuição percentual dos resíduos está representada no Gráfico 4 para melhor visualização.
- b) Os principais resíduos produzidos são os cavacos, resíduos de laminação, serragem e rolo resto, chegando a 83,4% do total gerado. Estes estão correlacionados com o predomínio deste tipo de empresas na região.
- c) Os resíduos provenientes do beneficiamento da madeira, tais como os refilos, maravalha e o pó de lixa representam 10,7% da produção, estando relacionado também ao baixo grau de processamento da madeira na região.
- d) Em relação às cascas e costaneiras, essas apresentam baixa participação percentual, pois não há prática disseminada para o descascamento das toras antes do processamento (embora se verifique um crescimento desta) e as costaneiras são transformadas na sua maioria em cavacos com ou sem casca.

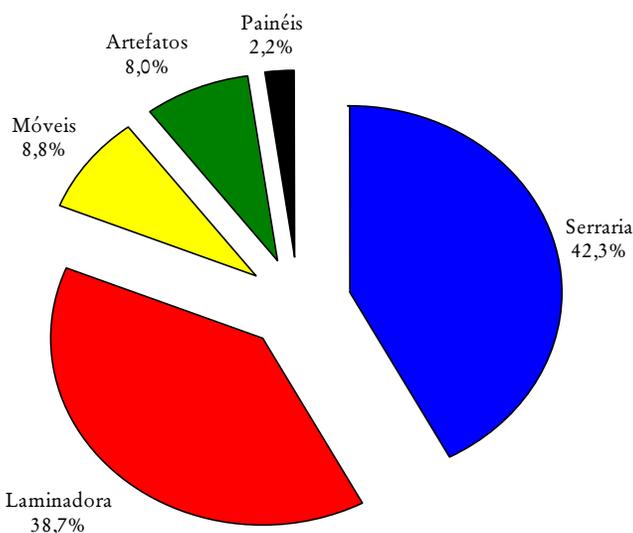


Gráfico 4. Distribuição percentual dos resíduos por categoria de indústria.  
Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Quadro 9.

Comparando o perfil da produção de resíduos verificada em 2004 por Brand e Neves (2005), apresentado no Tabela 9, e os dados obtidos na pesquisa de campo em 2006 (Quadro 8), nota-se a significativa evolução da produção de cavacos, que passou de 28,5% para 62,5%. Esta evolução é explicada, em parte, pelo novo tratamento dado ao resíduo da indústria, deixando de ser considerado "lixo", transformando-o em matéria-prima para a produção de energia. Esta prática é resultado da valorização comercial dos resíduos, em função do aumento da procura para a geração de energia, e do fornecimento de picadores por parte da usina de co-geração, na forma de comodato, para seus fornecedores. Esta tendência foi confirmada pelas informações obtidas junto às empresas vendedoras de máquinas para o setor madeireiro, constatando-se o significativo aumento das vendas de picadores de madeira.

### ***c) Impactos da tecnologia na produção de resíduos***

A geração de resíduos nas indústrias de transformação mecânica está diretamente relacionada às tecnologias empregadas nos processos produtivos industriais, além de outros parâmetros. Dos setores da indústria de transformação mecânica da madeira, as serrarias são as que merecem mais atenção em inovações tecnológicas, pois o melhor aproveitamento da madeira e, por conseqüência, a geração de resíduos, bem como a qualidade da madeira para alimentação das indústrias de beneficiamento, está estreitamente relacionada com o nível tecnológico empregado. Assim, diante da importância das serrarias na geração de resíduos e na grande concentração destas na região de estudo, optou-se por descrever as principais variáveis que afetam o rendimento na produção de madeira serrada.

Os principais parâmetros a serem considerados no rendimento produtivo de madeira serrada correspondem ao pátio de toras, às operações de desdobro, à automação dos processos e às características das máquinas utilizadas no processo (tecnologia empregada).

Em relação ao pátio de toras, as principais variáveis são: a qualidade das toras no recebimento, ou seja, homogeneidade (conicidade e sinuosidade), o volume de madeira e a classificação das toras por classe diamétrica. Em

geral, quanto melhor a qualidade das toras e maior o diâmetro, maior é o rendimento produtivo.

Rocha (2001) classifica a transformação primária da madeira nas serrarias em desdobro principal e secundário. O desdobro principal tem a função de transformar a tora em pranchas ou tábuas e é realizado com equipamentos de serra. As operações de desdobro afetam diretamente o rendimento do processo produtivo, à medida que aumentam a quantidade de serragem ou possibilitam o aproveitamento das costaneiras.

Neste sentido, Néri et al. (2005) destacam que o rendimento da madeira serrada é afetado por diversas variáveis, tais como: a seleção de toras por classes diamétricas, o tratamento otimizado de toras, a otimização no sistema de desdobro, a utilização de *laser*, o *layout* e, sobretudo, as máquinas e equipamentos utilizados. Os autores apresentam resultados de pesquisa relacionando o rendimento de madeira serrada de pinus com diferentes equipamentos de corte e classes diamétricas, podendo este variar de 34% até 52%, conforme a combinação das variáveis.

Olandoski et al. (1998), analisando o rendimento na produção de madeira serrada de *Pinus spp* com a utilização de técnicas e equipamentos convencionais de desdobro, identificaram a quantidade de resíduos produzidos, que em ordem decrescente de importância são: refilo, costaneira, serragem e destopo, conforme representa o Gráfico 5, construído a partir de dados médios obtidos pelos autores.

Para melhor visualizar a geração de resíduos florestais e industriais, desde a colheita da madeira na floresta até a produção de madeira serrada, a Figura 9 apresenta o volume de madeira e de resíduo para cada fase do processo. Pode-se verificar que 65% do volume total de uma árvore transforma-se em resíduos, ou seja, matéria-prima para a geração de energia.

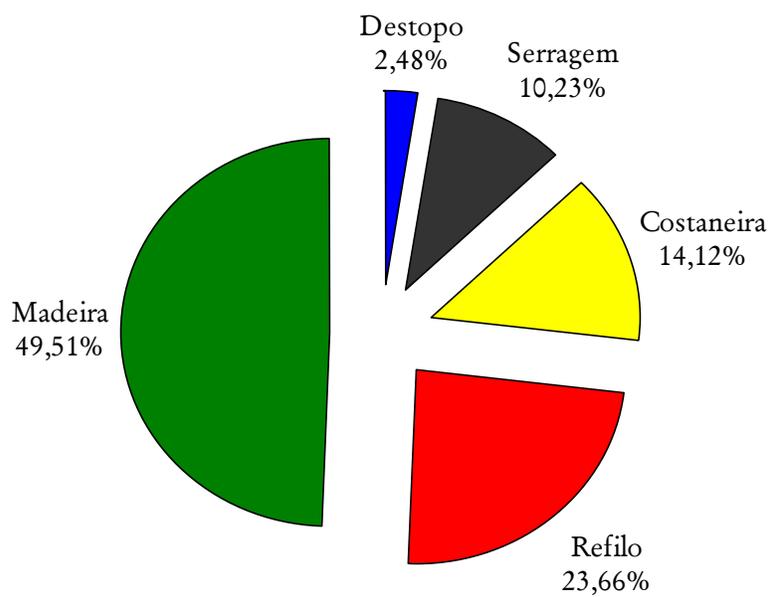


Gráfico 5. Participação percentual de produtos gerados a partir do desdobro de toras para produção de madeira serrada utilizando técnicas convencionais.

FONTE: Olandoski, Brand e Rocha (1998).

Nota: Dados médios calculados pelos autores considerando três classes diamétricas e comprimento de tora de 2,5 metros.

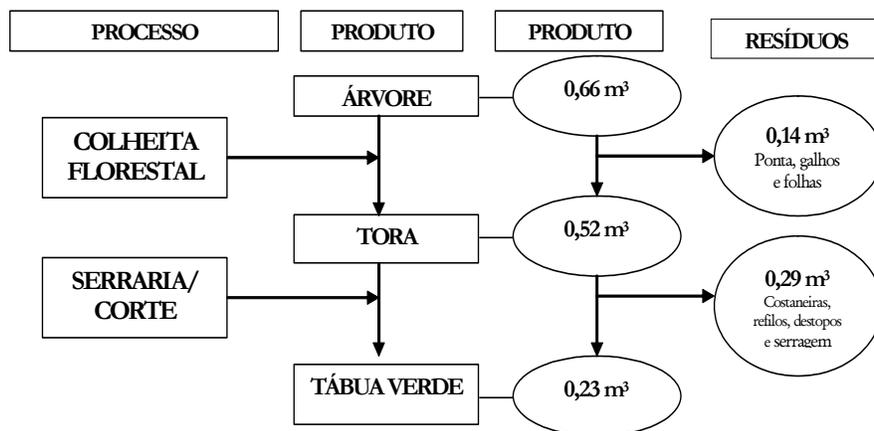


Figura 9. Volume médio de produtos e resíduos (m<sup>3</sup>) gerados no processo de colheita florestal e utilização da madeira em serraria.

FONTE: Elaborado pelos autores com base em pesquisas em andamento realizadas pelo Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CCET/UNIPLAC e no rendimento de serrarias obtidos por Néri et al (2005).

Nota: Foram consideradas árvores com 18 anos, DAP médio de 25 cm e altura total média de 22 cm.

No que se refere ao padrão tecnológico das indústrias, é consenso entre as pessoas entrevistadas pela pesquisa e também na literatura, que existe uma defasagem quando se compara a realidade brasileira com os principais países produtores mundiais. Entretanto, o problema verificado não é tanto na questão da posse da tecnologia em si, principalmente via máquinas e equipamentos, mas sim como ela é empregada, ou seja, treinamento de pessoal, gestão de processos, dentre outros fatores. No caso das pequenas empresas, o domínio da tecnologia é o grande obstáculo. Com relação às médias e grandes empresas, em que se verifica a inserção de um bom padrão tecnológico, a maior necessidade refere-se à gestão de processos e de pessoas. São as chamadas demandas não-tecnológicas, representadas pelas deficiências de conhecimento técnico-operacional, assim como, pelo baixo nível de escolaridade dos funcionários das empresas.

#### ***d) Qualidade dos resíduos***

Quanto às características técnicas dos resíduos produzidos na região, algumas são desejadas pelas empresas que os adquirem para uso na produção de energia, quais sejam: separação por categoria de resíduo; ausência de impurezas como pedra, terra e outros materiais; e teor de

umidade relacionado ao poder calorífico<sup>10</sup>. A Tabela 10 apresenta algumas propriedades dos resíduos produzidos na região.

Tabela 10. Características técnicas por tipo de resíduo adquirido pela Usina de Co-geração Lages ( UCLA).

Propriedades	Tipo de Resíduo			
	Casca	Cavaco	Serragem	Maravalha
Teor de umidade (%)	50 a 60	40 a 60	40 a 60	10 a 15
Poder calorífico superior (Kcal/kg )	4.000 a 5.000	3.500 a 5.000	3.500 a 5.000	3.500 a 5.000
Teor de cinzas ( %)	1 a 5	0,5 a 5	0,5 a 5	0,5
Densidade básica (kg/m <sup>3</sup> )	250 a 280	300 a 400	350 a 450	100 a 150

Fonte: Tractebel Energia S.A, 2006.

A separação dos resíduos por categoria faz-se necessária em função do tipo de grelha da caldeira, utilizada no processo de queima para a geração de energia, ou seja, requer um combustível homogêneo quanto à sua granulometria. Assim, as empresas adquirem vários tipos de material com granulometrias diferentes e necessitam realizar uma mistura, chamada de blendagem, para preparar o combustível com granulometria adequada para o processo de queima<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Poder calorífico é a energia liberada pela queima de um material em Kcal por unidade de massa. Está negativamente correlacionado ao teor de umidade do material. Poder calorífico é a energia liberada pela queima de um material em Kcal por unidade de massa. Está negativamente correlacionado ao teor de umidade do material.

<sup>11</sup> A blendagem é o termo utilizado para conceituar a mistura de vários tipos de matéria-prima (resíduos de biomassa de madeira) para a composição do combustível (biomassa pronta para a queima). A blendagem é um dos principais aspectos responsáveis pela eficiência da queima da biomassa e está diretamente relacionada à granulometria e ao teor de umidade da matéria-prima.

Neste aspecto, dada a importância da granulometria dos resíduos, a empresa de co-geração tem adquirido picadores de madeira e cedido aos seus fornecedores para que os resíduos maiores sejam picados e transformados em cavacos. O tipo de resíduo está intimamente relacionado com o poder calorífico, ou seja, a quantidade de energia gerada e, por esta razão, é determinante no preço final do produto.

A qualidade dos resíduos representada pela ausência de impurezas também é uma característica importante, uma vez que a presença de material não combustível, aumenta o teor de cinzas. Como as cinzas são consideradas lixo industrial, requerem tratamento adequado de acordo com a legislação ambiental.

A característica mais importante é o poder calorífico do resíduo, o qual está intimamente relacionado ao teor de umidade. Quanto mais seco for o resíduo, maior será seu poder calorífico. Assim, o teor de umidade passou a determinar o preço do resíduo adquirido pela usina de co-geração. No início de sua operação, a usina adquiria resíduos sem muitos critérios de classificação quanto ao tipo e ao teor de umidade, mas com o tempo passou a praticar preços diferenciados, de acordo com estas características. Este comportamento tem provocado uma mudança significativa nos fornecedores:

- 1.º) os resíduos industriais passaram a ter melhores oportunidades de remuneração e deixaram de ser tratados como lixo para serem tratados como matéria-prima para a geração de energia;
- 2.º) os fornecedores passaram a classificar os resíduos por categoria, incorporando as práticas de: descascar as toras de madeira separando a casca da madeira; fazer a picagem de costaneiras e outros materiais para a produção de cavacos; e realizar o armazenamento dos resíduos.

Estas práticas, de modo geral, sinalizam que há um movimento de profissionalização e adequação do tratamento dos resíduos para fins energéticos.

### ***e) Comercialização dos resíduos***

A quantidade de resíduos destinada à produção de energia representa cerca de 200 mil toneladas/mês e é proveniente de toda a indústria de processamento, sendo caracterizada como resíduo industrial. A produção é distribuída para os seguintes segmentos consumidores:

**1) Co-geração de energia:** a empresa Tractebel Energia, localizada em Lages – SC é a única empresa na região que atua na co-geração. Consiste em uma planta industrial de co-geração de energia elétrica e térmica, onde a queima dos resíduos é destinada à produção de vapor que é utilizado tanto para a secagem de madeiras como para a produção de energia elétrica. A empresa utiliza praticamente todo tipo de biomassa de origem florestal, com exceção de material de baixa granulometria, devido às características estruturais dos equipamentos de queima (caldeira).

**2) Energia térmica:** a maior parte dos resíduos disponíveis na região é destinada à produção de energia térmica, sobretudo nas próprias empresas, para a utilização de vapor nos seus processos industriais. Parte é comercializada para empresas de cerâmica vermelha, de alimentos, vulcanizadoras, dentre outras.

**3) Produção de celulose:** as empresas de celulose presentes na região utilizam biomassa na forma de cavaco sem casca e toras de madeira de desbastes, tanto para a produção de celulose como de energia.

**4) Cama de aves:** os resíduos do tipo maravalha são comercializados para produtores de frango para serem utilizados como cama nos aviários.

As características dos resíduos produzidos na região, de acordo com a pesquisa de campo e a utilização destes para a produção de energia, tomando-se como exemplo a biomassa adquirida pela Tractebel Energia (BRUTTI; SIMIONI, 2006), permitem identificar quais são os tipos de resíduos produzidos pelas empresas que são prioritariamente destinados à comercialização para produção de energia (Tabela 11).

De acordo com a Tabela 11, cavaco, casca e serragem são os principais resíduos comercializados para a Tractebel Energia. Os demais tipos são

utilizados para outros fins, ou ainda, transformados em cavacos para então serem vendidos com destino à produção de energia. Este comportamento é explicado, em parte, pela melhor remuneração obtida na comercialização dos resíduos para outras finalidades que não a energia. Esses dados e de acordo com informações obtidas pela pesquisa revelam a tendência de os resíduos destinados à geração de energia serem aqueles que não possuem uso mais nobre, ficando restritos a casca, serragem e resíduos da colheita florestal. Destaca-se a comercialização do rolo-resto do processo de laminação para a construção civil e da maravalha para uso em cama de aves.

Tabela 11. Participação percentual por tipo de resíduos produzidos na região, comparativamente com os adquiridos pela Usina de Co-geração Lages (UCLA).

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Produzido na Região (%)</b>	<b>Adquirido pela Usina de Co-Geração (%)</b>
Cavaco	62,5	50,8
Resíduo de lâmina	0,4	0,0
Serragem	13,9	20,8
Rolo resto	2,8	0,0
Refilo	0,4	4,3
Maravalha	2,8	0,1
Casca	4,7	21,8
Costaneiras e destopos	2,0	1,8
Resíduo não qualificado	10,5	0,0
Toras	-	1,2
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Dados dos resíduos produzidos na região são oriundos da pesquisa de campo (2006) e os dados da usina de co-geração foram obtidos em Brutti e Simioni (2006, p. 4).

Os preços dos resíduos são apresentados na Tabela 12. Os dados evidenciam que houve um aumento do preço real dos resíduos desde 2001 até 2006, com exceção da maravalha que aumentou o preço em 2005 e caiu em 2006. O aumento do preço dos resíduos na região pode ser explicado por duas razões:

a) Aumento do preço da madeira verificado nos últimos anos, conforme Gráfico 5;

b) Aumento da demanda dos resíduos para a produção de energia em função da instalação de uma usina de co-geração de energia a partir de biomassa na região e substituição do uso de óleo combustível (derivado de petróleo) por caldeiras que utilizam biomassa na geração de vapor em várias empresas também da região.

Este quadro, associado à tendência de aumento do consumo de biomassa para a geração de energia, configura um cenário de aumento do preço dos resíduos florestais e industriais. Como desdobramento, novas relações de poder são esperadas com alterações nos padrões de concorrência, tais como: o uso múltiplo da floresta, o estabelecimento de contratos de fornecimento e o tratamento adequado aos resíduos.

Tabela 12. Preços praticados na comercialização dos resíduos na região.

Tipo de Resíduo	Preços Médios de Venda (R\$/t)			Variação Percentual (2006/2001)
	2001	2005	2006	
Maravalha	31,55	63,68	23,44	-25,71
Cavaco sem casca	30,93	62,11	61,50	98,82
Cavaco com casca	25,76	36,64	42,84	66,34
Serragem	5,39	17,15	24,63	357,06
Refilos	17,00	18,50	40,00	135,34
Costaneiras	16,67	16,03	30,00	79,95
Destopos	13,02	-	24,00	84,27
Cascas	-	17,74	44,50	250,82

Fonte: Preços do ano 2001 em Brand et al (2001, p 7); do ano 2005 em Brand e Neves (2005, p. 12) e do ano 2006: dados da pesquisa de campo realizada pelos autores.

Notas: 1) Os preços foram atualizados pelo IGP-M considerando os índices médios de cada ano e julho/2006 = 100.

2) Os campos identificados por (-): cascas em 2001 e destopos em 2005 não estão disponíveis.

#### 4.1.1.3.2 Usina de Geração de Energia

Os equipamentos disponíveis para a geração de energia a partir de resíduos de origem florestal são muito semelhantes aos utilizados para a queima de biomassa de cana-de-açúcar. Tem-se observado pela pesquisa de campo a dificuldade encontrada por muitas empresas na utilização de queimadores. Esta dificuldade explica-se, em parte, pela necessidade de adaptação tecnológica para se trabalhar com resíduos de origem florestal, uma vez

que ela apresenta comportamento de queima diferente de outras fontes de biomassa e, por outra parte, pela necessidade de avanços na gestão dos processos – aprendizado tácito e explícito.

A biomassa utilizada para a produção de energia é proveniente, basicamente, dos resíduos industriais gerados nos processos de utilização da madeira, sobretudo da indústria de transformação mecânica e, em menor escala, de resíduos da colheita florestal e toras finas oriundas dos desbastes das florestas. De uso mais recente, estes resíduos florestais (ponta de árvores e galhos) também são utilizados para a geração de energia, como forma de maximizar o aproveitamento da floresta, processo que se denomina de uso múltiplo.

A utilização dos resíduos para a geração de energia pode se dar de duas maneiras distintas:

1) **Produção de energia térmica:** consiste no aproveitamento do calor obtido pela queima dos resíduos para a geração de vapor, objetivando a secagem de madeira, lâmina, celulose, papel ou para a produção de produtos de outras cadeias produtivas, como ocorre na cerâmica vermelha e nas agroindústrias de alimentos e bebidas presentes na região.

2) **Co-geração de energia:** consiste na geração de energia térmica e elétrica através de um circuito fechado de geração de vapor. O vapor resultante da queima da biomassa passa por turbinas e geradores, produzindo energia elétrica, que é incorporada na rede de distribuição de energia elétrica (CELESC Distribuição S.A.). Parte do vapor produzido na usina é utilizada por indústrias que estão próximas à unidade de co-geração (Figura 10).

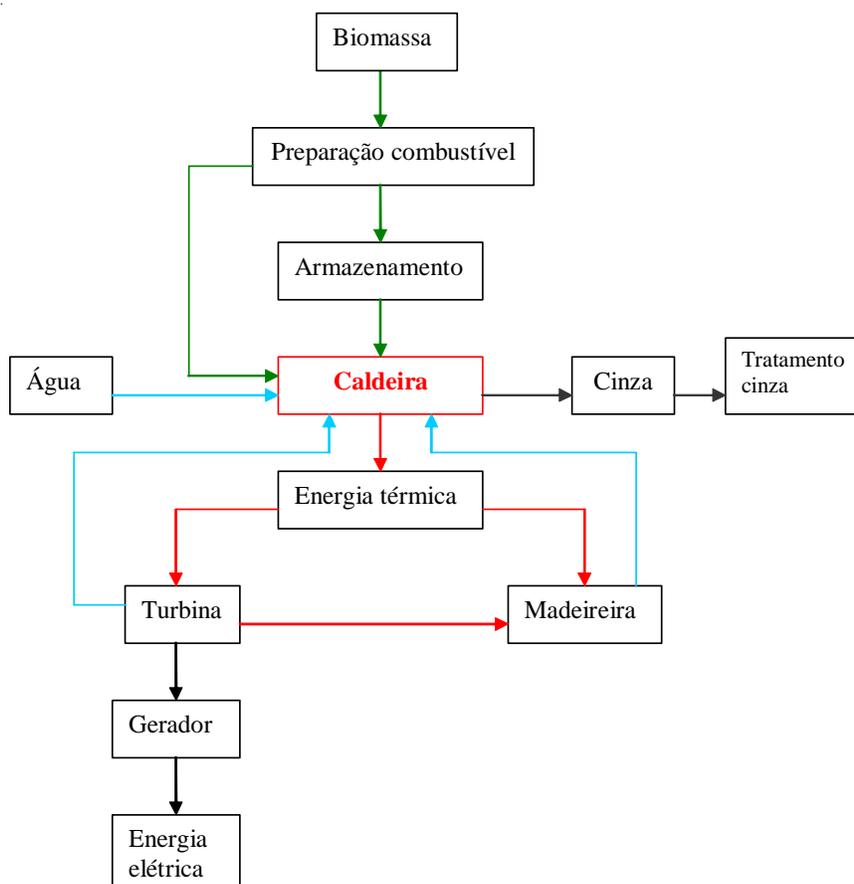


Figura 10. Esquema de funcionamento de uma usina de co-geração de energia  
 Fonte: Elaborado pelos autores a partir de informações obtidas na usina Tractebel Energia S.A – Unidade de Co-Geração Lages, 2006.

A caracterização do sistema de produção de energia térmica (vapor) foi qualitativamente sistematizada pela pesquisa de campo, uma vez que as empresas não realizam acompanhamento estatístico da quantidade de biomassa consumida e do vapor gerado. Nas indústrias de transformação mecânica, o sistema é composto, na grande maioria dos casos, por uma caldeira que produz energia térmica (vapor), utilizado na secagem de madeiras. Na indústria de celulose e papel, o vapor participa em diferentes fases do processo, desde o cozimento dos cavacos até a secagem do papel,

assim como ocorre em outras indústrias, como na da cerâmica vermelha, da alimentícia e de bebidas.

A grande quantidade de resíduos disponível na região fez com que, no final da década de 90, fosse apontada como uma das ações do Plano de Desenvolvimento Tecnológico Regional - PDTR, a instalação de uma usina de co-geração de energia em Lages. Assim, em 2002 iniciaram-se as instalações da Unidade de Co-geração Lages (UCLA), do grupo Tractebel Energia S.A., como forma de buscar o aproveitamento mais racional dos resíduos da indústria. Hoje, a usina atua com capacidade instalada de 28 MW de energia elétrica, além da produção de 25 t/h de vapor para empresas madeireiras localizadas próximo à usina.

#### 4.1.2 Ambiente Organizacional

O ambiente organizacional constitui-se das organizações corporativas, sindicatos, institutos de pesquisa e assistência técnica constituídos com o intuito de fornecer apoio às questões mais abrangentes de interesse comum à cadeia, bem como no suprimento de tecnologias e informações. Também atua no sentido de melhor organizar processos de coordenação, visando obter maior eficiência competitiva. A análise do ambiente organizacional cumpre importante papel nos estudos de competitividade, pois ele é responsável por parte da eficiência coletiva de todos os elos da cadeia.

A cadeia de produção de energia é atendida por diversas associações comuns a outras cadeias relacionadas ao uso de produtos florestais. Fazem parte deste ambiente as organizações relacionadas ao segmento de produção florestal, da cadeia de celulose e papel, das indústrias de transformação mecânica, dentre outras. Também é importante a instalação de órgãos de pesquisa e assistência técnica com a finalidade de geração e difusão de tecnologia. Quanto à importância e atuação das organizações que atuam na cadeia da madeira, pode-se dividi-las em três grupos: a) as que atuam no desenvolvimento científico e tecnológico; b) as atuantes como órgãos de representatividade, reivindicações e provimento de informações; e c) as que atuam nas questões relacionadas ao cumprimento da legislação, fiscalização e preservação ambiental (Figura 11).

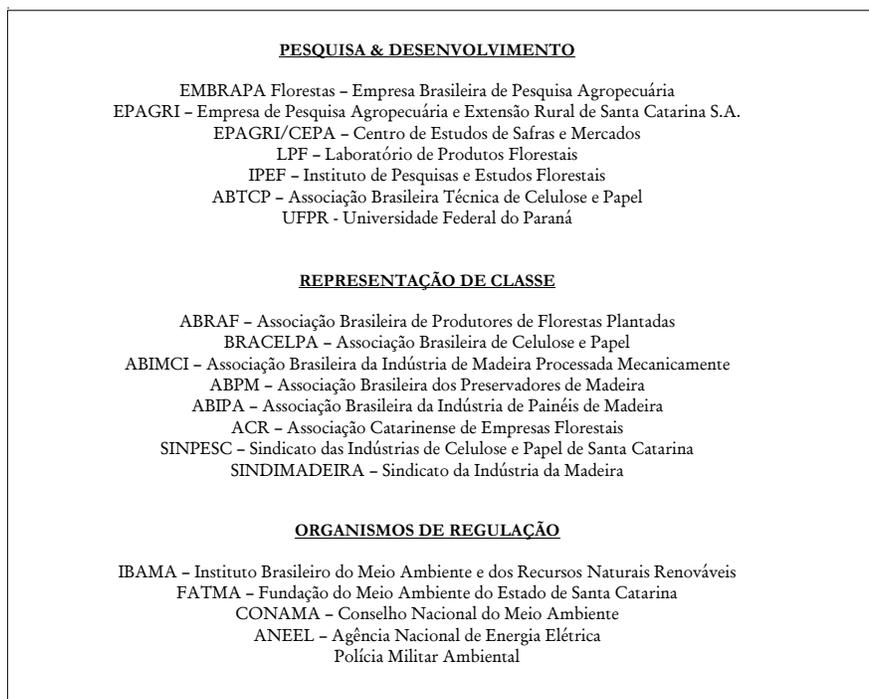


Figura 11. Principais organizações de interesse público-privado atuantes na cadeia produtiva de energia  
Fonte: Elaborado pelos autores, 2006.

As instituições de desenvolvimento científico e tecnológico são importantes na geração e difusão de conhecimentos, especialmente aqueles voltados para a produção de florestas e a tecnologia de utilização de produtos florestais. No melhoramento das espécies do gênero pinus, significativos avanços no que se refere à produtividade e qualidade da madeira produzida, têm colocado o Brasil como um dos países de maior produtividade florestal. Outras tecnologias aplicadas pelos órgãos de pesquisa e Universidades na área de manejo e condução das florestas, nutrição de plantas, etc., têm sido extremamente importantes nos ganhos de produtividade da silvicultura, atingindo até 50 t/ha/ano em áreas de plantios favoráveis. Parte do avanço é atribuída ao desenvolvimento da pesquisa pelas próprias empresas produtoras, constituindo-se em uma estratégia de domínio e provisão de conhecimento.

Cabe destacar, neste contexto, o importante papel dos órgãos de pesquisa e difusão de tecnologias, tais como a EPAGRI e a *Embrapa Florestas*, que atuam na assistência técnica e extensão rural, divulgando as novas técnicas desenvolvidas pela pesquisa. Através das instituições públicas os produtores recebem a assistência técnica e são profissionalizados para o cultivo de florestas. Os programas de fomento realizados pelas empresas de maior porte, muitas vezes em convênio com o Estado e as Prefeituras, também têm desempenhado destacado papel na difusão de tecnologias e no incentivo ao plantio de florestas nas pequenas propriedades rurais.

Na região de Lages, destacam-se como integrantes do primeiro grupo: a Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), com o Curso de Engenharia Industrial Madeireira e o Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), com estrutura voltada para a pesquisa com madeira; a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), com os cursos de Agronomia e Engenharia Florestal; e a EPAGRI, com destaque para o Laboratório de Biotecnologia. Com a exceção do curso de Agronomia, as demais são recentes e estão em fase de inserção no mercado profissional, científico e tecnológico.

Vários atores da cadeia têm apontado o isolamento entre as empresas e as Universidades, sobretudo com as de menor porte. Parte deste comportamento foi justificado pelo fato do financiamento privado de projetos de pesquisa e extensão ser feito pelas maiores empresas e as universidades locais terem dificuldade de acesso a financiamentos públicos, devido à baixa titulação do seu quadro de docentes. De modo geral, os organismos locais reconhecem as Universidades como uma oportunidade para a geração de projetos e ações que visem à melhor organização e ao desenvolvimento do setor.

O segundo grupo de organizações corresponde às associações, principalmente de produtores. Estas atuam, de forma geral, como órgãos de representação, defendendo os interesses conjunturais dos associados, particularmente no que se refere às questões políticas junto aos órgãos públicos. As associações surgiram no início do desenvolvimento da silvicultura no Brasil, como uma necessidade de coordenação e

representação do setor. Atualmente, a maior participação nestas é das empresas produtoras de médio e grande porte, tais como na ACR, no SINPESC e no SINDIMADEIRA, como organizações que centralizam as ações de caráter coletivo, sistematizam informações sobre a produção e os mercados, além das reivindicações frente ao setor público. Com preocupação voltada ao produtor rural florestal, o Núcleo de Reflorestadores da ACIL tem atuado visando o provimento de informações e organização destes.

O terceiro grupo refere-se aos organismos relacionados às questões de regulação, fiscalização e proteção ambiental. Atuam principalmente no sentido de fiscalizar o cumprimento da legislação vigente. A Polícia Ambiental e a FATMA são os órgãos de proteção ambiental localizados na região. Neste grupo, há uma grande defasagem regional de organismos relacionados ao cumprimento da legislação florestal e ambiental. A relação da FATMA com as empresas da região é pautada pelas orientações no sentido de uma visão ambientalmente correta.

#### 4.1.3 Ambiente Institucional

Neste item, foram considerados os aspectos relacionados às novas diretrizes energéticas, à produção florestal e à indústria, que se constituem nos principais fatores que determinam o ambiente institucional. Quanto às diretrizes energéticas, considerou-se as tendências na matriz energética no mundo e o Plano Nacional de Agroenergia no Brasil. Para a produção florestal, foram analisados os programas, políticas e legislação relacionados à produção de florestas. Quanto às indústrias, considerou-se a legislação específica direcionada às usinas de produção de energia.

##### 4.1.3.1 Mudanças na Matriz Energética

O modelo energético mundial está baseado na utilização de energias não-renováveis, como o carvão e o gás mas, principalmente, o petróleo, que apresenta reservas limitadas e está geograficamente concentrado no Oriente Médio. De acordo com o Plano Nacional de Agroenergia - PNA (BRASIL, 2005), estima-se que a demanda de energia no mundo deva crescer, em média, 1,7% ao ano e que as reservas de petróleo existentes,

mantido o atual nível de consumo, permitirão suprir a demanda por apenas mais 40 anos.

Este cenário impõe a busca de alternativas seguras rumo à transição da oferta de energia. A utilização de fontes de energia renováveis, como é o caso da biomassa, surge como uma alternativa de geração de energia. De acordo com o World Energy Council (2000), a biomassa moderna poderá ter um grande crescimento e, provavelmente, terá uma expressão significativa na estratégia de diversificação na disponibilidade de energia entre 2000 e 2020.

O Plano Nacional de Agroenergia (BRASIL, 2005), apresenta estimativas da *International Energy Agency* que 35,9% da energia fornecida no Brasil é de origem renovável, enquanto que, no mundo, esse valor é de 13,5% e nos Estados Unidos é de apenas 4,3%, demonstrando, assim, que a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo. Ainda de acordo com o MAPA (BRASIL, 2005, p. 23), os investimentos na geração de energia renovável serão estimulados pelos seguintes fatores:

§ Os governos investirão quantias significativamente maiores em PD&I de bioenergia do que fariam em condições normais;

§ A iniciativa privada será induzida a investir em PD&I, por incentivos governamentais, e também o fará por iniciativa própria, dada a oportunidade de negócios;

§ O encarecimento das fontes fósseis, pelo esgotamento das reservas, elevará o patamar geral de preços de energia;

§ A pressão social por fontes renováveis incentivará a ampliação dos negócios, propiciando ganhos de escala;

§ A ação estratégica preventiva, motivada por fenômenos climáticos extremos mais freqüentes, reforçará tanto o investimento em pesquisa quanto a ampliação do consumo, favorecendo a ampliação do *market share* das energias renováveis;

§ Os governos utilizarão diversos instrumentos de políticas públicas

destinados a fomentar a utilização de fontes renováveis, inclusa a bioenergia.

Diante deste cenário, a agricultura energética desponta como uma grande oportunidade de atender as necessidades de fontes de energia renovável, principalmente a biomassa (GOVERNO LANÇA PLANO..., 2005). Segundo o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2003), a participação da biomassa na matriz energética brasileira é de 27%, a partir da utilização de lenha de carvão vegetal (11,9%), bagaço de cana-de-açúcar (12,6%) e outros (2,5%). Conforme Parikka (2004), cerca de dois quintos do potencial de biomassa existente no mundo é usada e, em muitos locais, a biomassa corrente é usada abaixo do potencial disponível.

De acordo com Couto et al. (2002, p. 1), “a biomassa de origem florestal é uma forma de energia limpa, renovável, equilibrada com o meio ambiente rural e urbano, descentralizadora de população, geradora de empregos (tanto no meio rural como no meio urbano) e criadora de tecnologia própria”. Brand (2006) destaca também que, além da alta disponibilidade da biomassa florestal atualmente no Brasil, ainda são gerados muitos resíduos na indústria que podem ser utilizados para geração de energia. No âmbito das indústrias, a utilização do material gerado nos processos industriais pode viabilizar a implantação de sistemas de co-geração, aumentando a potencialidade de geração de energia a partir de biomassa (BONDUELLE, et al., 2004).

Porém, a biomassa também apresenta fatores limitantes como a baixa densidade energética, custo de exploração e transporte elevados, baixo poder calorífico, altos teores de umidade, necessidade de preparação do combustível, dificuldade de manuseio devido ao combustível ter forma e tamanho variáveis (ANTUNES; ALMEIDA, 2003).

De acordo com o Plano Nacional de Agroenergia, os resíduos obtidos a partir de um manejo correto dos projetos de plantios florestais podem incrementar a produtividade energética futura das florestas, bem como os resíduos gerados a partir da industrialização da madeira podem ser utilizados para geração de energia no próprio local ou facilmente transportados quando comercializados.

Segundo Macedo (2003, p. 20), os usos de biomassa, sobretudo a de origem florestal, para fins de geração de energia são interessantes para o país, uma vez que possuem baixo custo e as disponibilidades de área para cultivo são muito grandes. Ainda, Macedo (2001) destaca o potencial de geração de energia de biomassa nas fábricas de celulose e papel, a utilização dos resíduos da indústria madeireira e o potencial de uso de florestas plantadas para a geração de energia.

Diante das informações apresentadas, pode-se concluir que existe um conjunto de fatores que produzem um ambiente favorável à utilização dos resíduos florestais e da indústria de base florestal para a geração de energia, além do cultivo de florestas visando à produção de biomassa para fins energéticos.

#### **4.1.3.2 Aspectos Relacionados à Produção Florestal**

Quando se trata da produção florestal, o primeiro e mais importante aspecto a ser considerado é a legislação ambiental. São leis, decretos, resoluções e portarias que regulamentam a atividade no país. Isso tem que ser levado em consideração, até porque a cadeia de energia a partir da biomassa depende dos plantios florestais. E neste caso, a cada dia que passa surge algo novo que precisa ser observado, como, por exemplo, a Portaria 063/2006 da FATMA, relacionada ao sistema de campos naturais, que restringe em 50% o plantio de essências exóticas, limitando significativamente as novas áreas de plantio na região de Lages, pois a região apresenta extensas áreas de campos naturais.

As principais questões relativas aos plantios florestais referem-se às Áreas de Preservação Permanente - APP e de Reserva Legal, dentre outras, presentes no código florestal brasileiro. Com relação às principais regulamentações federais que o segmento da produção florestal deve atender, destacam-se:

a) Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal no Brasil, alterada pela Lei n.º 7803/1989 e pela Medida Provisória n.º 2.166-67/2001;

- b) Decreto n.º 750, de 10 de fevereiro de 1993, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica;
- c) Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997, que trata do licenciamento ambiental;
- d) Decreto n.º 3.179, de 21 de setembro de 1999, que dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- e) Resolução CONAMA n.º 278, de 24 de maio de 2001, que trata da exploração florestal no bioma Mata Atlântica;
- f) Resolução CONAMA n.º 303, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- g) Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, que trata dos crimes ambientais;
- h) Lei nº 285/99, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica;
- i) Lei n.º 11.284/06, que regulamenta a gestão das florestas públicas no Brasil.

No âmbito estadual, Simioni e Santos (2004) analisaram os avanços da política florestal em Santa Catarina, com destaque para os programas florestais do governo, as ações de defesa sanitária vegetal, pesquisa, extensão e assistência técnica, tributação, financiamentos, o acompanhamento de preços e os avanços na legislação estadual. As principais conclusões dos autores foram:

- a) O desenvolvimento da política florestal no Estado, embora recente, conseguiu colocar em prática vários projetos que proporcionaram, não somente a ampliação da área cultivada com florestas, mas também a geração de trabalho e renda aos pequenos produtores familiares em processo de exclusão, contribuindo assim, para a redução do êxodo rural;

b) Os serviços públicos na área da pesquisa e assistência técnica realizados, principalmente pela EPAGRI, não são considerados suficientes, sobretudo no que se refere à assistência técnica;

c) A criação da Zona de Processamento de Produtos Florestais (ZPF), isentando os produtores do pagamento do ICMS para a comercialização de madeira e derivados de madeira nas principais regiões do Estado, foi um incentivo importante para o setor;

d) No que se refere à evolução da legislação estadual, esta teve seu início em 1990. No entanto, a principal lei que dispõe sobre a política florestal de Santa Catarina permanece até o presente momento a Lei 10.472, datada de 12 de agosto de 1997;

e) No quadro formado pelas ações de proteção, manejo de parques e reservas biológicas, de regulamentação, administração das unidades de conservação do Estado, e no que se refere aos avanços na fiscalização ambiental, percebe-se que essas ações estão comprometidas pela fragilidade administrativa e financeira da FATMA e pela falta de apoio do Estado a esta Instituição, bem como, pelos conflitos entre os órgãos FATMA, IBAMA e Polícia Ambiental.

As principais regulamentações do estado de Santa Catarina que o segmento da produção florestal deve atender são:

a) Lei n.º 10.472, de 12 de agosto de 1997, que dispõe sobre a política florestal do estado de Santa Catarina;

b) Instrução Normativa n.º 1, que trata sobre a Floresta Ombrófila Densa e da sua zona de transição;

c) Instrução Normativa n.º 15, que trata da averbação da reserva florestal legal;

d) Instrução Normativa n.º 20, que trata da averbação da reserva legal de florestamento e reflorestamento de essências arbóreas para áreas acima de 50 hectares.

Bacha (2003, p. 1), analisando o impacto das políticas florestais no país, tem verificado que “[...] políticas de estímulos<sup>12</sup> a essa atividade tiveram o mérito de ampliar a área reflorestada até a década de 80, mas a ausência dessas políticas tem levado a uma situação de escassez de madeira de reflorestamento na primeira década do século XXI”. Ainda, Bacha e Barros (2003) identificaram, no Brasil, uma previsão de 220 e 230 mil hectares de novos plantios por ano até 2010, comandados pelas empresas de celulose e papel, as quais aumentarão o poder de mercado sobre a madeira oriunda de florestas plantadas. Embora a região de estudo não apresente dados estatísticos oficiais de plantios anuais, são estimados pela EPAGRI cerca de 25 mil hectares em 2004, 30 mil hectares em 2005 e para 2006, uma redução bastante significativa, para menos de 20 mil hectares.

Analisando os diferentes aspectos relacionados à produção florestal, dois pontos merecem destaque: o primeiro refere-se aos incentivos para a realização de plantios florestais, atualmente, restritos a poucas ações; o segundo, à presença de uma ampla legislação que orienta os plantios florestais. Estes apresentam significativa importância, pois afetam diretamente a evolução da área cultivada com florestas, determinando a oferta de matéria-prima para a indústria.

#### **4.1.3.3 Aspectos relacionados à indústria**

Quanto aos aspectos relacionados à indústria, três categorias de resíduos são observados: sólidos, líquidos e gasosos, tanto na categoria industrial como doméstico. Para o funcionamento, as empresas precisam obter a ordem de licença ambiental, conferida quando os resíduos são tratados adequadamente. Um dos problemas apresentados pelas empresas é a excessiva burocracia e o longo tempo necessário para se obter essa licença. Estes fatores são considerados desestimulantes para a entrada de novos investimentos.

As principais regulamentações que o segmento da indústria geradora de energia deve atender são:

---

<sup>12</sup> O período de vigência dos incentivos fiscais foi de 1965 a 1986 (BACHA, 2003, p. 12).

- a) Lei n.º 5.793, de 15 de agosto de 1980, que se refere à Licença Ambiental de Operação – LAO, expedida pela FATMA;
- b) Resolução ANEEL n.º 112, de 18 de maio de 1999, que confere autorização para implantação de centrais geradoras termelétricas;
- c) Resolução ANEEL n.º 21, de 20 de janeiro de 2000, que trata da qualificação de centrais co-geradoras.

#### 4.1.4 Caracterização das Transações entre os Agentes

O objetivo desta seção é apresentar, com base nas informações obtidas através das entrevistas e dos questionários, as transações de maior relevância ocorridas na cadeia produtiva de energia a partir de biomassa florestal. Inicialmente, procurou-se mapear os atributos pertinentes às principais transações realizadas na cadeia. Este aspecto é importante na avaliação da coordenação da cadeia, porque influencia diretamente na sua competitividade. As dimensões da análise da coordenação foram estruturadas seguindo a caracterização dos atributos das transações, quais sejam: especificidade dos ativos, frequência e incerteza nas operações e ocorrência de ações oportunistas por parte dos agentes.

Observou-se, ainda, a existência de conflitos entre os agentes e segmentos da cadeia e as mudanças esperadas sobre as estruturas de governança. Finalizou-se apresentando, de forma resumida, um quadro com as principais transações realizadas na cadeia produtiva de energia a partir de biomassa florestal, procurando caracterizar os atributos das transações, a ocorrência de oportunismo e as estruturas de governança observadas e esperadas.

##### 4.1.4.1 Transações Envolvendo os Produtos da Floresta

A relação entre os segmentos da produção florestal e a indústria de processamento refere-se ao fornecimento de toras de madeira de florestas plantadas de pinus. Estas apresentam especificidade média, pois, são requeridas características específicas<sup>13</sup>, conforme o uso, embora apresentem baixa especificidade temporal e baixa perecibilidade.

<sup>13</sup> Para uso na laminação são requeridas toras de maior diâmetro e livres de nós. Nas serrarias, toras finas apresentam baixo rendimento no processo de corte. Para a produção de celulose, madeira juvenil não apresenta comprimento de fibra desejado. A produção de energia requer material seco.

As transações entre o segmento da produção florestal e as empresas de transformação ocorrem, predominantemente, utilizando duas formas de estrutura de governança: integração vertical e mercado. A integração vertical é utilizada pelas empresas do ramo de celulose e papel e pelas indústrias de processamento mecânico de maior porte, ambas associadas à inserção mais antiga na atividade<sup>14</sup>. Portanto, esta estrutura de governança está presente em um menor número de empresas, porém, nas maiores, representando o maior volume de madeira processada na região. Esta tem sido uma das principais estratégias adotadas pelas grandes empresas e justifica-se por duas razões: a primeira refere-se ao aspecto histórico de implantação das florestas via incentivos fiscais, proporcionando a implantação de extensas áreas florestadas com espécies do gênero pinus; um segundo aspecto é a garantia do fornecimento de matéria-prima.

A maioria das pequenas empresas pesquisadas adquire madeira na forma de toras, de produtores florestais e de outras empresas de maior porte, utilizando o mercado como estrutura de governança. As transações ocorrem com alta frequência, fidelidade e bom relacionamento entre os agentes. Verificou-se em grande número dos entrevistados a existência de acordos verbais com os fornecedores de madeira, explicada pelo fato das empresas buscarem garantia no suprimento de madeira. Numa perspectiva de déficit na oferta de toras de madeira, com conseqüente aumento real dos preços, a tendência atual aponta para o aumento da procura pela realização de contratos formais, como exemplo a modalidade adotada por algumas empresas. Não houve relato de ocorrência de ações oportunistas por parte dos fornecedores de madeira.

As grandes empresas produtoras de florestas disponibilizam madeira, utilizando o mercado como estrutura de governança. A madeira é disponibilizada no pátio das empresas, mediante pagamento antecipado. Atuam como líderes, controlando a oferta e tendo forte influência na determinação do preço.

---

<sup>14</sup> De acordo com Costa (1982); Goularti Filho (2002); Hoff e Simioni (2004); e Silveira (2005), a inserção da atividade madeireira na região do Planalto Sul Catarinense, baseada em florestas plantadas com Pinus, teve início nos anos 60.

Mais recentemente, algumas empresas passaram a realizar contratos do tipo “parceria” com produtores rurais, para a implantação de novas áreas de florestas, constituindo os programas de fomento florestal. Esta tem sido mais uma forma das empresas aumentarem sua auto-sustentabilidade no suprimento de matéria-prima. É caracterizada pelo fornecimento das mudas e alguns insumos para a implantação das florestas, bem como de parte da assistência técnica. Em contrapartida, os produtores comprometem-se a comercializar parte da produção.

Há, também, a presença de contratos de arrendamento de terras para a realização de plantios florestais. Esta modalidade é realizada por empresas de grande porte, que realizam plantios florestais em áreas arrendadas, mediante a realização de contratos formais. Esta opção passou a ser adotada, devido ao significativo aumento do preço da terra na região e do esgotamento da fronteira florestal.

#### 4.1.4.2 Transações Envolvendo os Resíduos da Indústria

Os resíduos industriais podem ser utilizados para a geração de energia, celulose e cama de aves. Para a produção de celulose são utilizados os desbastes de florestas, costaneiras e cavacos sem casca. A maravalha é destinada preferencialmente a avicultores que a utilizam como cama nos aviários. O restante dos resíduos é utilizado na geração de energia, seja na própria empresa ou comercializada para terceiros.

Na comercialização da biomassa destinada à produção de celulose e papel existe uma única empresa compradora na região, que utiliza a integração vertical e o mercado como estruturas de governança. A principal forma de suprimento de madeira para celulose para esta empresa ocorre via integração vertical. Esta forma de estrutura de governança tem sido adotada historicamente como uma estratégia de garantia do suprimento de matéria-prima e padrão de qualidade. Uma pequena parte de biomassa é adquirida do mercado, seja pela aquisição de toras de madeira como também de resíduos da indústria (cavacos), que apresentam especificidade baixa a média, pois são destinados à produção de energia. Como este mercado é caracterizado como monopólio, a empresa é quem determina o preço e fixa quotas, ou seja, quantidades de biomassa por fornecedor.

Parte significativa dos resíduos da indústria madeireira é utilizada pelas próprias empresas produtoras em seu processo industrial, destinados à queima em caldeiras, objetivando a produção de vapor para a secagem de madeiras. O excedente é comercializado para terceiros e a transação entre os agentes ocorre de forma diversificada, conforme o tipo de biomassa e o agente consumidor. A maravalha, por exemplo, é transacionada via mercado para avicultores, cooperativas e pequenos distribuidores. Este resíduo apresenta baixa especificidade, porém, devido à grande demanda deste produto e à alta frequência das transações, o grau de incerteza na sua comercialização se reduz significativamente. Devido a estas características, a estrutura de governança esperada é a realização de contratos, porém, não verificada em função do pequeno porte dos agentes consumidores. Entretanto, verificou-se a presença de acordos verbais e uma relação de fidelidade nestas transações.

A serragem misturada com material fino é um tipo de biomassa de reduzida procura, em função de sua menor eficiência de queima nas caldeiras, ocasionada tanto pela sua baixa granulometria como também pelo alto teor de umidade (normalmente produz-se serragem verde). Diante destas características, o mercado é a estrutura de governança adotada.

Quando os agentes consumidores de resíduos apresentam alta escala de produção, as transações são realizadas preferencialmente por contratos formais escritos, que buscam discriminar o volume a ser fornecido, tipo de resíduo, teor de umidade, granulometria e a frequência de entrega. A realização de contratos surge como estratégia adotada pelas empresas consumidoras de biomassa de maior porte, como garantia do suprimento e qualidade da matéria-prima.

A instalação de uma usina de co-geração de energia, de novas unidades de secadores de madeira e a substituição de caldeiras a óleo para biomassa, aumentaram significativamente a demanda de biomassa na região. O mercado era a estrutura de governança anteriormente adotada e foi substituída pela realização de contratos, visando a garantia do suprimento da matéria-prima.

Através da análise das informações obtidas pela pesquisa, verificou-se que muitas empresas madeireiras planejam a realização de investimentos na área de secagem de madeiras, alterando o método de secagem ao ar livre pelo método de secagem por estufas, como também efetuando a substituição da geração de energia a partir de combustível derivado de petróleo por biomassa. Este cenário de aumento da demanda de biomassa para geração de energia, corroborado pela redução dos processos de geração de resíduos industriais, via inserção de máquinas e equipamentos mais eficientes, tende a resultar no maior aproveitamento da madeira e no incentivo à realização de contratos como estrutura de governança cada vez mais esperada nas transações.

#### 4.1.4.3 Transações Envolvendo Energia

A energia produzida a partir da utilização dos resíduos pode ser térmica ou térmica e elétrica (co-geração). No caso da produção de energia térmica, quase que a totalidade das empresas utiliza a integração vertical como estrutura de governança, em função da alta especificidade do vapor produzido, seja pelo aspecto da sua utilização, como pela dificuldade de transporte<sup>15</sup> ou comercialização. O objetivo da geração de energia térmica pelas empresas do setor madeireiro é a secagem de papel, madeiras e lâminas. Em outros setores, utiliza-se para a produção de cerâmica vermelha, indústrias de bebidas, alimentos e de recauchutagem de pneus.

No caso da co-geração de energia, a usina realiza suas transações mediante a realização de contratos formais escritos. A energia elétrica é comercializada para a concessionária Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (CELESC)<sup>16</sup> e o vapor é comercializado para empresas que o utilizam nos seus processos produtivos, sediadas próximas à usina. Neste caso, a transação é caracterizada pela alta especificidade do ativo e frequência, resultando na maior complexidade dos contratos.

Para melhor visualização destas características, a Tabela 13 apresenta resumidamente as características das transações, bem como a estrutura de governança observada e esperada.

<sup>15</sup> O vapor pode ser transportado através de vapordutos a pequenas distâncias, devido à perda de calor.

<sup>16</sup> Atualmente (desde outubro de 2006), está dividida em duas subsidiárias, quais sejam: CELESC Geração S.A.; e CELESC Distribuição S.A.

Tabela 13. Representação dos produtos, atributos das transações e estrutura de governança das principais transações presentes na cadeia produtiva de energia a partir de biomassa florestal na região de Lages, SC.

TRANSAÇÃO ENTRE		PRODUTO			ATRIBUTOS DAS TRANSAÇÕES			ESTRUTURA DE GOVERNANÇA	
Fornecedor	Cliente	Produto	Especificidade do Ativo	Frequência	Incerteza	Ocorrência de Oportunismo	Observada	Esperada	
Produtor de Florestas	Celulose e Papel	Toras	Média	Alta	Baixa	Não	Integração Vertical Mercado,	Integração Vertical	
Produtor de Florestas	Madeireiras	Toras	Média	Alta	Média	Não	Acordo Verbal, Integração Vertical	Contratos e Integração Vertical	
Madeireiras	Celulose e Papel	Toras e cavaco	Baixa-Média	Alta	Baixa (quotas)	Não	Mercado	Mercado	
Madeireiras	Madeireiras	Resíduo	Baixa-Média	Alta	Média	Não	Integração Vertical, Acordos Verbais	Integração Vertical, Contratos Formais	
Madeireiras	Usina de Co-geração	Resíduo	Baixa-Média	Alta	Média	Não	Contratos Formais	Contratos Formais	
Madeireiras	Outras Indústrias	Resíduo	Baixa-Média	Alta	Média	Sim	Acordos Verbais e Mercado	Contratos Formais	
Usina de Co-geração	CELESC Geração S.A.	Energia elétrica	Alta	Alta	Baixa	Não	Contrato Formal	Contrato Formal	
Usina de Co-geração	Madeireiras	Vapor	Alta	Alta	Baixa	Não	Contrato Formal	Contrato Formal	

Fonte: Elaborado pelos autores com base na pesquisa de campo, 2006.

#### **4.1.5 Fatores Críticos e Oportunidades da Cadeia Produtiva de Energia**

A identificação dos fatores críticos em relação ao desempenho da cadeia produtiva de energia, a partir de biomassa florestal, foi realizada mediante a análise das informações obtidas na fase diagnóstica. Cabe destacar aqui que o resultado desta análise representa a percepção do autor frente às informações coletadas, limitadas, portanto, a um determinado olhar, num determinado período de tempo e em um espaço geográfico pré-definido. Em tais circunstâncias, apresentam-se a seguir os fatores críticos que, de certo modo, afetam a cadeia em análise. Optou-se por dividi-los em três partes: os relacionados à produção florestal; à indústria e à geração de energia através da biomassa. Em um segundo aspecto, são apresentadas as oportunidades que a cadeia produtiva pode aproveitar ou potencializar para melhorar seu desempenho competitivo.

##### **4.1.5.1 Fatores Críticos Relacionados à Produção Florestal**

###### **a) Problemas relacionados à legislação ambiental**

Quanto à legislação, tem-se verificado a inobservância de aspectos legais que norteiam o plantio de florestas, principalmente, por parte de pequenos produtores. Por outro lado, o surgimento relativamente constante de novas exigências relacionadas à legislação dificulta, de certa maneira, o conhecimento, difusão e aplicação desta. Este complicador aumenta pelo fato de muitas instituições relacionadas à fiscalização e regulamentação do setor atuarem apresentando conflito de atribuições, além da falta de ações fiscalizadoras. Além disso, não se visualiza no cenário futuro um fortalecimento dessas instituições.

Os problemas relacionados à legislação, no que se refere à sua clareza e adequabilidade às condições locais e, principalmente, à falta de conhecimento por parte dos produtores florestais, têm-se configurado como um dos mais importantes fatores críticos. Tais aspectos são importantes, à medida que comprometem a certificação das florestas, a comercialização, bem como o uso adequado das áreas para a realização de plantios florestais.

#### b) Tecnologia de produção florestal

Três são os aspectos que foram destacados pelo trabalho: disponibilidade de espécies, ocorrência de pragas e doenças e difusão das tecnologias de manejo.

Em relação ao primeiro, existe uma dependência de poucos materiais genéticos para a realização de plantios florestais que, de certa forma, limita as possibilidades de utilização. Os plantios realizados atualmente baseiam-se numa única espécie (*Pinus taeda*). A concentração de plantios florestais em uma só espécie aumenta os riscos de ocorrência de pragas e doenças.

Verifica-se uma estrutura deficiente de assistência técnica e difusão das tecnologias de manejo florestal. Em decorrência, muitos produtores, sobretudo os pequenos, executam plantios florestais sem observar as práticas de manejo preconizadas ou recomendadas pela pesquisa.

#### c) Imagem do setor e pressões sociais

Verifica-se a ocorrência de pressões de grupos sociais sobre o plantio de florestas de pinus cultivadas em extensas áreas, com impactos sociais, econômicos e ambientais. Em particular na região de Lages/SC, a ocupação dos campos naturais com o cultivo de pinus e o deslocamento de florestas de araucária são os aspectos mais destacados.

De outro lado, a ocorrência de casos isolados de descumprimento da legislação ambiental, transfere a imagem de irresponsabilidade a todo o setor florestal, fazendo com que a sociedade passe a considerar, principalmente o setor madeireiro, como aquele responsável pela devastação de florestas e pela degradação do meio ambiente.

#### d) Planejamento regional

O planejamento regional para o segmento da produção florestal está centrado em três aspectos: informações sobre a base florestal existente, concentração dos plantios nas grandes empresas e expansão da área plantada.

A falta de informações mais consistentes sobre a produção florestal na região tem-se constituído num dos fatores mais limitantes ao planeamento de ações e de investimentos na região. Não se verifica um acompanhamento estatístico para a geração de um banco de dados (com destaque para o inventário florestal), o que resulta na ausência de um planeamento estratégico para o setor.

O modelo de incentivo fiscal adotado nas décadas anteriores levou à concentração da produção de florestas em grandes empresas, principalmente nas de celulose e papel, sendo que, atualmente, as fontes de financiamento da produção ainda privilegiam a grande escala.

Paralelamente, a concentração dos plantios florestais tem conferido às empresas relativo poder sobre o mercado de madeira, com capacidade de elevação dos preços, o que acaba impactando diretamente na dinâmica tecnológica e no crescimento dos demais segmentos da cadeia produtiva.

A expansão da área plantada é outra incógnita. As oscilações do preço da madeira contribuem de modo significativo na determinação dos plantios. Para exemplificar, em 2005, estimulada pela elevação dos preços, a região plantou quase o dobro dos plantios realizados em 2006. Também é importante levar em consideração que as linhas de crédito existentes, hoje, no mercado, não atendem as necessidades de cultivo de florestas de longo prazo, como é o caso da cultura do pinus, principalmente no que se refere ao prazo de carência, o que se constitui num expressivo fator limitante.

As oportunidades que o segmento florestal pode buscar, visando melhorar sua posição competitiva no mercado e enfrentar os fatores críticos, são:

**a) Utilização de mudas de alta qualidade genética:** esta estratégia visa obter plantios florestais de maior valor comercial. São utilizadas mudas provenientes de clones que conferem alta homogeneidade à floresta e maior produtividade;

**b) Certificação florestal:** as certificações, como por exemplo o *Forest Stewardship Council* (FSC), atestam o manejo sustentável da produção florestal. A certificação é uma estratégia importante, pois fornece credibilidade ao consumidor interno, pelo respeito às condições sociais e

ambientais das florestas, como também sob o ponto de vista comercial, pelo acesso a clientes internacionais, como a comunidade econômica européia.

**c) Fomento florestal:** consiste no fornecimento de mudas de espécies florestais e assistência técnica a pequenos produtores para a realização de plantios em parceria com as empresas. O fomento é incentivado pelas maiores empresas como uma estratégia de crescimento da fonte de matéria-prima, uma vez que se tem verificado um aumento significativo do preço da terra e a ausência de grandes áreas de terra disponíveis para aquisição.

**d) Uso múltiplo da floresta:** esta estratégia tem relação direta com a utilização da biomassa para a geração de energia. Através do uso múltiplo, busca-se destinar a produção obtida no plantio florestal para seu melhor uso. Neste sentido, visa à utilização das cascas, ponta das árvores e galhos, assim como de árvores de baixo diâmetro para a produção de energia.

**e) Aproveitamento de créditos de carbono:** o plantio de florestas pode ser utilizado no mercado de créditos de carbono, melhorando a rentabilidade do setor.

#### 4.1.5.2 Fatores Críticos Relacionados à Industrialização da Madeira

##### a) Licença ambiental

O excesso de burocracia e dificuldades para a obtenção de licenças ambientais junto aos órgãos competentes tem sido apontado como um fator que dificulta a implantação de novos empreendimentos.

##### b) Nível de escolaridade dos recursos humanos

Pesquisas realizadas por Hoff e Simioni (2004) já indicavam o baixo nível de escolaridade dos colaboradores das empresas, chegando próximo de 80% se considerada a escolaridade até o primeiro grau completo. Na pesquisa de campo, parcela significativa dos empresários aponta a questão da escolaridade como um dos fatores limitantes à gestão de processos nas empresas. A falta de conhecimentos dificulta a adoção e incorporação de

inovações tecnológicas e organizacionais na empresa. Aliado a este fator, a alta rotatividade do quadro de funcionários é outro aspecto agravante.

#### c) Cultura local extrativista e não-associativa

Este é um outro problema para o desenvolvimento da cadeia produtiva, que pressupõe uma intensa relação de cooperação e associativismo com clientes, fornecedores, entidades e concorrentes. No que se refere à relação com clientes e fornecedores, a pesquisa identificou que esta relação está presente nas indústrias da região e é avaliada de forma positiva. Porém, a relação com os concorrentes é fortemente competitiva e dificulta a interação, com vistas à cooperação entre firmas.

Alguns relatos foram feitos acerca de tentativas de cooperação para o atendimento de demandas que superavam a capacidade individual das firmas e que acabaram frustradas pelo comportamento individualista e desconfiado dos empresários do setor. Por outro lado, estas tentativas são mais bem-sucedidas quando dificuldades conjunturais são vividas pelo setor. Em outros estudos realizados por Leão e Gonçalves (2002) e Nascimento e Saleh (2002), a questão do individualismo e a falta de espírito cooperativo também foi identificada como uma característica associada a aspectos culturais do setor, que atrapalha o desenvolvimento da região e que emperra seu crescimento econômico.

#### d) Padrão tecnológico

A pesquisa identificou uma grande necessidade de renovação de máquinas e equipamentos para enfrentar as novas condições de mercado. O índice de renovação apontado pelas empresas pode chegar, em alguns casos, a até 90%. A principal deficiência é a desatualização tecnológica focando a necessidade de maior automatização do processo, refletindo portanto, a realidade apontada acima. Essa informação associada à idade dos principais grupos de máquinas aponta para uma desatualização tecnológica, que remete para as seguintes considerações:

a) A deficiência tecnológica pode estar comprometendo o padrão de qualidade, produtividade e a competitividade da indústria, podendo comprometer a sua sustentabilidade;

b) Ressalta-se a necessidade de suprir, via apoio de financiamento e créditos de longo prazo, a evolução tecnológica do setor;

c) A redução da possibilidade de ocupar mercados com produtos de maior valor agregado, dada a sua menor flexibilidade de produção;

d) Destaca-se a dificuldade de redução de custos, característica considerada importante no padrão de competitividade do setor.

e) Deficiências na gestão de processos

Muitos problemas enfrentados pelas indústrias são resultado de deficiências na gestão dos processos, muito mais do que deficiência de tecnologia. Esta constatação é fortalecida por vários depoimentos, inclusive pela constante busca de assessorias e consultorias visando à solução de problemas decorrentes da falta de conhecimentos e de gestão.

f) Ausência de dados estatísticos

Embora as atividades industriais relacionadas à utilização da madeira nos processos sejam, na região, as mais importantes economicamente, não se verifica um acompanhamento estatístico de variáveis consideradas fundamentais para o planejamento regional.

g) Planejamento estratégico regional

Também decorrente da falta de informações e de uma base consistente e permanente de dados, as entidades relacionadas à organização do setor, tais como os sindicatos e associações, não apresentam um planejamento de ações a médio e longo prazos.

h) Baixo valor agregado dos produtos

De acordo com os dados das seções anteriores, a grande concentração dos produtos finais é de painéis e madeira serrada. Os dados indicam a necessidade de geração de produtos de maior valor agregado e com maior padrão de qualidade final.

As estratégias e oportunidades para o segmento da indústria são:

a) Integração vertical

A integração vertical é uma estratégia adotada, sobretudo nas empresas de maior porte, visando a garantia do suprimento da matéria-prima florestal e também pelo fato de que a disponibilidade de madeira é fator importante na competitividade das indústrias, como determinante na estrutura de custos. Grande parte das empresas líderes é integrada verticalmente e tecnologicamente bem estruturada. Seu processo de integração é verificado desde os pomares de produção de sementes florestais, viveiros de produção de mudas, produção florestal, industrialização e distribuição.

b) Estabelecimento de contratos

Diante do aumento da demanda por madeira e biomassa, com conseqüente elevação dos preços e dos riscos de desabastecimento, muitas empresas têm buscado firmar contratos para o fornecimento de biomassa para uso na produção de energia. Os contratos são realizados de forma escrita ou verbal e buscam, prioritariamente, a garantia do fornecimento da matéria-prima.

c) Fidelidade

Grande parte das empresas entrevistadas apresenta tendência de comportamento fiel em relação aos seus fornecedores e clientes. No que se refere ao fornecimento de toras de madeira, muitas empresas mantêm relações comerciais com os mesmos fornecedores a mais de uma década. Isso caracteriza um comportamento que constrói reputação entre os agentes. No que se refere à biomassa para a produção de energia, considerando as significativas alterações no mercado nos últimos anos, este comportamento não tem sido verificado, ao contrário, há a presença de ações oportunistas na tentativa de buscar melhor preço.

d) Movimentos de diversificação e diferenciação

Neste aspecto, existem dois grupos de empresas: um ligado a produtos tradicionais de baixo grau de transformação da madeira, como é o caso das

empresas que produzem madeira serrada e outro grupo ligado a produtos de maior valor agregado.

No primeiro grupo, cerca de 50% das empresas entrevistadas vendem produtos tradicionais comumente produzidos na região, com baixo grau de diferenciação. Buscam atender as especificações técnicas estipuladas pelos clientes. Neste caso, as empresas não se preocupam com preços, mas na manutenção do padrão tecnicamente estabelecido, visando a garantia de serem preferidas na solicitação de pedidos.

Já no segundo grupo, as empresas buscam concorrer via diversificação, buscando produzir outros produtos não comumente produzidos na região. Neste caso, já começa a se verificar a preocupação com a distinção dos produtos, embora de forma muito tímida. Os preços já não são os principais determinantes da concorrência.

A principal estratégia nas empresas de grande porte, especialmente as papeleiras, é a geração de energia utilizando os resíduos como matéria-prima, devido ao grande volume que o processo gera, além da grande disponibilidade de biomassa proveniente de plantios florestais jovens com qualidade insatisfatória para a produção de papel. Nesta perspectiva, as empresas passarão a incorporar na lista de produtos a energia elétrica e, dependendo das condições de mercado, esta passaria a concorrer com maior intensidade pelo uso da matéria-prima.

#### e) Investimentos em tecnologia

Os investimentos em tecnologia passaram a serem considerados como uma das principais estratégias para a redução de custos. Estes ocorrem principalmente via incorporação de máquinas e equipamentos, associados a melhorias nos processos produtivos, objetivando a redução de custo e aumento da qualidade e do volume de produção.

De acordo com a pesquisa, a principal forma de incorporar melhorias no processo produtivo tem sido via introdução de máquinas e equipamentos, em 33% das empresas entrevistadas, seguida de capacitação (28%). As duas formas representam cerca de 60% das estratégias de incorporação

de melhorias nas empresas e estão intimamente associadas, uma vez que as novas tecnologias demandam funcionários com maior nível de qualificação. Entretanto, este movimento ocorre ainda de forma muito tímida e precisa ser estimulado para que as empresas consigam efetivamente superar a defasagem tecnológica existente.

f) Aumento da escala de produção

Ainda de acordo com a pesquisa, a introdução de máquinas e equipamentos nas empresas visa também o aumento da escala de produção (Tabela 14). Outros investimentos objetivando o aumento da produção são projetados, principalmente nas serrarias e em estufas para a secagem de madeiras. Neste aspecto, é importante ressaltar que investimentos nos processos de corte provocarão uma redução da biomassa (resíduos), uma vez que proporcionarão melhor rendimento de madeira serrada. Por outro lado, a implantação de mais estufas de secagem, terá impacto no aumento da demanda de resíduos para uso nas caldeiras. Este cenário configura uma valorização do preço da biomassa para energia.

Tabela 14. Previsão do aumento da produção (%) das empresas na região de Lages, SC.

<b>Ano</b>	<b>Previsão de Aumento da Produção</b>
2007	20,27 %
2008	9,71 %
2009	11,77 %
2010	13,53 %

Fonte: Simioni e Andrade (2006, p. 11).

#### 4.1.5.3 Fatores Críticos Relativos à Utilização de Resíduos para Geração de Energia

##### a) Potencial de geração de resíduos

O potencial de geração de resíduos está relacionado a três fatores. O primeiro deles refere-se à área cultivada com florestas, à medida que determina a quantidade de resíduos florestais e toras de madeira.

Um segundo aspecto refere-se ao rendimento ou aproveitamento da madeira na indústria, ou seja, o volume de resíduos industriais decorrente da utilização da madeira. Este aspecto torna-se importante, uma vez que com a adoção de novas tecnologias e melhorias na gestão do processo, verifica-se uma tendência de diminuição dos resíduos gerados, principalmente no âmbito das serrarias. O melhor aproveitamento da madeira tende a diminuir o volume de resíduos para a geração de energia.

Um terceiro fator é a potencialidade de utilização dos resíduos, principalmente os industriais, para finalidades mais nobres do que a geração de energia.

##### b) Qualidade dos resíduos

A qualidade dos resíduos é percebida por algumas características, tais como as propriedades intrínsecas ao material que resultam no seu poder calorífico. Neste quesito, os aspectos que comprometem o uso destes para a geração de energia são as impurezas presentes no material (terra, pedra, etc), que resulta no aumento do teor de cinzas e o alto teor de umidade, que apresenta correlação negativa com o poder calorífico. Atualmente, os resíduos industriais e florestais não são corretamente coletados e armazenados de modo a obter biomassa adequada à produção de energia, tornando-se um fator crítico à sua utilização.

##### c) Tecnologia de geração de energia

A tecnologia utilizada no processo de geração de energia a partir de biomassa apresenta estrutura similar à biomassa de origem agrícola, necessitando, portanto, ser adaptada para uso com biomassa de origem

florestal. As evoluções necessárias referem-se mais à estrutura das caldeiras e na formulação do combustível destinado à queima.

#### d) Questão energética nacional

A geração de energia a partir de biomassa de origem florestal está intimamente relacionada com o Plano Nacional de Agroenergia, considerando as potencialidades de geração de energia hidrelétrica, solar, eólica, agroenergia e outras fontes renováveis. Neste aspecto, o uso da biomassa para a geração de energia é uma atividade potencial em função de sua disponibilidade e existência de áreas de terras para o cultivo de florestas.

As oportunidades, no que se refere à utilização dos resíduos para a geração de energia, são:

§ **Uso múltiplo da floresta:** o aproveitamento dos resíduos das florestas, principalmente a ponta das árvores e os galhos, aumentariam a disponibilidade de biomassa destinada à produção de energia.

§ **Aproveitamento dos resíduos industriais estocados:** existem muitos resíduos industriais decorrentes das atividades de serraria acumulados na região, os quais poderiam ser aproveitados para a geração de energia, tendo como resultado a redução da contaminação ambiental e aproveitamento do mercado de créditos de carbono.

§ **Aproveitamento de créditos de carbono:** a utilização de biomassa para a geração de energia apresenta balanço neutro de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Além disso, contribui com a redução dessa emissão, à medida que substitui a emissão gerada por outras fontes não-renováveis, como o petróleo. Outro aspecto importante refere-se ao aproveitamento de biomassa estocada no meio ambiente, reduzindo o passivo ambiental, viabilizando o aproveitamento dos créditos de carbono.

§ **Tratamento adequado aos resíduos:** diante da possibilidade de obtenção de remuneração dos resíduos florestais e industriais, as empresas podem aproveitar a oportunidade para reestruturar seu sistema de coleta, armazenamento e transporte dos resíduos, visando torná-los matéria-prima

para a geração de energia. Embora já se tenha observado avanços no que se refere ao tratamento dos resíduos, há necessidade de maior profissionalização do mercado.

#### **4.2 Análise Prospectiva da Cadeia Produtiva de Energia a partir de Biomassa Florestal**

O objetivo desta seção é apresentar, com base nas informações obtidas através da aplicação do questionário Delphi, o grau de influência atual e futura dos fatores críticos a cada segmento da cadeia produtiva. As demandas de pesquisa, capacitação, ações coletivas e políticas públicas na região de estudo também são apresentadas para cada segmento da cadeia produtiva.

##### **4.2.1 Segmento da Produção Florestal**

O grau de influência atual e futura dos fatores críticos relacionados à produção florestal, considerando o ano de 2020, são apresentados da Tabela 15.

Tabela 15. Grau de influência atual e futura dos principais fatores críticos relativos à produção florestal na região de Lages, SC.

FATOR CRÍTICO	INFLUÊNCIA ATUAL			INFLUÊNCIA FUTURA - 2020		
	Média	Mediana	Q3	Média	Mediana	Q3
Legislação ambiental	7,6	7,0	8,8	9,3	10,0	10,0
Espécies florestais	4,6	5,0	6,0	5,7	6,5	7,0
Manejo florestal	5,4	5,0	6,8	5,8	6,5	8,0
Concentração dos plantios florestais	6,9	8,0	8,0	6,4	8,0	8,0
Pressões ambientais e sociais sobre a cultura do pinus	6,8	7,0	8,0	7,9	8,5	10,0
Pragas e doenças	5,8	6,0	7,0	6,5	6,0	9,0
Certificação florestal	5,0	5,0	6,0	7,6	8,0	10,0

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações obtidas pelo questionário Delphi - 2006.

Notas:

- 1) O grau de influência foi avaliado considerando uma escala de 0 a 10, sendo 0 para influência quase nula e 10 para influência extremamente elevada.
- 2) A média foi ponderada considerando a auto-avaliação dos respondentes, aplicando-se 4 para perito, 3 para conhecedor, 2 para familiarizado e 1 para não-familiarizado.
- 3) Q1 é o primeiro quartil e Q3 é o terceiro quartil. Entre Q1 e Q3, tem-se 50% das respostas.

A análise das informações do Tabela 15 nos permite observar que todos os fatores críticos, exceto a concentração dos plantios florestais, apresentaram uma tendência de aumento do grau de influência no futuro em relação ao período atual. De modo geral, estes fatores precisam receber atenção, orientando a definição de ações e políticas para minimizar seu grau de influência. A redução do peso da concentração dos plantios florestais pode ser explicada pelos crescentes investimentos em plantações florestais por parte de pequenas empresas, produtores autônomos e pela prática do fomento florestal utilizada de forma crescente na região.

Os fatores legislação ambiental e certificação florestal foram aqueles que apresentaram maior elevação do grau de influência. Estes fatores apresentam alta correlação, uma vez que para a obtenção da certificação há a necessidade de atender a legislação vigente. De acordo com a pesquisa, 55,6% consideram muito importante e 44,4% consideram importante a certificação florestal. Para cerca de 95% dos entrevistados, a certificação florestal tenderá a sofrer aumentos consideráveis no futuro. É interessante observar que as justificativas mencionadas pelos respondentes para o aumento da certificação florestal estão centradas no atendimento às normas de legislação e exigências de mercado, que serão adotadas pelos maiores plantadores de florestas. Por outro lado, a certificação dificilmente será alcançada pelos pequenos produtores, uma vez que apresentam dificuldades para atender as normas do sistema de certificação.

Considerando o processo de colheita florestal, 100% dos entrevistados consideram viável o uso múltiplo da floresta, no intuito de obter o aproveitamento dos resíduos (ponta de árvore, galhos e outras partes) para a geração de energia. Essa realidade é prospectada para o ano de 2010. As necessidades de pesquisa para que esta prática seja possível são:

- a) Identificação da quantidade e qualidade de biomassa disponível na floresta;
- b) Mercado de biomassa florestal;
- c) Logística de coleta e transporte de biomassa florestal;
- d) Viabilidade econômica da colheita dos resíduos florestais;

- e) Ciclagem de nutrientes em florestas com colheita dos resíduos florestais;
- f) Disponibilidade futura de biomassa florestal;
- g) Potencialidade de usos da biomassa;
- h) Custos de coleta e transporte de biomassa;
- i) Impactos ambientais da colheita de resíduos das florestas;
- j) Evolução do consumo de biomassa e produção e consumo de energia nas empresas.

A disponibilidade de madeira e de resíduos florestais tende a sofrer um aumento considerável para 44,4% dos entrevistados e, para 38,9% dos respondentes, haverá uma elevação, porém não muito significativa. As principais justificativas estão associadas ao acréscimo da área plantada na região, à existência de um grande volume de plantios jovens e as projeções de aumento da demanda. Os aspectos que limitam parte do crescimento são o aumento da rigidez da legislação, a falta de apoio à atividade e a dependência do mercado externo.

Quando indagados a respeito de qual fator é mais importante na limitação do aumento da área plantada, cerca de 58% indicaram a legislação florestal como o fator mais importante (Tabela 16). As justificativas estão centradas, na sua maioria, no cunho preservacionista da legislação, na limitação do uso de áreas, bem como no aumento dos custos dos plantios florestais. Já a disponibilidade de espécies foi indicada por cerca de 43% como o fator menos importante, justificada pelo fato de que as espécies disponíveis apresentam boa adaptação e altos índices de produtividade, além de novas espécies estarem sendo introduzidas.

Tabela 16. Grau de importância de fatores selecionados sobre a área plantada com florestas.

<b>Fator Limitante</b>	<b>(% ) Mais Importante</b>	<b>(%) Menos Importante</b>
Legislação florestal	<b>57,9</b>	0,0
Preço da terra	10,5	7,1
Pressões sociais	5,3	21,4
Disponibilidade de espécies	5,3	<b>42,9</b>
Disponibilidade de terras	15,8	28,6
Outros	5,3	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações obtidas pelo questionário Delphi - 2006.

As necessidades de pesquisa para o segmento da produção florestal correspondem a:

- a) Melhoramento genético de espécies;
- b) Viabilidade técnica e econômica de consorciação de espécies;
- c) Potencial madeireiro das espécies de eucalipto;
- d) Biotecnologia relacionada às florestas;
- e) Produtividade em plantios florestais;
- f) Viabilidade econômica de utilização dos resíduos florestais;
- g) Impactos das florestas plantadas sobre o meio ambiente;
- h) Viabilidade de plantios florestais energéticos.

As ações indicadas na pesquisa para potencializar ou viabilizar o aproveitamento das oportunidades para o segmento florestal podem ser baseadas em:

§ Incentivos à produção de florestas de qualidade em pequenas propriedades, por meio de ampliação da assistência técnica e linhas de

crédito compatíveis;

§ Capacitação na área de produção de florestas, principalmente por meio de cursos técnicos e treinamentos;

§ Realização de um diagnóstico florestal, visando fornecer informações sobre a base florestal atual para subsidiar um planejamento florestal de longo prazo;

§ Criação de cooperativas, objetivando congregar pequenas e médias empresas para aumento da competitividade.

#### **4.2.2 Segmento da Indústria**

O grau de influência atual e futura dos fatores críticos ao segmento da indústria, considerando o ano de 2020, é apresentado na Tabela 17.

Tabela 17. Grau de influência atual e futura dos principais fatores críticos relativos à indústria na região de Lages, SC.

FATOR CRÍTICO	INFLUÊNCIA ATUAL			INFLUÊNCIA FUTURA - 2020		
	Média	Mediana	Q3	Média	Mediana	Q3
Licença ambiental	6,3	6,5	7,8	8,0	8,0	9,8
Nível de escolaridade dos funcionários	7,0	7,0	8,0	7,2	8,0	9,0
Cultura local extrativista	6,3	6,5	8,0	4,6	4,5	6,0
Cultura local não associativa	7,9	8,0	8,8	7,5	7,5	8,0
Padrão tecnológico	7,0	7,0	8,8	7,2	7,0	8,0
Deficiência na gestão de processos	6,8	7,0	8,0	6,5	7,0	8,8
Ausência de dados estatísticos do setor	6,5	7,0	8,0	6,2	6,0	7,8
Planejamento estratégico regional	7,1	8,0	8,0	7,1	7,0	8,8
Baixo valor agregado dos produtos	7,9	8,0	9,0	7,2	7,0	8,0

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações obtidas pelo questionário Delphi - 2006.

Notas:

- 1) O grau de influência foi avaliado considerando uma escala de 0 a 10, sendo 0 para influência quase nula e 10 para influência extremamente elevada.
- 2) A média foi ponderada considerando a auto-avaliação dos respondentes, aplicando-se 4 para perito, 3 para conhecedor, 2 para familiarizado e 1 para não-familiarizado.
- 3) Q1 é o primeiro quartil e Q3 é o terceiro quartil. Entre Q1 e Q3 tem-se 50% das respostas.

A análise da Tabela 17 nos permite verificar que, à exceção dos fatores licenciamento ambiental e nível de escolaridade dos funcionários, os demais apresentam tendência de ligeira queda ou permanecerem constantes. Parte deste comportamento da pesquisa pode ser explicada pela existência de ações que estão sendo desenvolvidas na região, as quais têm ação direta na diminuição desses fatores. A questão do licenciamento ambiental está diretamente relacionada ao aumento das exigências da legislação e a deficiências de recursos humanos e financeiros dos órgãos executores, tais como a FATMA e o IBAMA.

Quanto às ações a serem tomadas pelas empresas, a totalidade dos entrevistados concorda que a qualificação profissional dos colaboradores é uma necessidade urgente para a indústria, uma vez que, além de apresentarem baixo nível de escolaridade, também são deficientes em conhecimentos técnicos e específicos.

De modo coletivo, as ações identificadas na pesquisa realizada foram:

- a) Cursos profissionalizantes relacionados à madeira;
- b) Cursos na área da Tecnologia e Engenharia de Produção;
- c) Parcerias entre empresas e Universidades;
- d) Planejamento estratégico regional;
- e) Cursos de curta duração para processos industriais;
- f) Fortalecimentos dos centros tecnológicos existentes;
- g) Cooperativismo e associativismo;
- h) Desenvolvimento da área de *design* de móveis;
- i) Viabilização de créditos para investimentos objetivando agregar valor à madeira;
- j) Políticas públicas para incentivar a implantação de indústrias moveleiras.

As demandas de pesquisas identificadas para enfrentar os fatores críticos relacionados ao segmento da indústria foram:

- a) Desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento da matéria-prima florestal;
- b) Desenvolvimento de tecnologias para diversificação de produtos;
- c) Identificação do padrão tecnológico utilizado na indústria;
- d) Nível de qualificação dos recursos humanos e seu impacto sobre a competitividade;
- e) Classificação da produção por extrato e por destino dos produtos;
- f) Diagnóstico industrial dos diferentes segmentos da indústria na região;
- g) Análise das diferentes técnicas de usinagem e rendimento de madeira serrada;
- h) Desenvolvimento de processos industriais automatizados;
- i) Tecnologia e otimização de processos industriais e do uso dos resíduos;
- j) Desenvolvimento de processos de tratamento e preservação de madeiras competitivas;
- k) Análise dos potenciais de utilização da madeira na região.

De acordo com a pesquisa realizada, a inclusão da co-geração de energia nas empresas de grande porte, de forma integrada com a possibilidade de direcionar a matéria-prima para energia ou para produtos finais, conforme as condições de mercado, é uma possibilidade concreta para 76,6% dos entrevistados, indicando o ano de 2012 como ano em que essa realidade será amplamente difundida. Essa tendência é justificada pela crescente elevação dos preços de energia e pela possibilidade de uso múltiplo dos recursos florestais.

Quanto aos novos investimentos no setor industrial, mais de 52% dos entrevistados consideram que estes devem ser realizados nas empresas

locais, mediante a diversificação e agregação de valor aos produtos, investimento tecnológico e cooperação entre empresas. Para cerca de 43%, os investimentos devem concentrar-se na área (indústria) moveleira, justificados por duas razões: a deficiência deste segmento industrial na região e a possibilidade de agregação de valor à matéria-prima.

#### **4.2.3 Segmento da Geração de Energia**

O grau de influência atual e futura dos fatores críticos relativos ao segmento da geração de energia a partir de resíduos de origem florestal, considerando o ano de 2020, são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Grau de influência atual e futura dos principais fatores críticos relativos à produção de energia de resíduos de origem florestal na região de Lages, SC.

FATOR CRÍTICO	INFLUÊNCIA ATUAL			INFLUÊNCIA FUTURA - 2020		
	Média	Mediana	Q3	Média	Mediana	Q3
Rendimento na indústria	7,2	6,5	8,0	7,5	8,0	8,8
Preço do petróleo	6,6	7,0	8,0	8,6	9,0	10,0
Preço da energia elétrica	6,5	6,5	7,8	8,6	9,0	10,0
Qualidade da madeira	5,4	5,5	7,8	6,6	7,0	8,0
Colheita florestal	5,1	5,0	5,8	8,4	8,0	8,8
Tratamento adequado aos resíduos	5,8	6,0	7,0	8,3	8,0	9,8
Tecnologia de geração de energia	5,8	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações obtidas pelo questionário Delphi - 2006.

Notas:

- 1) O grau de influência foi avaliado considerando uma escala de 0 a 10, sendo 0 para influência quase nula e 10 para influência extremamente elevada.
- 2) A média foi ponderada considerando a auto-avaliação dos respondentes, aplicando-se 4 para perito, 3 para conhecedor, 2 para familiarizado e 1 para não-familiarizado.
- 3) Q1 é o primeiro quartil e Q3 é o terceiro quartil. Entre Q1 e Q3 tem-se 50% das respostas.

A análise da Tabela 18 nos permite verificar que, para todos os fatores críticos houve uma indicação de elevação do grau de influência no futuro, de forma consensual e com baixa dispersão das respostas. Dessa maneira, os dados revelam, de um lado que os fatores passarão a ter mais importância sobre a geração de energia e, de outro, o crescente mercado de biomassa na região. Chama a atenção a significativa elevação da pontuação dos fatores preço do petróleo e da energia elétrica, revelando uma preocupação com o fornecimento de energia em que a biomassa pode ser uma fonte alternativa para a geração de energia utilizada na produção industrial. A colheita florestal e o tratamento adequado dos resíduos também obtiveram significativo aumento da pontuação, indicando a preocupação com a quantidade e a qualidade destes.

De acordo com 56% dos entrevistados, a geração de energia a partir de resíduos de origem florestal sofrerá um aumento considerável no futuro e para 39% haverá um aumento, porém não muito significativo. Essa tendência é explicada, em parte, pela crescente demanda de energia por parte das empresas, sendo que a energia gerada a partir de biomassa florestal pode ser uma alternativa viável. Outro aspecto é o aumento dos plantios florestais gerando também uma elevação da quantidade de biomassa, seja da floresta como da indústria, na forma de resíduos, que podem ser utilizados para a geração de energia, configurando-se em mais uma forma de aproveitamento dos recursos oriundos da floresta.

Na perspectiva de aumento da geração de energia, alguns fatores passam a ser importantes na utilização da biomassa como matéria-prima. De acordo com a Tabela 19, a sua disponibilidade associada à qualidade são os fatores mais apontados na pesquisa como limitantes à sua utilização. Como fator menos importante, a qualidade da biomassa recebeu a maior pontuação. Entretanto, esta se refere às indicações dos produtores de resíduos das indústrias madeireiras, os quais não estão preocupados com a questão. Assim, a tecnologia de geração de energia passa a ser o fator menos importante, justificado pelo grau de maturidade deste fator disponível no mercado.

No que se refere à qualidade dos resíduos, os fatores mais importantes que comprometem a qualidade para a geração de energia são o teor de umidade, a presença de impurezas e a classificação por tipo ou categoria, com 30%, 29% e 24% das respostas, respectivamente. O teor de umidade da biomassa está diretamente relacionado com o poder calorífico, sendo que quanto maior a umidade menor é o poder calorífico gerado. Isso implica na utilização de um volume de biomassa maior para a geração de uma mesma quantidade de energia. Este fator tem sido utilizado como critério na determinação do preço da biomassa. A presença de impurezas implica na geração de um volume maior de resíduos (teor de cinzas) do processo de queima, gerando problemas ambientais devido à sua destinação. Por fim, a classificação por tipo ou categoria torna-se importante para a blendagem do combustível destinado à queima nas caldeiras.

Tabela 19. Nível de importância dos fatores limitantes ao uso dos resíduos de origem florestal para a geração de energia na região de Lages, SC.

<b>Fator Limitante</b>	<b>( %) Mais Importante</b>	<b>(%) Menos Importante</b>
Preço do petróleo	17,6	18,8
Custo da biomassa	11,8	6,3
Tecnologia de geração de energia a partir da biomassa	5,9	25,0
Qualidade da biomassa	29,4	31,3
Disponibilidade de biomassa	35,3	18,8
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações obtidas pelo questionário Delphi - 2006.

Para a obtenção de uma biomassa com melhores características para uso na geração de energia, a pesquisa identificou que as serrarias e o processo de colheita florestal são os setores que mais necessitam de ações visando à qualificação dos fornecedores. Destaca-se a necessidade de profissionalização e conscientização destes no sentido de que os resíduos precisam ser tratados como matéria-prima e não como lixo, sobretudo nos aspectos de coleta, classificação, armazenamento e transporte.

De um modo geral, as necessidades de pesquisa para geração de energia a partir de resíduos de origem florestal na região são:

- § Adequação do sistema de colheita florestal visando o aproveitamento dos resíduos;
- § Adaptação do sistema de geração de energia para otimização do uso da biomassa;
- § Avaliação dos diferentes sistemas de estocagem de biomassa;
- § Identificação das propriedades energéticas dos diferentes tipos de resíduos madeireiros;
- § Avaliação da oferta e demanda de resíduos na região;
- § Avaliação da demanda de energia nas empresas da região;
- § Análise técnico-econômica e financeira do uso de biomassa para pequenas unidades de geração de energia;
- § Viabilidade econômica da pré-industrialização de resíduos florestais e industriais madeireiros;
- § Avaliação do potencial de utilização dos resíduos do processo de queima;
- § Eficiência do uso da biomassa para geração de energia térmica e elétrica;
- § Logística do suprimento de biomassa;
- § Impactos sociais, ambientais e econômicos da produção de energia de biomassa.

## 5 Conclusões e Recomendações

O presente trabalho teve como objetivo geral caracterizar a cadeia produtiva de energia a partir de biomassa de origem florestal na região de Lages/SC, visando identificar e prospectar o comportamento futuro dos fatores críticos, bem como as demandas de capacitação e de pesquisas que visem o melhor desempenho competitivo desta.

Quanto ao objetivo de caracterizar e delimitar os segmentos que compõem a cadeia produtiva de energia na região de Lages/SC, o trabalho identifica os segmentos e fluxos que fazem parte desta cadeia, estabelecendo as inter-relações com outras cadeias produtivas, também presentes na região, tais como a de painéis, de madeira sólida, de móveis e de papel. Verificou-se que para a produção de energia são utilizados os resíduos das plantações florestais e da indústria de transformação da madeira, o que lhe confere uma característica de aproveitamento de resíduos.

A avaliação do ambiente organizacional, indicada como o segundo objetivo específico do trabalho, constatou que existem várias organizações que atuam oferecendo suporte tecnológico, de informações e de representação setorial que contribuem para o desempenho da cadeia produtiva de energia. Por outro lado, esta relação se dá, fundamentalmente, com agentes de maior porte, sendo que, os pequenos produtores florestais e pequenas indústrias apresentam dificuldades de estabelecer relações, visando ganhos coletivos. Destacou-se a importância das universidades locais, no que se refere às ações de ensino, pesquisa e provimento de serviços especializados relacionados à madeira que, mesmo de inserção recente, têm apresentado contribuições importantes.

Existe um ambiente institucional favorável à utilização da biomassa de origem florestal para a produção de energia, muito determinado, de um lado, pela escassez dos combustíveis fósseis e, de outro, pela valorização da produção de energia limpa, baseada em recursos renováveis. Quanto às políticas de incentivo às atividades da cadeia produtiva, conclui-se que até o momento permanecem tímidas, constituindo-se numa limitação ao crescimento da atividade.

A análise das transações entre os agentes demonstrou a crescente busca pela realização de contratos, muito determinada pela necessidade de garantia de suprimento de matéria-prima. Esta estrutura de governança tende a ser cada vez mais adotada pelos diferentes segmentos da cadeia produtiva, sobretudo nas transações que envolvem os resíduos, seja pela maior procura destes para geração de energia ou pelo destino a usos mais nobres.

Por fim, o trabalho identificou os principais fatores críticos referentes ao desempenho da cadeia produtiva de energia, bem como algumas oportunidades de desenvolvimento. A análise atual e a prospecção futura do grau de influência dos fatores críticos permitiram identificar necessidades, sobretudo de pesquisas, de capacitação e de ações coletivas, que poderiam, se implementadas, promover um melhor desempenho da cadeia estudada. Acredita-se que esta tenha sido uma contribuição aplicada do estudo, a partir da qual gestores públicos e privados poderão subsidiar-se para a elaboração de suas ações estratégicas.

No âmbito da discussão teórica, o modelo geral de análise da cadeia produtiva, adotado neste trabalho, apresenta enfoque sistêmico que auxilia a compreensão da complexidade dos fenômenos, melhorando a capacidade analítica. Essa abordagem pode ser utilizada para complementar as técnicas prospectivas. Neste sentido, o estudo prático conseguiu, mediante a utilização dessa concepção, obter um diagnóstico amplo de diferentes variáveis que afetam a produção de energia a partir de resíduos de origem florestal, auxiliando diretamente na atualização aplicativa da análise prospectiva.

A aplicação do conceito de cadeia produtiva no estudo, a partir da qual se estabelece um recorte de análise, delimitando sua área de abrangência, foi dificultada no que se refere ao estabelecimento de seus limites. Esta dificuldade se deve à frágil percepção das inter-relações com outras cadeias pertencentes ao mesmo Complexo Agroindustrial, pois a produção de energia na região decorre simultaneamente do aproveitamento de resíduos florestais e de resíduos da indústria de transformação da madeira. A partir desta constatação, tem-se o desafio de estabelecer os limites de análise sem prejudicar a visão sistêmica, ou seja, as associações ou aspectos comuns que as contaminam.

A metodologia adotada para a realização da atividade de prospecção, baseada nos conhecimentos de especialistas, via aplicação do questionário Delphi, mostrou-se adequada e conseguiu cumprir o objetivo de apresentar informações úteis ao planejamento estratégico da cadeia. Destaca-se a diversidade de procedimentos de coleta de dados e informações que

contribui para uma leitura mais ampla da cadeia produtiva. A realização de uma reunião com os segmentos envolvidos visando apresentar a proposta de pesquisa estabeleceu uma relação de co-responsabilidade entre os agentes beneficiados pela pesquisa e o pesquisador. Por fim, a realização de um *workshop* na fase final do trabalho configurou-se como um dos resultados obtidos.

Algumas limitações foram encontradas na aplicação desta metodologia, quais sejam: a prospecção ficou limitada aos conhecimentos dos especialistas da região estudada; pouca disponibilidade de especialistas na região com conhecimentos na área da energia de biomassa; e dificuldade de parte dos respondentes em estabelecerem relações entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva.

Outras limitações encontradas no desenvolvimento do trabalho estão relacionadas às restrições para a aplicação das entrevistas e na realização dos *focus groups*, o baixo índice de retorno dos questionários, principalmente da fase prospectiva, a necessidade de conhecimento interdisciplinar para os estudos de cadeias produtivas e a deficiência de dados históricos que reflitam a evolução de indicadores de desempenho da cadeia.

As demandas identificadas no trabalho, específicas à cadeia produtiva de energia, nos levam a crer que uma ação ampla deve ser desenvolvida envolvendo todos os segmentos que formam o Complexo Agroindustrial da Madeira, objetivando a realização de um planejamento de abrangência regional. Este deverá basear-se, fundamentalmente, na realização de um diagnóstico da base florestal e industrial da região e na definição de estratégias de médio e longo prazo.

Recomenda-se a realização de outras pesquisas, necessárias para o melhor entendimento da dinâmica do complexo regional, tais como: análise diagnóstica e prospectiva das cadeias produtivas de celulose e papel, de móveis e de madeira sólida; e gestão estratégica de custos na cadeia de valor. Estudos relacionados aos investimentos para a geração de energia, considerando a sustentabilidade da matriz energética local.

## 6 Referências

- ANTUNES, B. M. F.; ALMEIDA, E. D. L. **Biomassa**: produção e planejamento de energia elétrica. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003. 23 p. Relatório técnico. Disponível em: <<http://thor.deec.uc.pt/~ppee/docs0203/biomassa.pdf>> Acesso em: 28 set. 2004.
- ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL DE LAGES. **Plano de desenvolvimento tecnológico regional (PDTR)**. Lages, 1998. 135 p.
- ASTIGARRAGA, E. **El método Delphi**. Donostia: Universidad de Deusto, [2002]. Disponível em: <[www.codesyntax.com/prospectiva/Metodo\\_delphi.pdf](http://www.codesyntax.com/prospectiva/Metodo_delphi.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2006.
- AZAIS, C.; CORSANI, A.; NICOLAS, P. Indústria e território: o que a economia industrial e a economia espacial têm a nos oferecer?. **Revista ANPEC**, n. 2, p. 91-113, 1997.
- AZEVEDO, P. F. Antecedentes. In: FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade**: mercado, estado e organizações. São Paulo: Singular, 1997. p. 33-52.
- AZEVEDO, P. F. Nova economia institucional: referencial geral e aplicações para a agricultura. **Agricultura**, São Paulo, n. 47, p. 33-52, 2000.
- BACHA, C. J. C. Políticas florestais e desenvolvimento econômico no Brasil: é possível ter o desenvolvimento mais harmonioso? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. p. 1-16.
- BACHA, C. J. C.; BARROS, A. L. M. de. Evolução e perspectivas do reflorestamento no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. p. 1-17.
- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. da. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 2001, p. 23-63.
- BECATTINI, G. O distrito marshalliano. In: BENKO, G.; LIPIETZ, A. **As regiões ganhadoras**. Oeiras: Celta, 1994. p. 19-31.
- BONDUELLE, A.; YAMAJI, F. M.; BORGES, C. C. **Resíduo de pinus**: uma fonte para novos produtos. [S.l.]: Remade, 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 28 set. 2004.
- BRACELPA. **Relatório estatístico 2004/2005**. São Paulo: BRACELPA, 2005. 190 p.
- BRAND, M. A. Geração de energia: o futuro da biomassa florestal. In: BINOTTO, E. (Org.). **Cadeias produtivas e processos agroindustriais**. Passo Fundo: UPF, 2006. No prelo.

BRAND, M. A.; NEVES, M. D. **Levantamento da disponibilidade dos resíduos industriais e florestais de madeira e avaliação da variação de sua qualidade energética em função das condições climáticas anuais, na região de Lages – Santa Catarina.** Lages: UNIPLAC: Tractebel Energia, 2005. Relatório de Pesquisa.

BRAND, M. A.; SIMIONI, F. J.; ROTTA, D. N. H.; ARRUDA, L. G. P. **Caracterização da produção e uso dos resíduos madeiráveis gerados na indústria de base florestal da região serrana catarinense.** Lages: UNIPLAC, 2001. 23 p. Relatório de Pesquisa.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia: 2006-2011.** Brasília, DF, 2005. 120 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional.** Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://ftp.mme.gov.br/Pub/Balanco/BEN/Portugues/Benp99.pdf>> Acesso em: 21 out. 2004.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial.** [S.l.]: ONUDI, Technology Foresight for Latin América, 2000. 56 p.

BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil.** Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 345-388.

BRUTTI, R. C.; SIMIONI, F. J. Caracterização e controle do abastecimento de biomassa de uma usina de co-geração de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA MADEIRA E PRODUTOS DE BASE FLORESTAL, 2., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IPEF, 2006. p. 1-10.

BRYMAN, A. **Social research methods.** Oxford: Oxford University Press, 2001.

BUSCH, L. How to study agricultural commodity chains: a methodological proposal. In: GRIFFON, M. (Ed.) **Economia des filieres en regions chaudes: formation des prix et echange agricoles.** Paris: CIRAD, 1990. 887 p.

CASTRO, A. M. G. de. Cadeia produtiva e prospecção tecnológica como ferramenta para a gestão da competitividade. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 22., 2002, Salvador. **Anais...** São Paulo: FEA: USP, 2002. p. 1-22.

CASTRO, A. M. G. de; COBRE, R. V.; GOEDERT, W. J. **Manual de prospecção de demandas tecnológicas para o SNPA.** Brasília, DF: Embrapa, 1995. 82 p.

CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 22., 2002, Salvador. **Anais...** São Paulo: FEA: USP, 2002. p. 1-14.

CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; FREITAS FILHO, A. Estratégias para a institucionalização de prospecção de demandas tecnológicas na Embrapa, organizações rurais e agroindustriais. **Revista de Administração da UFLA**, v. 1, n. 2, ago./dez. 1999.

- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais – prospecção tecnológica**. Brasília, DF: Embrapa, 1998. 564 p.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; HOEFLICH, V. A. **Cadeias produtivas**. Curitiba: TECPAR, 2002. Mimeografado.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Prospecção tecnológica em ciência, tecnologia e inovação – energia**. [S.l.]: CGEE, [2006?]. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br>> Acesso em: 16 out. 2006.
- COASE, R. H. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, p. 386-405, 1937.
- COATES, J. Foresight in federal government policy making. **Futures Research Quartely**, v. 1, p. 29-53, 1985.
- COELHO, G. M. **Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro: Projeto CTPETRO Tendências Tecnológicas, 2003. 98 p.
- COELHO, G. M.; SANTOS, D. M. dos; SANTOS, M. de M.; FELLOWS FILHO, L. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: technology roadmapping – um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 21, p. 199-234, ago. 2005.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Business research: a practical guide for undergraduate and postgraduate students**. New York: Palgrave Macmillan, 2003. 374 p.
- COSTA, L. **O continente das lagens: sua história e influência no sertão de terra firme**. Florianópolis: Fundação Catarinense de Cultura, 1982. 856 p.
- COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. São Paulo: Papyrus, 1994. 510 p.
- COUTO, L.; MÜLLER, M. D.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. **Florestas plantadas para energia: aspectos técnicos, sócio-econômicos e ambientais**. In: CONFERÊNCIA - SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA NO BRASIL: OS PRÓXIMOS VINTE ANOS, 2002. [Resumos...]. Campinas: UNICAMP, 2002 Disponível em: <<http://www.cgu.unicamp.br/energia2020>> Acesso em: 15 dez. 2006.
- CUHLS, K.; GRUPP, H. Alemanha: abordagens prospectivas nacionais. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 10, p. 75-104, mar. 2001.
- DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, Division of Research. Graduate School of Business Administration, 1957. 136 p.
- FARINA, E. M. M. Q. Abordagem sistêmica dos negócios agroindustriais e a economia dos custos de transação. In: FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, estado e organizações**. São Paulo: Singular, 1997. p. 165-176.

- FARINA, E. M. M. Q. Competitividade e coordenação dos sistemas agroindustriais: a base conceitual. In: JANK, M. S.; FARINA, E. M. M. Q.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Milkbizz, 1999. p. 19-38.
- FERNANDEZ, O. S. L. **Programa brasileiro de prospectiva tecnológica industrial**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2003. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/tecnologia/prospectiva/pti.html>>. Acesso em: 16 out. 2003.
- FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**. Rio de Janeiro: Campus, 1995. 386 p.
- GAROFOLI, G. (Org.) Economic development, organization of production and territory. **Revue d'Economie Industrielle**, n. 64, p. 22-37, 1993.
- GAVIGAN, J. P.; SCAPOLO, F. Matching methods to the mission: a comparison of national foresight exercises. **Foresight**, v. 1, n. 6, p. 495-517, dec. 1999.
- GOLDBERG, R.A. **Agribusiness coordination: a systems approach to the wheat, soybean and Florida orange economies**. Division of research. Graduate School of Business Administration. Boston: Harvard University, 1968. 256 p.
- GOULARTI FILHO, A. **Formação econômica de Santa Catarina**. Florianópolis: Cidade Futura, 2002. 500 p
- GOVERNO lança Plano Nacional de Agroenergia. **Agroanalysis: Revista de Agronegócios**, v. 25, n. 10, p. 34-35, out. 2005.
- HADDAD, P. R. A competitividade do agronegócio – estudo de “cluster”. In: CALDAS, R. de A. (Ed.). **Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade**. Brasília, DF: CNPq, 1998. 275 p.
- HIRATUKA, C. Estruturas de coordenação e relações interfirmas: uma interpretação a partir da Teoria dos Custos de Transação e da Teoria Neo-Schumpeteriana. **Economia da Empresa**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 17-32, 1997.
- HOFF, D. N.; SIMIONI, F. J. **O setor de base florestal na serra catarinense**. Lages: Editora Uniplac, 2004. 268 p.
- IICA (Costa Rica). **Cosechas, molinos y mercados: la economía del arroz en Costa Rica**. San Jose. Costa Rica, 1994. 84 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Prospectiva tecnológica da cadeia produtiva madeira e móveis**. São Paulo, 2002. 65 p.
- JANNUZZI, G. de M. MACEDO, I.; ZACKIEWICZ, M.; SANT'ANA, P. H. de M. **A prospecção tecnológica em energia e a pesquisa e desenvolvimento no Brasil: elementos de uma estratégia**. Campinas: [s.n.], 2004. 13 p. (Energy discussion paper, n° 2.)

JOHNSON, B.; WRIGHT, J. T. C.; FREITAS FILHO, A. de. Planejamento estratégico em instituições de pesquisa agropecuária com estrutura descentralizada. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PESQUISA DE ADMINISTRAÇÃO DE C&T, 16., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PACTO, 1991. v. 1, 976 p.

KITZINGER, J.; BARBOUR, R. S. Introduction: the challenge and promise of focus group. In: BARBOUR, R. S. **Developing Focus Group Research: politics, theory and practice.** London: SAGE, 1999. p. 1-20.

KUPFER, D.; TIGRE, P. Prospecção tecnológica. In: CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (Org.). **Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico.** Montevideo: OIT: CINTERFOR, 2004. 19 p.

LANGLOIS, R., ROBERTSON, P. **Firms, markets and economic change: a dynamic theory of business institutions.** London: Routledge, 1995. 185 p.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. **Políticas para promoção de arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas: conceito vantagens e restrições dos equívocos usuais.** Rio de Janeiro: RedeSist, [2007?]. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/redesist>>. Acesso em: 15 dez. 2003.

LEÃO, F. C.; GONÇALVES, J. C. Análise da indústria moveleira de Lages à luz da experiência de *clusters* e distritos industriais. In: ROTTA, D. N. H. (Org.). **Modelos de organização industrial: clusters e distritos industriais.** Lages: Uniplac, 2002. 144 p.

LIMA, S. M. V.; CASTRO, A. M. G. de; MACHADO, M. dos S.; LOPES, M. A. **Projeto QUO VADIS: o futuro da pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 451 p.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi method: techniques and applications.** Massachusetts: Addison-Wesley Publ. Co., 1975. 620 p.

LOVERIDGE, D. **Technology foresight and models of the future.** Manchester: PREST, 1996. 11 p.

MACEDO, I. C. de. **Estado da arte e tendências tecnológicas para energia.** Brasília, DF: Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2003. 76 p. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br>>. Acesso em: 1 de set. 2006.

MACEDO, I. C. de. **Geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento.** Brasília, DF: Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2001. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br>>. Acesso em: 1 de set. 2006.

MARKUSEN, A. Sticky places in slippery space: a typology of industrial districts. **Economic Geography**, n. 72, p. 293-313, 1994.

MARTIN, B. R. Technology foresight in a rapidly globalizing economy. In: REGIONAL CONFERENCE, 2001, Vienna. **Proceedings...** Vienna: [s.n.], 2001. p. 17-35.

- MARTIN, B. R.; ANDERSON, J.; MACLEAN, M. Identifying research priorities in public-sector funding agencies: mapping science outputs onto user needs. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 10, p. 139-155, 1998.
- MILGROM, P.; ROBERTS, J. **Economics organizations and management**. Prentice Hall International Ed., 1994. 621 p.
- MORGAN, D. L. **Focus groups as qualitative research**. California: Sage Publ., 1988. 160 p.
- MORVAN, Y. **Fondements d'économie industrielle**. Paris: Economica, 1988.
- NASCIMENTO, E. de O.; SALEH, M. Cluster da madeira: alternativa de desenvolvimento para a região serrana de Santa Catarina. In: ROTTA, D. N. H. (Org.) **Modelos de organização industrial: clusters e distritos industriais**. Lages: Uniplac, 2002. 144 p.
- NÉRI, A. C.; FURTADO, F. C.; POLESE, R. C. Avaliação do rendimento de madeira serrada de *Pinus*. **Revista da Madeira**, n. 88, p. 96-100, mar. 2005.
- NICOLAU, J. A. **A organização das cadeias agroindustriais de arroz irrigado e frango de corte: uma abordagem de custos de transação**. 1994. 188 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NORTH, D. C. **Instituições, institucional change and economic performance**. Cambridge University Press, 1994. 152 p.
- OLANDOSKI, D. P.; BRAND, M. A.; ROCHA, M. P. Avaliação do rendimento em madeira serrada, qualidade e quantidade de resíduos no desdobro de *Pinus spp.* **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1-2, p. 177-184, 1998.
- PARIKKA, M. Global biomass fuel resources. **Biomass and Bioenergy**, v. 27, p. 613-620, Dec. 2004.
- PESSOA, P. F. A.; LEITE, L. A. S. Cadeia produtiva do caju: subsídios para a pesquisa e desenvolvimento. In: CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P. **Prospecção de demandas tecnológicas de cadeias produtivas e sistemas naturais**. Brasília, DF: Embrapa, 1998. p. 275-301.
- PONDÉ, J. L. **Coordenação e aprendizado: elementos para uma teoria das inovações institucionais as firmas e nos mercados**. Campinas: UNICAMP, 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – UNICAMP, Campinas.
- PORTER, A.; ASHTON, W.B.; CLAR, G.; COATES, J. F. Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, n. 3, p. 287-303, mar. 2004.
- PORTER, A.; ROPER, A. T.; MASON, T. W.; ROSSINI, F. A.; BANKS, J. **Forecasting and management of technology**. New York: J. Wiley, 1991. 448 p.
- PROCHNIK, V. **Cadeias produtivas na política de ciência, tecnologia e inovação**. In: REUNIÃO REGIONAL SUDESTE DA CONFERÊNCIA NACIONAL DE C&T PARA INOVAÇÃO, 1., Rio de Janeiro, 2001. **Reunião...** Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001, p. 1 -8.

RABELLOTTI, R. Existe um modelo de distrito industrial? Distritos de calçado em Itália y México comparados. **Informe de Conyuntura**, n. 67-68, p. 89-110, jun./jul. 1997.

ROCHA, M. P. Técnicas de desdobro de madeira de reflorestamento. In: SEMINÁRIO DE INDUSTRIALIZAÇÃO E USOS DE MADEIRA DE REFLORESTAMENTO, 2; SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL. CAXIAS DO SUL, 6., 2001, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: SINDIMADEIRA, 2001. p. 187-191.

SALLES-FILHO, S. L. M. BONACELLI, M. B. M.; MELLO, D. L. (Coord.). **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia**. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia; Rio de Janeiro: FINEP, 2001. 66 p.

SANTOS, M. M.; COELHO, G. M.; SANTOS, D. M. dos; FELLOWS FILHO, L. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 19, p. 189-229, dez. 2004a.

SANTOS, M. M.; SANTOS, D. M. DOS; COELHO, G. M.; ZACKIEWICZ, M.; FILHO, L. F.; TUCCI, C. E. M.; NETO, O. C.; JANNUZZI, G. de M.; MACEDO, I. de C. Prospecção em ciência, tecnologia e inovação: a abordagem conceitual e metodológica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e sua aplicação para os setores de recursos hídricos e energia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 18, p. 191-237, ago. 2004b.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Levantamento Agropecuário de Santa Catarina, 2002-2003. Florianópolis: Epagri, 2003. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br>> Acesso em: 28 set. 2006.

SIFFERT FILHO, N. F. A Economia dos Custos de Transação. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 103-128, 1995.

SILVEIRA, C. R. **História da indústria da madeira: serra catarinense 1940-2005**. Lages: Ed. do Autor, 2005.

SIMIONI, F. J.; ANDRADE, S. **Identificação e prospecção de demanda de madeira e biomassa na região do planalto sul de Santa Catarina**. Lages: Uniplac, 2006. 22 p. Relatório de Pesquisa.

SIMIONI, F. J.; BINOTTO, E.; NÉRI, A. C. Reflexões a respeito do conceito de cadeia produtiva no agronegócio florestal. In: SLADE BRASIL; ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE ESTRATÉGIA, 2006, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: UNIVAL, 2006. p. 1-12.

SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Abordagens teóricas para análise do agronegócio. In: BINOTTO, E. (Org.). **Tecnologia e processos agroindustriais**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. p. 17-43.

SIMIONI, F. J.; HOFF, D. N. Fatores críticos à produção florestal em Santa Catarina: um estudo de prospecção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006. p. 1-15.

SIMIONI, F. J.; ROTTA, D. N. H.; BRAND, M. A. Características recentes da indústria madeireira no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. p. 1-10.

SIMIONI, F. J.; SANTOS, A. J. dos. Aspectos da política florestal de Santa Catarina. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 79, p. 25-32, abr. 2004.

SKUMANICH, M; SIBERNAGEL, M. **Foresighting around the world: a review of seven bent-un-kind programs**. Seattle: Beattelle, 1997. Disponível em: <<http://www.seattle.battelle.org/Services/ES/foresite/index.htm>> Acesso em: 28 set. 2005.

SOUZA NETO, J. A.; BELLINETTI, J. V. MIOTS: metodologia para identificação de oportunidades de tecnologias e serviços. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO TECNOLÓGICA, 6., 1995, Concepción, Chile. **Anais...** Concepción: ALTEC, 1995. p. 1-22.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. Sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: ANPEC 2003. p.1-16

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998. 90 p.

WILLIAMSON, O. E. Comparative economic organization: the analysis of discrete structural alternatives. **Administrative Science Quarterly**, v. 36, p. 269-296, june 1991.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: firms markets, relational contracting**. New York: New York Press, 1985. 449 p.

WORLD ENERGY COUNCIL. WEG's Energy Goals for 2020. In: WORLD ENERGY COUNCIL. **Energy for tomorrow's world – acting now!**. London: World Energy Council, 2000. p. 65-94.

WRIGHT, J. A técnica de Delphi. In: CASTRO, A. M. G.; COBBE, R. V. ; GOEDERT, W. R. **Prospecção de demandas tecnológicas: manual metodológico para o SNPA**. Brasília, DF: Embrapa, 1995. 82 p.

ZACKIEWICZ, M. Coordenação e organização da inovação: perspectivas do estudo do futuro e da avaliação em ciência e tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, v. 17, p. 193-214, set. 2003.

ZACKIEWICZ, M.; SALLES-FILHO, S. Technological foresight: um instrumento para a política científica e tecnológica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 10, p. 144-161, mar. 2001.

ZYLBERSTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: ZYLBERSTAJN, D, NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição**. São Paulo: Pioneira, 2000. 428 p.