

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**O Papel da Reposição Florestal para a Cadeia de Bioenergia: um estudo de caso para estimativa de carbono em Piracicaba - SP**

**Lucas Palma Perez Braga**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Recursos Florestais

**Piracicaba  
2011**

Lucas Palma Perez Braga  
Bacharel em Biotecnologia

**O Papel da Reposição Florestal para a Cadeia de Bioenergia: um estudo de caso  
para estimativa de carbono em Piracicaba - SP**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:  
Prof. Dr. **WEBER ANTONIO NEVES DO AMARAL**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração: Recursos  
Florestais

**Piracicaba  
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Braga, Lucas Palma Perez

O Papel da Reposição Florestal para a Cadeia de Bioenergia: um estudo de caso para estimativa de carbono em Piracicaba - SP / Lucas Palma Perez Braga. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.  
101 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Bioenergética 2. Biomassa 3. Carbono 4. Desenvolvimento sustentável 5. Lenha  
6. Manejo florestal 7. Mudança climática 8. Políticas públicas I. Título

CDD 634.983  
B813p

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

## DEDICATÓRIA

À Ezechiel Palma Perez *in memoriam*,

Encarnação Ap. Peres Callejon

e Maria de Lourdes Garavello



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Roberto e Marcia, pelo amor e apoio incondicional. Por eles pude chegar até aqui. Sou grato a tudo que me ensinaram e ensinam e principalmente nesse momento pelo carinho, disposição e paciência

À Maria Helena Palma de Oliveira, minha tia, pois sua presença foi condição imprescindível para que eu pudesse vencer os desafios

Aos meus amigos Sergio, Micheli e Isabel por todo o apoio e por nunca medirem esforços em ajudar

Ao prof. Weber Antonio Neves do Amaral pela confiança e liberdade de criação depositadas

À Francisco Hashimoto, Claudio Bertolucci e Carlos Eduardo Beduschi

Aos meus irmãos Daniel e Pedro que, seja em Piracicaba ou em São Paulo, foram sempre muito importantes

Aos meus grandes amigos que desde a graduação compartilham os desafios e emoções da vida

À CAPES pelo apoio financeiro

Deixo também um agradecimento especial para quem não pode ser lembrado a cima, mas sua contribuição foi essencial



“Be great in act, as you have been in thought”  
William Shakespeare





## SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT .....	13
LISTA DE FIGURAS .....	15
LISTA DE TABELAS .....	17
ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
1 INTRODUÇÃO .....	21
1.1 Brasil, energia e mudança climática.....	24
1.2 Mudança Climática.....	29
1.3 Mudança climática e políticas públicas no Brasil.....	32
1.4 Justificativa.....	35
1.5 Objetivo geral .....	36
1.6 Objetivos específicos .....	36
2 REPOSIÇÃO FLORESTAL OBRIGATÓRIA .....	37
2.1 Caminhos da reposição florestal .....	37
2.2 Dinâmica de reposição florestal obrigatória no Estado de São Paulo .....	39
2.3 Reposição florestal obrigatória: Estudo de caso Piracicaba.....	43
2.3.1 Objetivo .....	43
2.3.2 Método .....	43
2.3.3 Resultados e discussão.....	44
2.3.4 Considerações finais .....	51
3 LENHA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL: UM VETOR ESTRATÉGICO .....	53
3.1 Produção florestal e bioenergia.....	53
3.2 Madeira e energia .....	55
3.3 Lenha de RF e emissões atmosféricas .....	60
3.3.1 Objetivos .....	60
3.3.2 Método .....	60
3.3.4 Considerações finais .....	74
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS .....	75
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXOS .....	85



## RESUMO

### **O papel da reposição florestal para a cadeia de bioenergia: um estudo de caso para estimativa de carbono em Piracicaba - SP**

Relatórios científicos apontam a mudança global do clima por conta de ações antrópicas decorrentes de atividades econômicas e industriais. Em consequência, as propostas e medidas para evitar o aquecimento global direta ou indiretamente remetem a questões de política energética e desenvolvimento sustentável. Energias renováveis ocupam uma posição estratégica dentro desse contexto. A bioenergia representa cerca de 10,2% de oferta de energia primária global, sendo que mais de 80% desta biomassa é derivada de madeira. Entretanto, existem dúvidas com relação à biomassa florestal e sua contribuição. A complexidade da situação expõe a relevância de políticas públicas que regulem o uso da biomassa florestal. A política de Reposição Florestal Obrigatória Obrigatória (RFO), em vigor no Estado de São Paulo desde 2008, prevê que a madeira consumida seja reposta e dessa forma agrega os conceitos de sustentabilidade no consumo do produto florestal. Para abordar o potencial energético da biomassa florestal através do mecanismo de regulação da RFO no cenário de mudanças climáticas o estudo foi estruturado em duas etapas: 1) levantamento da dinâmica do mecanismos de regulação praticados; 2) padronização de um sistema de produção de lenha de RFO e quantificação das emissões de CO<sub>2</sub> equivalente do processo. Foi constatado que a RFO sustenta um papel significativo para regulação da biomassa florestal energética. Entretanto, na prática apresenta falhas. Proporcionalmente, Piracicaba repõe o equivalente a 1,92% da lenha produzida em 2009. O sistema de produção de lenha envolve as etapas: produção de mudas; transporte de mudas; manejo florestal; Corte; transporte de lenha. A lenha de RFO confirmou-se como energético de baixa expressividade com relação a CO<sub>2</sub> equivalente, principalmente quando comparada com seus energéticos concorrentes: a eletricidade e o gás natural.

Palavras-chave: Reposição Florestal Obrigatória; Bioenergia; Lenha; ACV



## **ABSTRACT**

### **The role of forestry reposition policy on the supply of bioenergy feedstock: the case study of carbon estimate for Piracicaba – SP**

Scientific reports point anthropic activities as the most significant contribution to climate change. Strategies for climate change mitigation concerns directly on energy policy and sustainable development. Bioenergy offering represents 10.2% in global energy resources but more than 80% of this offering consists in woodfuel. However, the questions regarding the role forest biomass plays in climate changing scenery demands public policy and crucial regulatory mechanisms. The Forest Reposition Policy (FRP), since 2008, in São Paulo State regulates forest biomass consumption providing a potential sustainable chain. The main objective in this study consist on evaluate the FRP as a potential mechanism to regulate bioenergy production. To evaluate FRP as a strategic tool in this scenery the study approaches the case of Piracicaba (SP, Brazil) and presents two stages of analyses: 1) Evaluation of FRP mechanism dynamics analyzing official documents; 2) Setting up a firewood standard chain through FRP and evaluation of CO<sub>2</sub> equivalent emissions on the process by using Life Cycle Assessment tool. The results bring out the lack of efficiency on FRP. Proportionally, in Piracicaba only 1.92% of firewood were repositioned. Apart from that, FRP demonstrated a strong potential to forest biomass sustainable production. The standard productions system was defined as: seedlings production; seedlings transportation, forest management; logging; firewood transportation. The CO<sub>2</sub> emissions in chain quantified non significant results and firewood in FRP system confirms its potential of mitigation between other available options.

Keywords: Forest Restoration Policy; Bioenergy; Firewood; LCA



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rota de serviços energéticos e seus respectivos recursos (adaptado de IPCC, 2011).....	22
Figura 2 – Associação entre biomassa, rota de conversão e produto energético (adaptado de IPCC, 2011).....	23
Figura 3 - Consumo final dos principais energéticos Brasil 1970 (MME, 2005 apud MME, 2007). .....	24
Figura 4- Participação dos principais energéticos no consumo final do Brasil, 1985-1993 (MME, 2007).....	26
Figura 5 – Oferta interna de energia (BEN, 2010).....	29
Figura 6 - Certificado de Reposição Florestal .....	42
Figura 7 Mecanismo regulatório de produção de lenha segundo RFO – SP (elaboração própria).....	43
Figura 8- Mapa com cidades envolvidas na análise: Piracicaba, Conchas, Laranjal Paulista, Rio das Pedras, Charqueada, Limeira e Rio Claro (GOOGLE MAPS, 2011). .	45
Figura 9 – Cadastro de Reposição Florestal madeira para energia SIGAM 2010 (elaboração própria) .....	47
Figura 10 – inter-relação mecanismo de regulação RFO – SP (elaboração própria).....	51
Figura 11 - Cadeia produtiva da madeira, BNDES apud BRASIL 2007 .....	54
Figura 12 – Produtos florestais energéticos tradicionais (elaboração própria).....	56
Figura 13 - AVC NBR ISO 14040, 2001 .....	63
Figura 14 - Modelo da estrutura de análise utilizada pelo software Boustead V 5.0 .....	64
Figura 15 - Procedimento simplificado para análise de inventário (Galdiano, 2006).....	65
Figura 16 – Mapa da região estudada, Piracicaba, Amparo, Pedra Bela, Bragança Paulista e Piracaia (GOOGLE MAPS, 2011).....	68
Figura 17 - Subsistemas do inventário do ciclo de vida da lenha de RF de Piracicaba (elaboração própria).....	69
Figura 18 - Associações de reposição Florestal no Estado de São Paulo (FARESP, 2011).....	73





**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Bioenergia florestal RFO 2009 (m <sup>3</sup> ).....	48
Tabela 2 - Consumo Cadastrado na Reposição Florestal 2009.....	49
Tabela 3 - Produção Florestal Piracicaba 2009 (m <sup>3</sup> ).....	50
Tabela 4 - Áreas de Floresta no Brasil (2008).....	53
Tabela 5 - Composição das Florestas Plantadas no Brasil (2008).....	53
Tabela 6 – Maiores produtores de floresta (2008).....	54
Tabela 7 - Produção de energia primária Brasil (%) - 2009 .....	55
Tabela 8 - Consumo de Lenha por Setor – 2009 .....	56
Tabela 9 - Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente por subsistema (Kg).....	71
Tabela 10 - Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente (KgCO <sub>2</sub> /TEP).....	72



## **ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este estudo foi estruturado em duas etapas. A primeira fase, estruturada na seção 2, corresponde a uma análise da política de Reposição Florestal Obrigatória - RFO num estudo de caso em Piracicaba – SP estendendo para alguns municípios vizinhos com o intuito de contextualizar os dados oficiais obtidos no SIGAM/2010. A segunda fase, estruturada na seção 3, propõe a definição do sistema de produção de lenha via RFO trazendo também, por meio da análise do inventário do ciclo de vida as emissões atmosféricas de CO<sub>2</sub> equivalente. A seção 1, de caráter introdutório, trata da abordagem ampla do tema de mudança climática, energia e floresta trazendo justificativa e objetivos do trabalho. Por fim a seção 4 fecha a linha de raciocínio abordando os principais pontos, contribuições e sugestões do estudo.



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil enfrenta problemas com relação ao desmatamento e o uso de florestas nativas (FEARNSIDE, 2005; SILVA, 2009; MACHADO, 2006; CASTRO, 2007). Em escala global o tema de mudança climática vem recebendo grande atenção nas últimas décadas principalmente após a assinatura da convenção quadro em 1992 (MARCKOVITCH, 2006).

Discussões em torno do meio ambiente vêm marcando forte presença no cenário internacional nas últimas décadas. Relatórios científicos apontam a mudança global do clima por conta de ações antrópicas decorrentes de atividades econômicas e industriais (INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 1990, 1992, 1995, 2001, 2007). Por mais que a contribuição antrópica seja ainda questionável (MITCHELL et al., 1989; MOLION, 1995; JAWOROWSKI, 2007). A pressão da opinião pública das sociedades e governos faz com que hoje a preocupação com a mudança do clima seja rotina na agenda política de muitos países (ASSELT et al., 2005; MARCKOVITCH, 2006). Em decorrência, surgem propostas e medidas para evitar o aquecimento global que direta ou indiretamente remetem a questões de política energética e desenvolvimento sustentável (VOß et al., 2006).

Segundo o IPCC (2011) para abastecer os processos produtivos, o desenvolvimento econômico e as necessidades humanas as sociedades requerem serviços energéticos como: mobilidade, comunicação, luz, conforto, etc. A figura a baixo ilustra a rota de serviços energéticos e seus respectivos recursos.

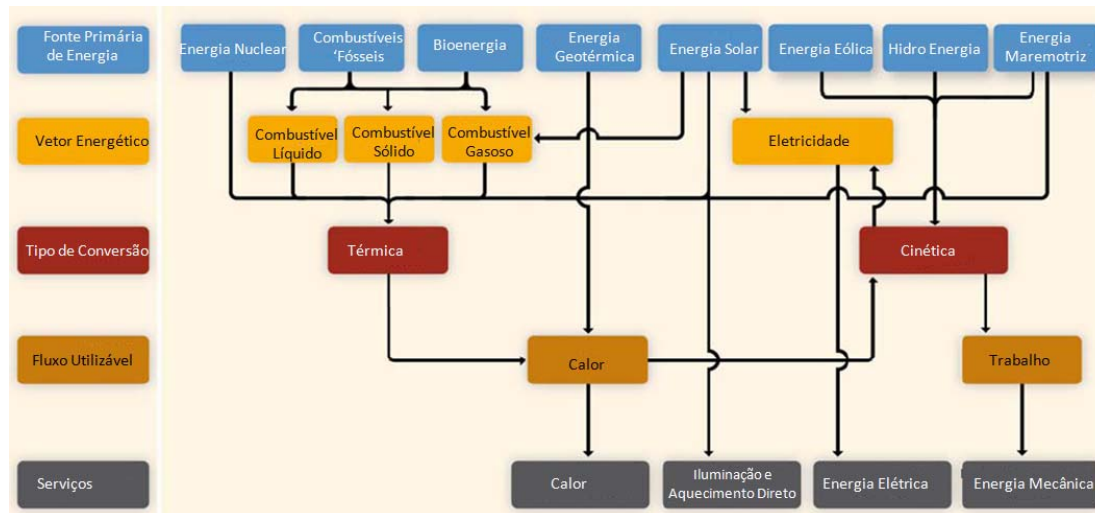


Figura 1 – Rota de serviços energéticos e seus respectivos recursos (adaptado de IPCC, 2011)

Segurança energética e baixo impacto ambiental no abastecimento energético são pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável. Tradicionalmente, desenvolvimento sustentável é baseado em três pilares interdependentes – econômico, social e ambiental. Discussões envolvendo energias renováveis começaram a marcar a comunidade internacional a partir da crise do petróleo na década de 1970 quando muitos países começaram a investir em fontes alternativas de energia (IPCC, 2011).

As energias renováveis podem contribuir estrategicamente com o desenvolvimento sustentável (LUND, 2007). Segundo o IPCC (2011) em pontos chave como: desenvolvimento econômico e social, acesso à energia, segurança energética, mitigação de mudanças climáticas e redução de impactos à saúde humana e ao meio ambiente. Nesse sentido, diferentes estratégias devem ser aplicadas em diferentes estágios do desenvolvimento econômico. Para avaliar estas oportunidades podem ser utilizadas diversas ferramentas de análise incluindo o método de Avaliação de Ciclo de Vida com intuito de obter indicadores para tomada de decisão (ROBÈRT, 2000; ROBÈRT, 2002; WALL, 2002; GÓRALCZYK, 2003; DOVI et al., 2009; EVANS et al., 2009; IPCC, 2011).

Ainda que o consumo atual de combustíveis fósseis represente na matriz energética das economias globais 85%, o que correspondem com 56,6% das emissões antrópicas de gases de efeito estufa - GEE (IPCC, 2011), as energias renováveis vêm

ganhando destaque na agenda das Nações Unidas, por conta de sua posição estratégica como elo entre mitigação das emissões de GEE e desenvolvimento sustentável (WIREC, 2008; HIRSCHL, 2009 apud IPCC, 2011).

Energias renováveis são aquelas em que os recursos energéticos são repostos por processos naturais à medida que são utilizados (IPCC, 2011). Nesse conceito, quando biomassa é a matéria-prima utilizada, bioenergia é o termo aplicado.

A bioenergia representa cerca de 10,2% da oferta de energia primaria global, sendo que mais de 80% desta biomassa é derivada de madeira (IPCC, 2011). A figura 2 divide a biomassa em grupos de matéria-prima de acordo com sua rota de conversão.

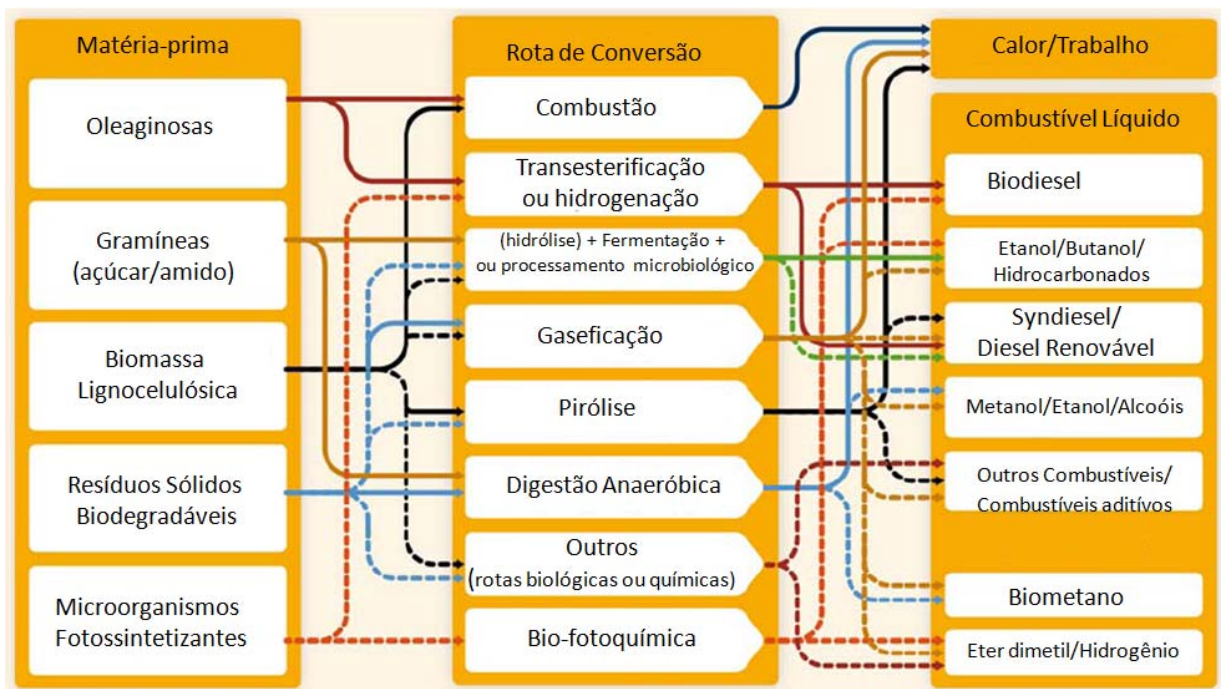


Figura 2 – Associação entre biomassa, rota de conversão e produto energético (adaptado de IPCC, 2011)

Como pode ser observado (figura 2), a madeira está dentro do grupo de biomassa de maior versatilidade, ou seja, maiores possibilidades em termos de conversão e conseqüentemente uso final. No entanto, existem dúvidas com relação ao papel da floresta na contribuição com a mitigação. Ao mesmo tempo que constituem reservatórios naturais de CO<sub>2</sub>, são também um recurso energético que não pode ser negligenciado. A competição pelo uso da terra, o aumento da pressão sobre áreas



naturais e o desmatamento florestal são variáveis agravantes das emissões de GEE. A complexidade da situação expõe a relevância de políticas públicas que regulem o uso da biomassa florestal.

Este trabalho aborda a importância da Política de Reposição Florestal Obrigatória frente ao cenário de mitigação de gases de efeito estufa e o papel da biomassa florestal. A seguir os temas são contextualizados com maior profundidade. Seguindo com a apresentação da justificativa e dos objetivos do trabalho.

### 1.1 Brasil, energia e mudança climática

Contexto energético nacional dos últimos 40 anos

Dados oficiais do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2007) destacam que em 1970, a lenha era o principal recurso energético do país, representando 45,6% do consumo final de energia como pode ser observado na Figura 3.

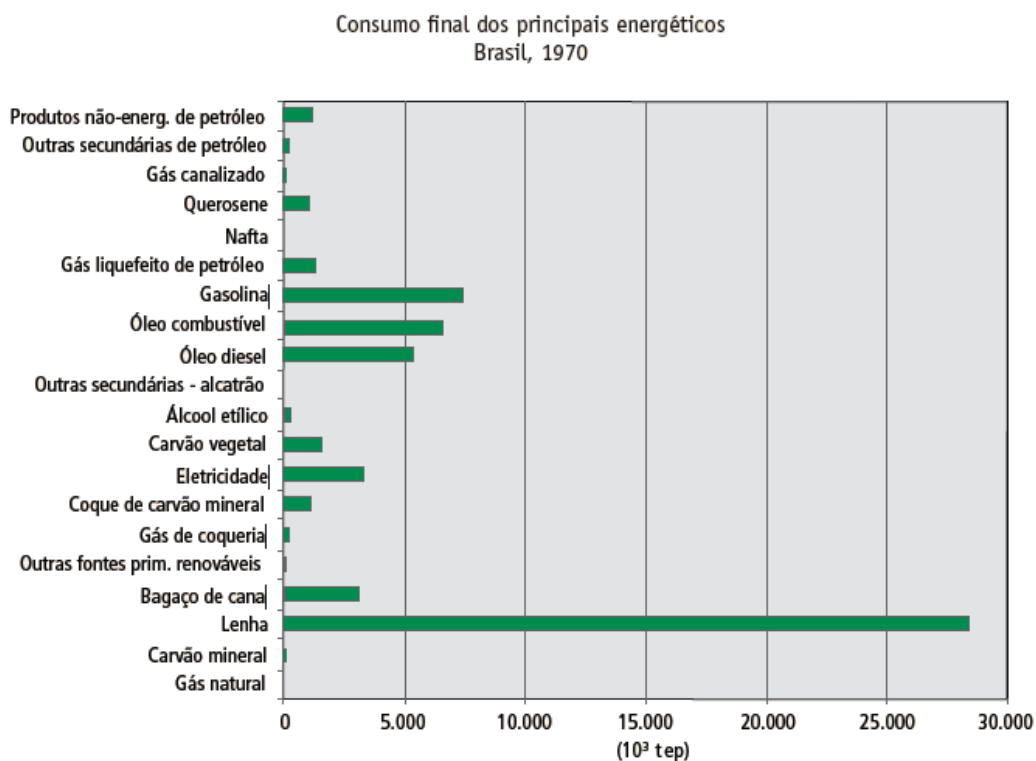


Figura 3 - Consumo final dos principais energéticos Brasil 1970 (BRASIL, 2005 apud BRASIL, 2007)

O consumo elevado de lenha daquela época foi marcado principalmente pela parcela da população que residia no campo, assim como pelo baixo rendimento no uso, demandando quantidades elevadas de energia final para o atendimento dos requisitos de energia útil. Ao longo dos anos seguintes a participação desse energético foi reduzindo (UHLIG, 2008).

Na época, a maior parte do consumo interno de petróleo era abastecido por importações. Os dois choques de preços do petróleo em 1973/74 e em 1979/80 marcaram intensamente a economia interna. A dependência externa e os efeitos negativos sobre o mercado representaram um forte estímulo para o crescimento da utilização das fontes nacionais de energia nos anos que se seguiram (ADELMAN, 2002).

Nesse contexto, logo após o primeiro choque do petróleo, surge o PROALCOOL (Programa Nacional do Alcool) criado em 1975. O objetivo principal era a redução do consumo da gasolina automotiva utilizada nos veículos de passageiros. Também em 1975, ainda sob o regime militar, o Brasil firmou com a Alemanha um acordo de cooperação na área nuclear (TELLES, 1986; BRASIL, 2007).

O segundo choque do petróleo, em meados de 1979, interrompeu de forma duradoura o fluxo de capital dos países industrializados para aqueles em desenvolvimento (HASEGAWA, 2003). O preço do barril no mercado internacional, como reflexo das decisões da OPEP (Organização dos Países Produtores de Petróleo), aumentou cerca de 3 vezes (BRASIL, 2007).

O Brasil, como importador de petróleo, sofreu impactos graves na economia. A combinação dos choques do preço do petróleo e das taxas de juros produziu aumento dos déficits em transações correntes. Houve retração das importações dos países industrializados (implicando em estagnação ou queda das exportações nas economias em desenvolvimento) e das despesas com juros no balanço de serviços (HASEGAWA, 2003). O resultado desse cenário foi o racionamento do crédito externo para as economias altamente endividadas.

Em 1984, a economia brasileira esboçava um crescimento, o PIB (Produto Interno Bruto) aumentou 5,4%. Entretanto a inflação era problema persistente e em

1980, chegou a super taxa de 100% ao ano e, em 1984, atingiu 224%. Entre 1985 e 1993, o consumo final de energia apresentou crescimento de apenas 15,7% (média de 1,8% ao ano) (BRASIL, 2007). A figura 4 a seguir mostra as participações dos principais usos finais de energia no país dentro dos anos considerados. Destaca-se que o consumo de lenha mantém-se em declínio e a energia elétrica em crescimento, fato também observado por Brito e Cintra (2004).

#### PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS ENERGÉTICOS NO CONSUMO FINAL BRASIL 1985 - 1993

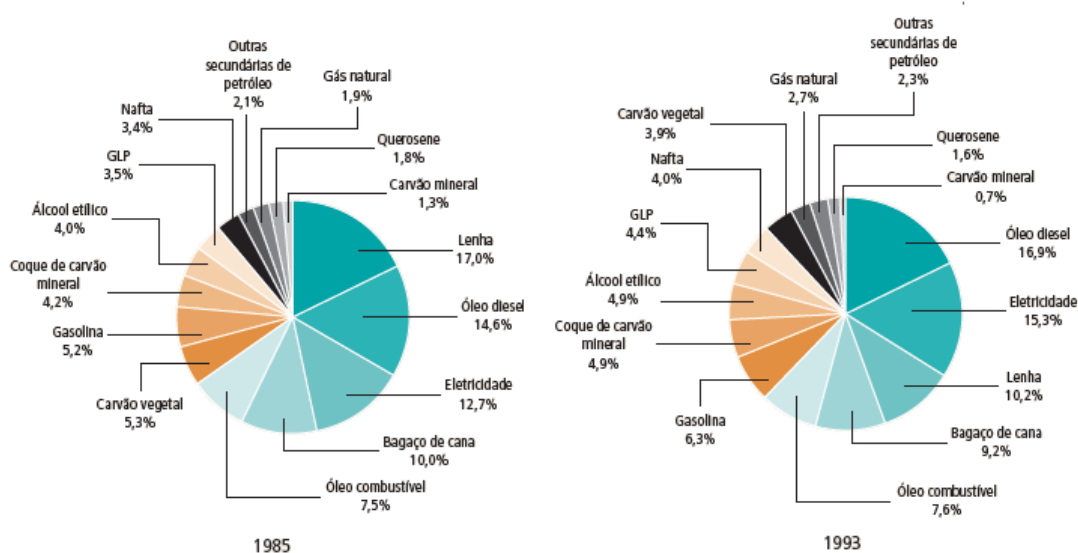


Figura 4- Participação dos principais energéticos no consumo final do Brasil, 1985-1993 (BRASIL, 2007).

Um dos principais acontecimentos no setor energético nacional, entre os anos considerados, foi o início da operação comercial da Usina Termonuclear Angra I, em 1985, que só passou a operar regularmente a partir da década de 1990 (BRASIL, 2007).

Em 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, em 1985, pela ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras. Sua atuação inicialmente caracterizou-se pela publicação e distribuição de manuais destinados à conscientização da importância da conservação de energia elétrica entre os vários setores da economia (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Os impactos ambientais causados por obras ligadas ao setor energético também chamavam a atenção. Em 1986, entrou em operação o sistema de transmissão Sul-Sudeste, o mais extenso da América do Sul, transportando energia da Usina Hidrelétrica de Itaipu até a região Sudeste. No mesmo ano, a Eletrobrás publicou o Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico (BRASIL, 2007).

Entretanto esse período foi marcado pela consolidação da produção nacional de petróleo. Com as descobertas de campos significativos na bacia de Campos e com o desenvolvimento tecnológico obtido para a exploração em águas profundas. Assim, nesse mesmo sentido, ocorre um parcial aumento da produção de gás natural, pois o crescimento da produção de petróleo impulsionou o aproveitamento do gás associado existente (TELLES, 1986; BRASIL, 2007).

Por conta disso, no final da década de 1980, em função de uma combinação de fatores, dentre os quais a redução dos preços do petróleo no mercado internacional e a estagnação da produção de álcool, ocorreu uma crise no abastecimento do produto. A oferta não acompanhou o crescimento da demanda, pois a maior parte dos veículos fabricados utilizava este combustível, gerando a falta de álcool nos postos de combustíveis. Assim, as vendas de veículos que utilizavam este energético ficaram bastante reduzidas, comprometendo o mercado (NITSCH, 1991; BRASIL, 2007).

A economia só veio a estabilizar-se após a implementação do Plano Real que definiu uma reforma monetária com vistas a controlar a inflação no país (PINHEIRO et al., 1999). Entre 1994 e 1998, o consumo final de energia no país apresentou um crescimento de 18,0% uma média anual de 4,2% (BRASIL, 2007).

Entre 1999 e 2004, o principal destaque foi o crescimento significativo do consumo de gás natural. Esse energético aumentou sua participação no consumo final de 3,3% para 6,4%. Uma das principais causas para tal ocorrência foi o início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia (Gasbol), em 1999 (BRASIL, 2007). Deve-se destacar que a expansão do uso do energético ocorreu em todos os principais setores da economia, destacando-se o crescimento da geração termoelétrica baseada no insumo e o aumento do consumo de gás natural veicular – GNV, este último fruto dos

incentivos por parte de alguns governos estaduais à conversão de motores. Além do gás natural, houve um aumento acentuado do consumo de bagaço de cana que cresceu 6,8% em função, principalmente, da expansão da cogeração no setor Sucroalcooleiro (BRASIL, 2007).

Um acontecimento importante registrado no período refere-se ao início do fornecimento de energia por parte da usina de Angra II, em 2000 (BRASIL, 2007). Provocando nesse mesmo ano o aumento da oferta de energia elétrica não renovável.

Ao mesmo tempo o setor energético brasileiro enfrentava dificuldades por conta do baixo investimento na expansão da oferta, questões ligadas ao estabelecimento de marcos regulatórios (TOLMASQUIM, 2000). Este fator junto com a estiagem verificada em 2001 foram as principais causas do chamado apagão de energia elétrica que resultou na imposição de metas de redução do consumo para os consumidores, e foram elaborados três planos de ação: o Programa Prioritário de Termelétricidade, o Programa de Energia Emergencial e o Plano de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico. Nesse contexto, o consumo de energia elétrica caiu de 28.509 mil Tonelada Equivalente de Petróleo - TEP em 2000 para 26.626 mil TEP em 2002 (BRASIL, 2007). Este acontecimento registra que questões de segurança energética devem ser tratadas também com prioridade.

A partir de 2003, com o início das vendas dos carros flex-fuel, operando tanto com álcool quanto com gasolina, o consumo de álcool etílico ganhou um novo fôlego, revertendo a tendência de queda no consumo do combustível. Em 2005, a maior parte dos veículos leves novos vendidos foram bicomcombustíveis, o que mostra a tendência de crescimento do consumo de álcool nos períodos em que os preços forem favoráveis (BRASIL, 2007).

Igualmente na linha dos combustíveis renováveis, confirmando a vantagem competitiva que o país possui nesta área, em 2005, foi lançado o Programa Nacional de Biodiesel. Por meio da lei nº 11097/2005, conhecida como Lei do Biodiesel, foi instituída a obrigatoriedade da adição do biodiesel ao diesel vendido no país. Após um período inicial, o percentual mínimo obrigatório de adição deveria ser de 2%, passando a ser de

5% após alguns anos (BRASIL, 2007). A figura 5 apresenta a oferta interna na matriz energética brasileira nos últimos 40 anos.

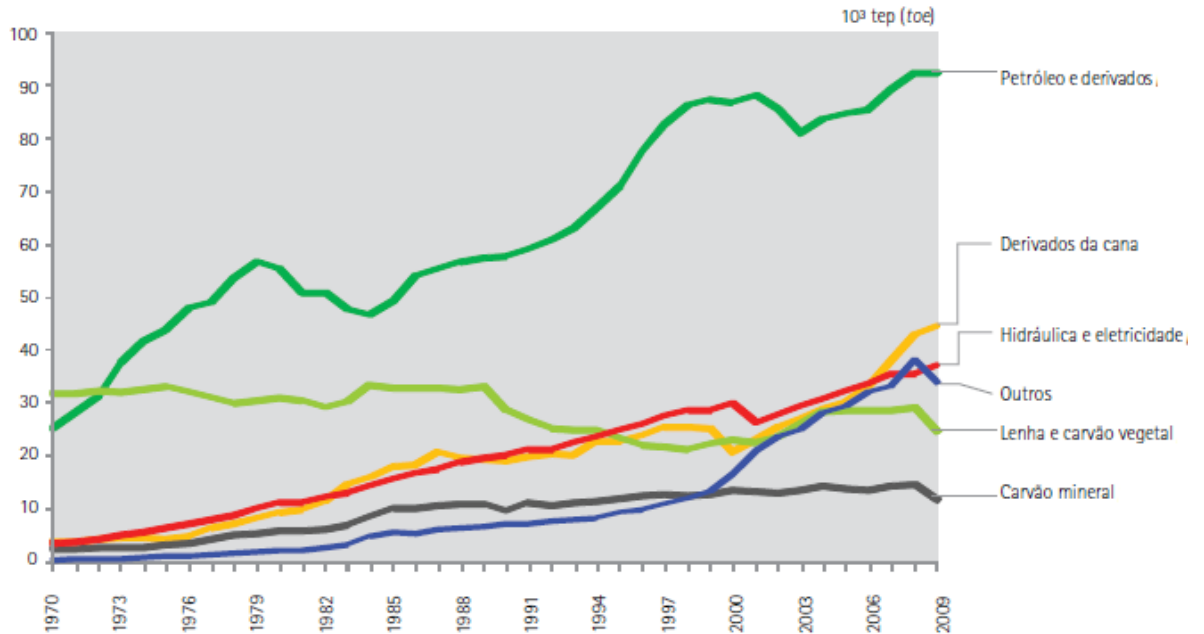


Figura 5 – Oferta interna de energia (BEN, 2010)

A cronologia dos fatos retratados nesta seção reflete o caminho percorrido pelas políticas energéticas do país ao longo dos últimos 40 anos. De fato o peso de uma matriz energética baseada majoritariamente em combustíveis fósseis (figura 5) coloca o país como alvo de oscilações e instabilidade econômica. O consumo de energia fóssil, além de implicar em questões de segurança energética, intensifica os impactos antrôpicos ao ambiente e contribui significativamente com o aquecimento global.

## 1.2 Mudança Climática

A mudança do clima é um dos mais significativos desafios da atualidade. Essa questão é ampla e periodicamente discutida no Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC).

O IPCC é o corpo internacional que lidera as avaliações relacionadas à mudança climática. Foi criado pela “United Nations Environment Programme” (UNEP) e pelo “World Meteorological Organization” (WMO) para levantar e acompanhar, sob o ponto de vista científico, a realidade da mudança climática e o seu potencial de impactos ambientais e socioeconômicos. Portanto o IPCC consiste um órgão científico, que avalia todo tipo de informação relevante produzida no mundo neste sentido.

O IPCC é um órgão intergovernamental que está aberto a todos os países membros das Nações Unidas e do WMO. Atualmente, 194 países são membros. A principal contribuição do IPCC refere-se à escala de tomada de decisão.

Embora o clima mundial tenha sempre variado naturalmente, a grande maioria dos cientistas atualmente acredita no aumento das concentrações de GEE na atmosfera. Dentre estes gases, estão o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Perfluorcarbonetos (PFC's ) e também o vapor de água. Este é um evento resultante do crescimento econômico e demográfico nos últimos dois séculos desde a revolução industrial que está ultrapassando essa variabilidade natural.

O IPCC define a mudança climática como uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático médio ou sua variabilidade, persistindo um período extenso. Em 1990, o órgão publicou o Primeiro Relatório de Avaliação, confirmando que a mudança do clima era, de fato, uma ameaça e incitando a negociação de um acordo global para tratar do problema.

Esse chamado repercutiu na Declaração Ministerial da Segunda Conferência Mundial do Clima, realizada em Genebra. A Assembléia Geral das Nações Unidas respondeu a esses apelos criando a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Os países que ratificarem, aceitarem, aprovarem ou acederem a Convenção tornam-se Parte (IPCC, 1990).

A Convenção define como objetivo final a estabilização das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa em níveis seguros. Esses níveis devem ser alcançados num prazo que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, no sentido de assegurar que a produção de alimentos não seja

ameaçada e que permita que o desenvolvimento econômico prossiga de forma sustentável.

Para isso ocorrem reuniões periódicas entre as Partes chamadas de Conferência das Partes (COP). A COP é uma associação de todos os países que ratificaram ou aceitaram a Convenção (BRASIL, 2011), é o órgão supremo em termos de tomada de decisões. Desde então uma série de relatórios vêm sendo publicados periodicamente.

O último relatório de avaliação publicado pelo IPCC, em 2007, refere, com relação ao Brasil, os impactos futuros decorrentes da mudança global do clima em diversos aspectos. O país como um todo está vulnerável e no caso da região sudeste as alterações climáticas trarão impactos significativos para o uso da terra, principalmente por conta do aumento nas precipitações e inundações (BRASIL, 2008).

O Brasil tem um papel destacado nas negociações internacionais (PORTAL BRASIL, 2010). Na escala Federal, existe a Comissão Interministerial de Mudanças Climáticas, coordenada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. Além disso, o Ministério do Meio Ambiente lançou um documento de avaliação das implicações das alterações climáticas para o Brasil, chegando ao Plano Nacional de Mudança Climática (BRASIL, 2007) e ao Fundo Nacional Sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2010).

As providências e diretrizes da temática acontecem no ambiente de discussão chamado de Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas que, desde 2004, antecipa para a sociedade seu posicionamento em relação às negociações internacionais e apresenta seus resultados e proposições para o futuro na temática da mudança do clima.

A realidade do Brasil no contexto de contribuição na mudança global do clima chama atenção por alguns aspectos. O país tem um perfil de emissões antrópicas de gases de efeito estufa distinto daquele de países desenvolvidos.

A maior fonte brasileira de emissão de gases de efeito estufa é o desmatamento, e o Brasil é responsável por cerca de 4% das emissões globais. O último inventário oficial de emissões é do período de 1990 a 1994 embora um inventário mais recente esteja em andamento. Para este período foi constatado que os setores de energia, processos industriais, Solventes e Tratamento de Resíduos contribuíram juntos com somente 25% das emissões enquanto que todo o resto referente as emissões foi



atribuído a Mudança do Uso da Terra e Florestas. Destes 75% de emissões, 90% corresponderam à conversão de florestas em outros usos, especialmente agropecuária (BRASIL, 2008).

Entretanto, um estudo recente (CERRI, 2010) relata que as emissões brasileiras cresceram 24,6% entre 1990 e 2005 e mudaram de perfil. Embora o desmatamento continue sendo o principal emissor de gases estufa no Brasil, equivalendo a 51,9% do total de emissões, seu crescimento foi de apenas 8,1% no período. Já as emissões provenientes do consumo de energia, da agropecuária, da indústria e do lixo tiveram um aumento médio de 41%.

As perdas na economia nacional até 2050 ficariam entre R\$ 719 bilhões e R\$ 3,6 trilhões, gerando um decréscimo entre R\$ 534 e R\$ 1.600 da renda anual de cada cidadão brasileiro. Isso equivale a desperdiçar um ano inteiro de crescimento nos próximos 40 anos (ECONOMIA DA MUDANÇA DO CLIMA, 2010).

### **1.3 Mudança climática e políticas públicas no Brasil**

O cenário de medidas para mitigar os efeitos antrópicos na mudança do clima, desafia o desenvolvimento econômico e demanda alternativas baseadas em tecnologias limpas, energias renováveis e uso sustentável dos recursos naturais.

Em escala global as principais estratégias e opções para mitigação discutidas nas Conferências das Partes (UNFCCC) podem ser categorizadas em:

- Conservação de energia e melhoria na eficiência das tecnologias atuais;
- Desenvolvimento de tecnologias energéticas com ênfase em fontes renováveis;
- Seqüestro de Carbono
- Redução de emissões do desmatamento e pela degradação florestal (REDD)

Existe um espaço importante para a floresta frente ao desenvolvimento econômico e a mudança climática. Embora ainda não totalmente formalizado em âmbito da UNFCCC, o REDD *plus* é um mecanismo que propõe uma nova base para o desenvolvimento econômico de modo que as florestas possam ser introduzidas na economia de forma

sustentável pelo princípio estratégico de conservação pelo uso.(SATHAYE et al., 2009; CHISA et al., 2010).

A transição para o desenvolvimento sustentável e a redução das emissões demanda políticas públicas e regulamentações específicas. No Brasil existe legislação específica em escala federal, estadual (SP) e municipal (SP).

A estrutura Federal é disposta conforme a lei Federal nº 12.187 de Dezembro de 2009 - Política Nacional das Mudanças Climáticas (PNMC) e o Decreto nº 7.343 de 26.10.2010, que regulamenta a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, criadora do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC).

Com isso, o governo brasileiro aponta um marco de ajuste em âmbito social, ambiental e econômico que estabelece o desenvolvimento sustentável como condição para enfrentar a mudança do clima. A lei propõe a redução das emissões entre 36,1% e 38,9% até 2020.

A decisão especifica limites individuais para os 12 setores que mais poluem, de forma que o Brasil fica obrigado a reduzir as suas emissões em cerca de 2 gigatoneladas nos próximos dez anos. O decreto-lei exige que cada setor tenha estimativas anuais de suas emissões e submeta relatórios trienais ao governo. Isso quer dizer que os limites setoriais podem ser negociados entre as empresas de cada setor, criando créditos de carbono para aquelas que reduzirem as suas emissões, como já acontece na Europa, através do Emissions Trading Scheme (ETS).

Em escala Estadual a lei nº 13.798 de Novembro de 2009 – Política Estadual de Mudanças do Clima – SP e o decreto nº 55.947 de 24 de Junho de 2010- Política Estadual de Mudanças do Clima – SP regulamentam o tema (SÃO PAULO, 2009, 2010). A meta prevista é de 20% de redução de emissões de CO<sub>2</sub> equivalente até o ano de 2020.

A companhia ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é o órgão responsável pela gestão dos recursos dispostos pelo Fundo de Recursos Hídricos (FEHIDRO), pelos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e pelo Fundo Estadual de Controle da Poluição (FECOP).

O Estado merece destaque por aplicar uma política de mitigação que faz parte de toda uma estrutura de políticas públicas que refletem a preocupação estadual com a mudança do clima disposta no Programa Estadual de Mudanças Climáticas (PROCLIMA).

O PROCLIMA é coordenado pelo Setor de Clima e Energia (TDSC) da CETESB. O atual Setor de Clima e Energia foi criado originalmente em 1995 como Divisão de Questões Globais, para dar suporte às ações de implementação dos compromissos oriundos dos acordos internacionais como o Protocolo de Montreal, para proteção da camada de ozônio e a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima.

Essas atividades fazem parte dos Programas da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA, criados através das resoluções publicadas no Diário Oficial em 27 de junho de 1995: PROZONESP – Programa Estadual de Proteção à Camada de Ozônio e PROCLIMA – Programa Estadual de Mudanças Climáticas Globais. Uma das atribuições do PROCLIMA é coordenar e elaborar o Inventário de Gases de Efeito Estufa de São Paulo.

Segundo o inventário, que compreende o período de 1990 a 2008 houve aumento de 63 % das emissões de gás carbônico no Estado. Sendo que de 2005 para 2008 esse aumento representou 10 %. O Estado de São Paulo é responsável por 33 % do PIB nacional e representa apenas 6,5 % da emissões do país. A maior parcela da estimativa das emissões líquidas de CO<sub>2</sub> é proveniente do setor energético que representa 84,7 % das emissões seguido pela indústria com 13,7 % e o setor agropecuário representa 1,6 %. Entre os setores que mais contribuíram para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, destacam-se o de Transportes (56% em 2005), sendo que o segmento Rodoviário foi responsável por 81% das emissões totais do transporte. O Setor Industrial contribuiu com outros 29% destas emissões. O Subsetor Industrial que mais contribuiu para as emissões de CO<sub>2</sub> foi o de ferro gusa e aço, com 34% devidas ao consumo energético pela indústria (Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo - 1990 a 2008, 2011).

A Legislação da cidade de São Paulo ( lei municipal nº 14.933 de Junho de 2009- Política Municipal de Mudança do Clima – SP) apresenta uma meta a ser cumprida em um prazo relativamente curto de apenas 3 anos. Nela é prevista a redução de 30% das emissões de CO2 equivalente até o ano de 2012. A gestão dos fundos é feita pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente e de Serviços que se recorre a recursos do Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA), de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

No geral, nestas políticas, não existe menção a sanções fiscais ou qualquer medida punitiva. O fomento às atividades sustentáveis, o mercado de redução de emissões, as linhas de crédito e os financiamentos específicos estimulam diretamente os agentes econômicos à redução das emissões. Com relação ao setor energético verifica-se sinergia quanto às estratégias: Eficiência energética; aumento na participação dos biocombustíveis na matriz de transportes; manutenção da participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica.

Desta forma é evidente a abertura que existe na política de mudanças climáticas para energias renováveis assim como a bioenergia. Cabe então destacar a relevância do potencial da política de Reposição Florestal, que atualmente figura como instrumento regulador da produção de biomassa florestal.

O Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4771, de 15/09/65, estabelece a reposição florestal obrigatória (RFO) para todos os consumidores de produtos de origem florestal. Este mecanismo legal apresentou por muito tempo dificuldades de aplicação prática (BRASIL, 1999; LIMA e BAJAY, 2000), entretanto, após 2008 encontra-se regulamentado para o Estado de São Paulo e apresenta-se em uma interessante conformação para o fomento de biomassa florestal para energia.

#### **1.4 Justificativa**

A madeira foi o primeiro combustível energético descoberto pela humanidade e até os dias de hoje é amplamente utilizada. Existem atividades em que o seu uso é

essencial, existem atividades em que seu uso é preferível e existem atividades em que seu uso é totalmente aceitável. Uma questão de uso final e demanda de energia garante um permanente nicho estratégico para a madeira como fonte de energia.

O uso da madeira para energia representa a delicada relação que existe entre economia, energia e meio ambiente. Usada de forma adequada, a madeira pode ser o elo entre opção energética, conservação florestal e redução de emissões.

A política de Reposição Florestal Obrigatória, em vigor no Estado de São Paulo desde 2008, prevê que a madeira consumida seja reposta e desta forma agrega os conceitos de sustentabilidade na cadeia de produção.

### **1.5 Objetivo geral**

Destacar o potencial energético da biomassa florestal por meio da política de reposição florestal no cenário de mudanças climáticas.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Levantar o atual cenário da política de reposição florestal obrigatória na cidade de Piracicaba.
- Definir um sistema de produção de lenha dentro da política de reposição florestal obrigatória.
- Quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes de cada etapa do ciclo de vida da lenha de reposição florestal obrigatória.

## 2 REPOSIÇÃO FLORESTAL OBRIGATÓRIA

### 2.1 Caminhos da reposição florestal

O termo reposição florestal é o ato de repor uma floresta consumida e expressa diretamente o vínculo oferta/demanda. Existe uma Política de Reposição Florestal em âmbito federal e estadual (SP) e para entendê-la é necessário abordar os principais pontos do caminho percorrido ao longo do contexto histórico e legislativo.

A carta de Pero Vaz de Caminha escrita em abril de 1500 a EL Rey D. Manoel foi o primeiro documento oficial registrado em terras brasileiras. E já nesse primeiro relato é dada grande importância para as florestas brasileiras (FILGUEIRAS; PEIXOTO, 2002). No seu primeiro contato com a terra descoberta, os portugueses já tomaram conhecimento do pau-brasil. Em decorrência à exploração exagerada a coroa portuguesa criou a guarda florestal e a pena de morte para a quem fizesse a extração ilegal (DEAN, 1997).

Passando pelo extrativismo de pau-brasil, pela indústria de açúcar, pela mineração, pela cafeicultura e a revolução industrial com as máquinas a vapor a economia brasileira esteve vinculada essencialmente ao uso de lenha. O aumento da população e bem como o aumento da renda *per capita* também destaca-se como fator que aumentou a demanda por este energético. Estimativas recentes sugerem que as famílias rurais consumiam anualmente pelo menos uma tonelada de lenha *per capita* (DEAN, 1997).

Segundo Sabbag (2011) a primeira manifestação legislativa que demonstra a preocupação com o uso das florestas data de 1906, quando foi incluído um apêndice focado na conservação. O Instituto Nacional do Pinho, em 1941, foi onde primeiro surgiu a proposta de reposição da floresta de rendimento em proporções determinadas com a mesma espécie abatida. O instituto figurava como órgão apto a realizar a reposição por meio do recolhimento de um valor correspondente para realizar programas de cooperação com proprietários de propriedades rurais (fomento florestal), e as despesas com as mudas não seriam cobradas.

Em 1965 com o Código Florestal a reposição florestal é melhor detalhada. São três artigos que fazem a abordagem (19, 20 e 21) e no entanto são criadas uma série de normas que evoluem para viabilizar a prática. O conceito de reposição via consumidor surge em 1969 (Portaria nº 784/69). Antes disso caía sobre o produtor a obrigação de repor a floresta. Mas a obrigação de repor fica só por conta da exploração de nativas, exóticas passam a ser isentas.

Em 1975 (Portaria nº 10 de 20/06/1975) o IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) criado em 1967 (mesmo ano de extinção do INP), passa a figurar como órgão regulador dos registros de reposição para onde os valores recolhidos eram destinados no chamado Fundo de Reposição Florestal.

Em 1977 através da Normativa DC nº 23 (10/01/1977) pequenos e médios consumidores como padarias, olarias, cerâmicas e similares são incluídos na reposição também. Este fato consolida a importância da reposição florestal para a biomassa florestal energética. Segundo Sabbbag (2011) essa normativa teve base na Portaria nº 934 de 30-12-76 do Ministério da Agricultura e do Ministério de Minas e Energia. A reposição florestal também é tratada na Política Nacional do Meio Ambiente (lei no 6.938) intitulada em 1981. que também trata da Reposição Florestal.

Em 1989 a portaria nº 710/89-P (19/09/1989) cria a figura das Associações de Reposição Florestal (ARF). As ARF são organizações civis sem fins lucrativos que, no contexto da Reposição Florestal, constituem-se nos agentes credenciados, responsáveis pela operacionalização de todas as etapas deste Programa. Ou seja, estão autorizadas a realizarem a reposição florestal obrigatória em nome dos consumidores florestais associados. Para tanto, desenvolvem a produção das mudas, extensão florestal e educação ambiental. Tornam-se assim, o elo entre os consumidores de produto florestal e os produtores rurais, articulando o ciclo de produção e consumo da matéria florestal.

Embora esta atividade tenha sido legalizada em 1989, algumas ARFs foram criadas antes dessa data (FARESP, 2011). Com a regulamentação do papel desempenhado pelas Associações de Reposição Florestal (ARF), esse modelo assume

uma crescente representatividade no cenário de Reposição Florestal e rapidamente ganha expansão pelo Estado de São Paulo.

Em 1997, é aprovada a lei Estadual no 9.509, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente (SÃO PAULO, 1997). Em 2001, é aprovada a lei estadual nº 10.780 que dispõe sobre a Reposição Florestal no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2001), que em 2008 é regulamentada pelo decreto no 52.762 e implementada pela resolução SMA – 082 (SÃO PAULO, 2008).

Assim se apresenta o contexto legal atual de reposição florestal obrigatória no qual todo consumidor de produto ou sub-produto florestal está obrigado a participar do Programa de Reposição Florestal que no Estado de São Paulo, compreende o Programa Madeira Legal, fruto do projeto ambiental estratégico São Paulo Amigo da Amazônia cujo objetivo principal é diminuir o consumo da madeira ilegal no Estado promovendo o consumo responsável desta matéria-prima.

## **2.2 Dinâmica de reposição florestal obrigatória no Estado de São Paulo**

Todo consumidor final de produto ou subproduto de madeira está obrigado a cadastrar-se no programa de reposição, desde que seu consumo não seja para fins domésticos, trabalhos artesanais ou apicultura. O cadastro é realizado através do sistema eletrônico de controle da Reposição Florestal, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo definido como Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM). Por meio do endereço eletrônico <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/> o cadastro pode ser realizado em qualquer período do ano, deve ser renovado anualmente sempre referente ao ano subsequente. Os consumidores regularmente cadastrados recebem um certificado do programa madeira legal. Após realizado o cadastro, os consumidores declaram-se entre isentos de repor a madeira consumida ou obrigados a repor a madeira consumida.

Os consumidores que comprovarem os requisitos dispostos abaixo estão isentos da reposição:



- resíduos provenientes de atividade industrial madeireira (costaneiras, aparas, cavacos, briquetes e similares), desde que o fornecedor esteja em dia com a reposição florestal equivalente ao consumo da matéria-prima que deu origem ao resíduo fornecido, conforme definido em resolução a ser expedida pelo Secretário do Meio Ambiente;
- matéria-prima florestal própria, beneficiada dentro da propriedade;
- matéria-prima florestal proveniente de área submetida a plano de manejo de rendimento sustentado devidamente aprovado pelo órgão ambiental competente;
- material lenhoso proveniente de culturas agrícolas.

Após enquadrar-se nas opções acima o consumidor deverá solicitar ao órgão competente da Secretaria do Meio Ambiente isenção da obrigatoriedade de cumprimento da RFO, comprovando a condição que alegar. Os consumidores que não se incluem nas categorias descritas acima são classificados em pequeno médio e grande consumidores e estão obrigados a fazer a reposição.

São considerados pequenos consumidores aqueles cujo consumo é igual ou menor que 20.000 st lenha/ano. São considerados médios consumidores aqueles que consomem entre 20.000 e 100.000 st lenha/ano. Os grandes consumidores são aqueles que consomem acima de 100.000 st lenha/ano. Para converter o consumo em árvores a serem plantadas a legislação propõe a seguinte relação:

- Para cada m<sup>3</sup> consumido de lenha, é obrigatória a reposição de 5 árvores.
- Para cada m<sup>3</sup> consumido de madeira em tora, é obrigatória a reposição de 6 árvores.
- Para cada m<sup>3</sup> produzido de carvão de exóticas, é obrigatória a reposição de 10 árvores.
- Para cada m<sup>3</sup> produzido de carvão de nativas, é obrigatória a reposição de 15 árvores.

Os pequenos e médios consumidores de produtos e subprodutos florestais podem optar pelas seguintes modalidades de RFO obrigatória:

- Plantio com recursos próprios em novas áreas, em terras próprias ou pertencentes a terceiros, para suprimento das necessidades do empreendimento, por meio de projetos técnicos aprovados pelo órgão competente da Secretaria do Meio Ambiente. No caso de recuperação de áreas de preservação permanente ou de reserva legal o plantio deverá ser efetuado em terras próprias;
- Recolhimento do valor-árvore a uma associação de reposição florestal, credenciada pelo órgão competente da Secretaria do Meio Ambiente, que deverá executar a reposição florestal.

O consumidor que optar pelo plantio com recursos próprios deverá apresentar ao SMA o projeto técnico de plantio de novas áreas, com reflorestamento de espécies exóticas e/ou nativas, elaborado por profissional habilitado, devidamente registrado no Conselho fiscalizador do exercício da profissão. Desta forma o consumidor terá o direito de receber o certificado de Reposição Florestal da SMA com o selo Madeira Legal (figura 6).

Caso o consumidor opte por fazer reposição via ARF, o sistema configura-se da seguinte maneira:

O consumidor cadastra-se no SIGAM, escolhe a ARF a qual pretende recorrer e auto-declara o volume consumido de produto e sub-produto florestal. Para o cadastro é necessário pagar uma taxa de inscrição. A ARF escolhida emite uma guia de recolhimento com o valor referente ao declarado. O recolhimento do valor da reposição florestal deverá ser feito, preferencialmente, em nome de associação de reposição florestal credenciada para atuação na mesma região de atividade do consumidor. Após efetuar o pagamento da guia o consumidor tem o direito de receber o certificado de Reposição Florestal da SMA com o selo Madeira Legal (figura 6). Este processo deve repetir-se anualmente.

Dessa forma, o consumidor repassa para a ARF o compromisso de repor a floresta consumida. A ARF é obrigada a fornecer as mudas sem qualquer custo aos



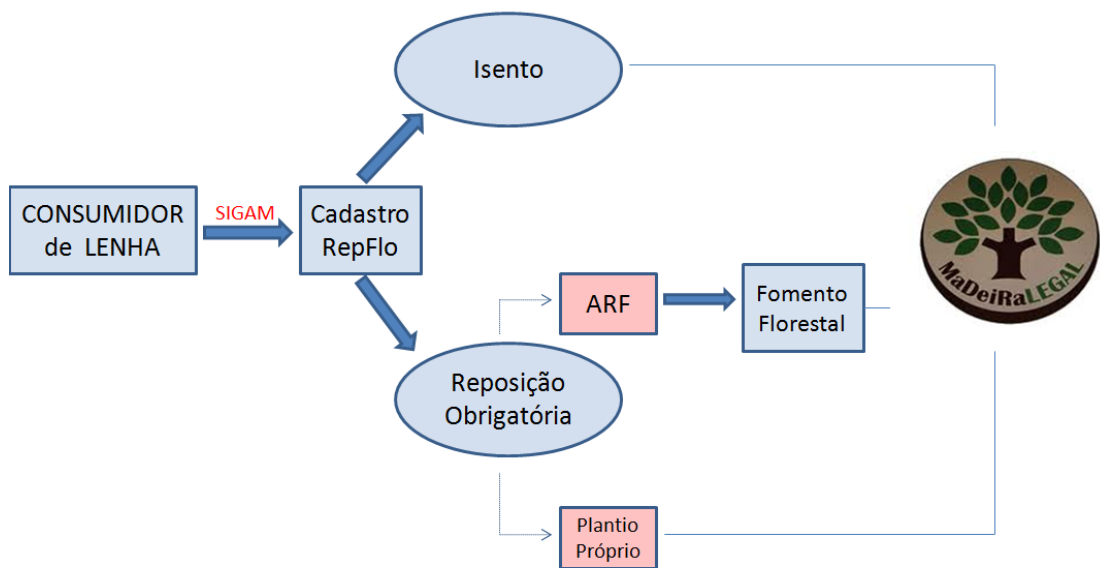


Figura 7- Mecanismo regulatório de produção de lenha segundo RFO – SP (elaboração própria)

## 2.3 Reposição florestal obrigatória: Estudo de caso Piracicaba

### 2.3.1 Objetivo

- Levantar o atual cenário da política de reposição florestal obrigatória na cidade de Piracicaba

### 2.3.2 Método

O método utilizado consistiu em uma análise exploratória descritiva. Para entender a realidade da Política de Reposição Florestal obrigatória foi feito inicialmente um contato com os atores envolvidos. Houve contato com 3 ARFs, 4 consumidores finais de madeira, com 4 produtores e com a Secretaria do Meio Ambiente – SMA, o órgão regulador da política. Esse contato ocorreu entre agosto de 2010 e fevereiro de 2011, por telefone no caso dos produtores e pessoalmente com relação aos outros. Houve inclusive uma participação na reunião da FARESP com representantes das

ARFs, IBAMA, MMA e SMA no dia 23/08/10 às 14 horas. Este contato teve a proposta de identificar um parâmetro ideal de abordagem das análises. No caso as únicas informações oficiais que foram reveladas consistem nos registros de RFO cadastrados no SIGAM em 2010 (SIGAM/2010) referentes à reposição do ano de 2009 (de acordo com a legislação o consumo declarado deve ser referente ao ano anterior - vencido). O eixo de análise deste estudo é a cidade de Piracicaba, entretanto foi possível obter dados de municípios vizinhos que foram utilizados para enriquecer as análises. Os municípios estudados foram: Piracicaba, Charqueada, Limeira, Conchas, Rio Claro, Laranjal Paulista e Rio das Pedras. Os registros do SIGAM foram contextualizados inicialmente sob uma abordagem inter-municipal e posteriormente focado em Piracicaba. De maneira que pudessem retratar na prática o papel da política e apontar possíveis gargalos.

### **2.3.3 Resultados e discussão**

#### **2.3.3.1 Reposição florestal obrigatória: abordagem inter-municipal**

Foi constatado que no momento não existe Associação de Reposição Florestal cadastrada nos municípios estudados. A associação por meio da qual foi feito o registro localiza-se no município de Pedreira.

O contato com os atores envolvidos na questão revelou uma inter-relação complexa entre os interesses de cada um deles. Substancialmente a forma de lidar com o tema RFO ainda é uma novidade para todos. Este fato posiciona os dados do SIGAM/2010 como fonte elementar para o entendimento da dinâmica de RFO em Piracicaba.

Os números do SIGAM indicam o volume de madeira cadastrado na Reposição Florestal incluindo o volume isento de reposição, a origem da matéria-prima consumida e as respectivas atividades industriais responsáveis pelo consumo. A figura abaixo mostra a localização geográfica das cidades em destaque neste trabalho.



- Produção de carvão vegetal - florestas plantadas
- Outros usos (Extração de outros minerais não-metálicos não especificados anteriormente)

Nas categorias descritas, apenas “Serrarias com desdobramento de madeira” não computa o uso da madeira para energia e seu consumo representa somente 0,43% de um total de 117.557 m<sup>3</sup> cadastrados no SIGAM/2010.

A atividade Indústria/Cerâmica foi a que mais registrou consumo de biomassa florestal, seguido por Indústria/Alimentos e fabricação de papel (figura 9).

A indústria de cerâmica brasileira de fato está em plena expansão, hoje corresponde a 1% do PIB do país, apresentando uma estrutura produtiva composta por diversos segmentos obtendo um faturamento na ordem de US\$ 4,2 bilhões (CASTRO; PACHECO, 2005). Ao longo do país distribui-se de forma não padronizada, pois a atividade se estrutura em micro e pequenas empresas, muitas vezes até em organizações familiares (ARAGÃO et al., 2008). O segmento de cerâmica encontrado na região baseia-se principalmente na produção de cerâmica estrutural vermelha, ou seja, produção de tijolos furados, tijolos maciços e telhas que vão abastecer diretamente o mercado da construção civil. De acordo com Câmara Brasileira de Indústria e Construção Civil (CBIC, 2011) para o setor de construção civil é esperado um crescimento de 6% ainda este ano, um índice maior que esperado para o PIB nacional. Segundo Mello e Amorin (2009) o setor da construção civil passa por transformações, saindo de um período com pouco investimento para um período com grandes obras em andamento, com uma demanda crescente de novas obras e com fortes investimentos imobiliários por conta também da retomada de investimentos públicos, tais como o projeto do Governo Federal “Minha Casa Minha Vida” que fomenta a construção de casas, além do que os financiamentos no setor imobiliário tiveram crescimento de 430% no período de 2000/2007.

A indústria de alimentos (Indústria/Alimentos) nos registros do SIGAM/2010 é composta por “abate de aves”, “fabricação de biscoitos e bolachas”, “fabricação de água ardente de cana-de-açúcar”, “fabricação de alimentos para animais” e “fabricação de água ardente de cana-de-açúcar”. A lenha de floresta plantada foi a matéria-prima utilizada nestas atividades.

A atividade “abate de aves” necessita de fontes energéticas para geração de vapor, para secagem de cereais e cama de aviários. No caso analisado essa demanda energética é preenchida por lenha de floresta plantada. Na fabricação de biscoitos e bolachas, esses produtos são assados em fornos estáticos com aquecimento a lenha, tendo como desvantagem a falta do controle de temperatura em relação a fornos abastecidos por gás natural (GLP), óleo Diesel ou eletricidade. Porém a lenha é a opção de maior preferência, pois apresenta um custo inferior aos demais combustíveis (AZEVEDO, 2007). Na fabricação de água ardente, a lenha também é a preferência energética embora haja recomendações do MMA para a substituição dessa matriz pelo risco ambiental representado caso esta seja proveniente de matas nativas. A lenha é queimada no alambique onde pode ser substituída facilmente por bagaço da cana (MARGARIDO et al., 2009).

A figura 9 distribui esse volume de madeira energética entre as atividades de consumo de acordo com os dados do SIGAM/2010.

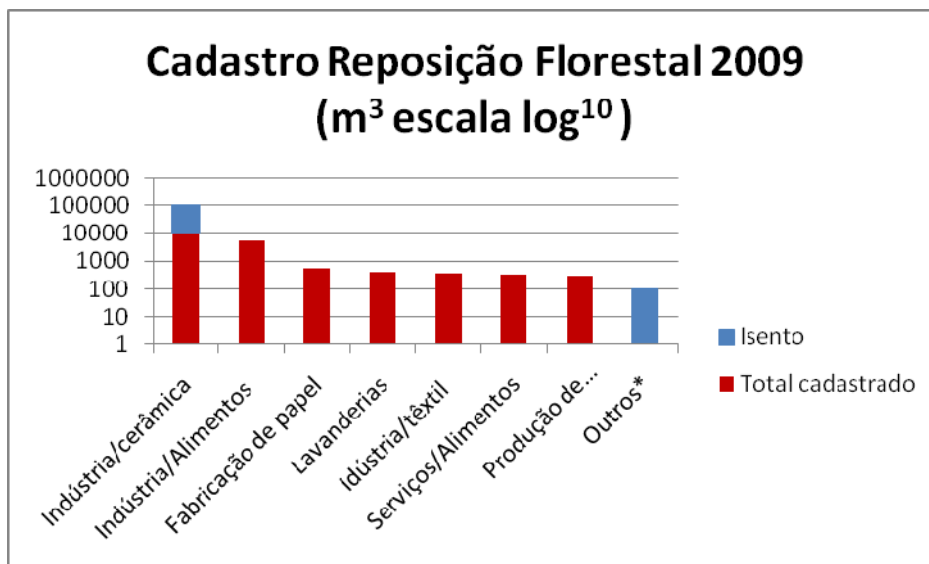


Figura 9 – Cadastro de Reposição Florestal madeira para energia SIGAM 2010 (elaboração própria)

A figura 9 destaca, também, em azul o volume de biomassa florestal que foi declarado como matéria-prima isenta (não obriga a reposição segunda a legislação). Que nesse caso consiste em: resíduo provenientes de atividade industrial madeireira e



material lenhoso proveniente de cultura agrícola que neste trabalho é definida como resíduo lignocelulósico.

As análises revelam que da biomassa florestal queimada nos fornos das cerâmicas 89,72% foi referente a resíduos lignocelulósicos. A tabela 1 abaixo a organiza a bioenergia florestal registrada no SIGAM/2010 independente da atividade de consumo.

Tabela 1 - Bioenergia florestal RFO 2009 (m3)

Resíduo lignocelulósico	96009
Lenha	20854
Carvão Vegetal	56

Fonte: elaboração própria

De acordo com a tabela 1 é possível identificar que os resíduos lignocelulósicos representam 82,01% da biomassa florestal consumida para fins energéticos nas cidades em questão. É provável que a isenção da reposição seja um fator que define a opção do consumidor.

Entretanto, o consumo de resíduos florestais pode não ser a opção energética mais adequada pois quando não se utiliza madeira específica para fins energéticos podem ocorrer desvantagens por conta da não padronização do calorífico (GRAUER, 2001). Outra questão relevante ao uso desses resíduos consiste na falta de procedência. Em geral, não existe garantia de que a biomassa adquirida pelo consumidor é proveniente de floresta plantada (AZEVEDO et al., 2007; ARAGÃO et al., 2008). Sendo assim existe grande risco deste consumo contribuir com a aumento do desmatamento de matas nativas.

São destacados dois pontos relevantes: *primeiro* o consumo de resíduos dentro da RFO pode representar riscos ambientais além de baixa eficiência energética, *segundo* pode estar havendo falhas na política de RFO. Por mais que a atividade da indústria de cerâmicas esteja em forte expansão não justifica a discrepância com relação as outras atividades. O volume desses registros representa 90,87% em relação aos outros consumos e praticamente não existiram registros de atividades importantes e essenciais como exemplo do setor de serviços/alimentos que engloba padarias,

pizzarias e afins que registrou apenas 100 m<sup>3</sup> ao longo do ano para uma região composta por 7 municípios e um total de 912.971 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010)

### 2.3.3.2 Reposição florestal obrigatória: Piracicaba

Em Piracicaba o cadastro da Reposição Florestal registrou que as únicas atividades são: 1) fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção (exceto azulejos e pisos); 2) fabricação de papel e 3) extração de outros minerais não-metálicos. Com relação à matéria-prima referente a essas atividades, foram registrados: lenha de floresta plantada para as atividades 1 e 3; e material lenhoso proveniente de culturas agrícolas para as atividades 1 e 2. Essa biomassa, de acordo com o órgão regulador, é destinada à abastecer fornos e/ou caldeiras para gerar energia e sustentar os variados processos industriais das atividades descritas.

No município de Piracicaba algumas atividades que reconhecidamente utilizam-se de madeira para de energia, tais como pizzarias, padarias e outros não foram registradas no SIGAM.

A tabela 2 destaca o volume da biomassa florestal registrada em Piracicaba com relação ao consumo das outras cidades.

Tabela 2 - Consumo Cadastrado na Reposição Florestal 2009

<b>Cidades</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Laranjal Paulista	102.346
Rio Claro	9.314
Conchas	1.520
Piracicaba	1.320
Rio das Pedras	1200
Charqueada	955
Limeira	902

Fonte: Elaboração própria através de dados do SIGAM.

Em Piracicaba o consumo de lenha representou 77, 48 % do total de biomassa florestal registrado na cidade. Segundo dados do IBGE (2009), a cidade de Piracicaba registrou produção de 53.021 m<sup>3</sup> de lenha como pode ser visualizado na tabela 2 abaixo:

Tabela 3 - Produção Florestal Piracicaba 2009 (m<sup>3</sup>)

Lenha	53.021
Papel e Celulose (Tora)	55.153
Outros (Tora)	10.000

Fonte: Adaptado de IBGE, 2009.

Confrontando o volume consumido declarado no SIGAM/2010 com o volume produzido de lenha (ambos os dados são referentes ao ano de 2009) tem-se que o declarado representou apenas 1,92 % do total de lenha produzida na cidade.

As atividades industriais que consomem lenha encontradas nos registros do sistema de RFO foram: Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção (exceto azulejos e pisos); Fabricação de papel; Extração de outros minerais não-metálicos.

Machado (2010) aponta que uma empresa de fabricação de cerâmica consome em média 5.633,33 m<sup>3</sup>/ano de lenha. O consumo médio de lenha de uma empresa de papel e celulose é de aproximadamente 6.942 m<sup>3</sup>/ano (VILAS BOAS, 1980). Não foi possível encontrar informações relevantes sobre o consumo de lenha na indústria de “Extração de outros Minerais não-metálicos”. Piracicaba é uma cidade com 364.571 habitantes (IBGE, 2010), fato que leva a crer que os dados da RFO não estão de acordo com a realidade da cidade. Entretanto, para construir esse referencial de demanda, é compreensível incluir também a atividade de “restaurantes e similares”, mesmo não havendo registro encontrado para a mesma no município, já que é uma atividade praticamente essencial em qualquer município. Segundo Barroso (2008), uma pizzaria consome em média 31,85 t/ano de lenha. Considerando que 1 m<sup>3</sup> de lenha pesa 600 kg (AMBIENTE BRASIL, 2004 apud GALDIANO, 2006) tem-se que uma pizzaria consome em média 93,33 m<sup>3</sup>/ano.

A figura 10 apresenta a relação ente os atores e o mecanismo de regulação:

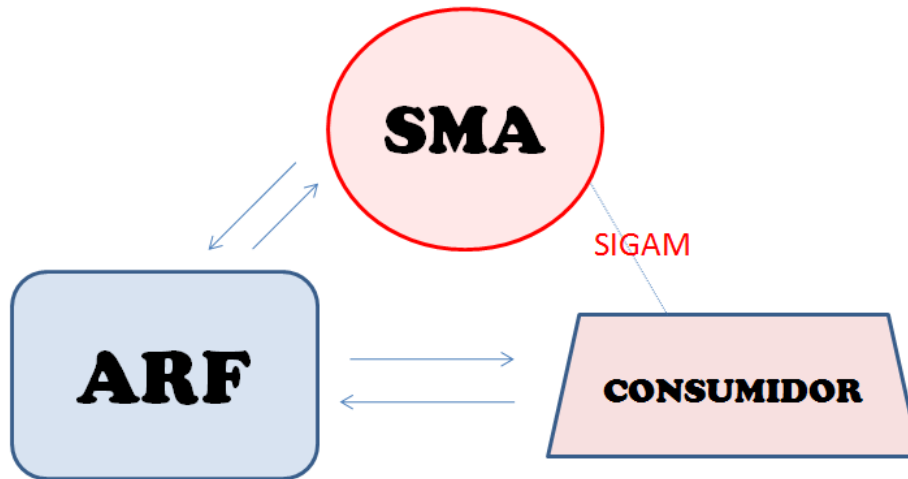


Figura 10 – inter-relação mecanismo de regulação RFO – SP (elaboração própria)

#### 2.3.4 Considerações finais

A RFO é um instrumento regulatório principalmente de biomassa florestal para energia. Os resíduos lignocelulósicos devem ser repensados quanto a sua participação não política, pois a isenção pode favorecer o consumo ao passo que este energético pode apresentar desvantagens ambientais e energéticas.

Em Piracicaba o consumo registrado correspondeu inteiramente ao uso de biomassa florestal para energia. O consumo de lenha em Piracicaba registrado no SIGAM/2010 equivale apenas a 1,92% do total de lenha produzida em Piracicaba no mesmo ano. Este fato revela um cenário de incertezas e falta de planejamento da biomassa florestal energética.

A discrepância entre os números de oferta e demanda quando comparados entre as cidades e a falta de determinados registros essenciais sugere que as estruturas legais da RFO devem ser revistas.



### 3 LENHA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL: UM VETOR ESTRATÉGICO

#### 3.1 Produção florestal e bioenergia

O Brasil é um país florestal com aproximadamente 524 milhões de hectares (61,5% do seu território) de florestas naturais e plantadas – o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia (ABRAF, 2009).

Tabela 4 - Áreas de Floresta no Brasil (2008)

<b>Tipo de Floresta</b>	<b>Área total</b>	<b>% das Florestas</b>	<b>% Área do Brasil</b>
Naturais	517.088.567	98,7	60,7
Plantadas	6.615.288	1,3	0,8
<b>Total</b>	<b>523.703.855</b>	<b>100</b>	<b>61,5</b>

Fonte: ABRAF (2009).

O país possui cerca de 6,3 milhões de hectares de florestas plantadas, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 93% do total. Isto corresponde a apenas 0,8% da área do país e 1,3% do total das florestas (ABRAF. 2009).

Tabela 5 - Composição das Florestas Plantadas no Brasil (2008)

<b>Espécie</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Área</b>	<b>%</b>
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> SSP	4.259.000	64,38
Pinus	<i>Pinus</i> SSP	1.868.000	28,24
Acácia	<i>Acacia mearnsii/angium</i>	181.780	2,75
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	149.104	2,25
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i>	80.177	1,21
Teca	<i>Tectona grandis</i>	58.813	0,89
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	12.525	0,19
Populus	<i>Populus</i> SSP	4.022	0,06
Outras		1.867	0,03
<b>Total</b>		<b>6.615.288</b>	<b>100</b>

Fonte: ABRAF (2009).

As atividades florestais no Brasil geram mais de 2 milhões de empregos, contribuindo com mais de 20 bilhões de dólares para o PIB, exportando mais de US\$ 4

bilhões (8% do agronegócio) e contribuindo com 3 bilhões de dólares em impostos por ano, arrecadados de 60.000 empresas (ABIB, 2011).

Os estados que se destacam na produtividade florestal são representados na tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Maiores produtores de floresta (2008)

<b>Estado</b>	<b>Eucalipto</b>	<b>Pinus</b>	<b>Total (ha)</b>
Minas Gerais	1.278.212	145.000	1.423.212
São Paulo	934.360	207.840	1.142.200
Paraná	142.434	714.893	857.327
S. Catarina	77.436	551.219	628.655
Bahia	587.606	35.090	622.696

Fonte: ABRAF (2009).

A Cadeia Produtiva da madeira está dividida em dois grandes grupos, segundo a destinação dos produtos: indústria de base florestal e produção de madeira para fins energéticos. Integram o setor industrial de base florestal, os subsetores de serrados, painéis e polpas, como celulose e papel, móveis e outros (figura 11).

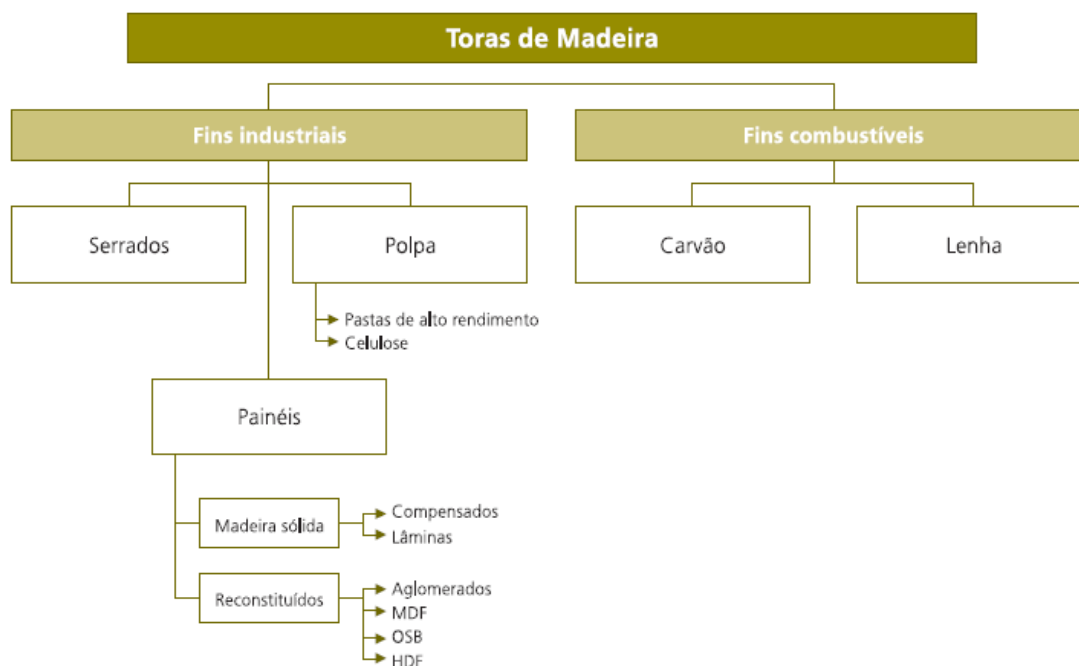


Figura 11 - Cadeia produtiva da madeira, BNDES apud BRASIL 2007

A biomassa florestal é uma importante fonte de energia há milhões de anos desde a descoberta do fogo pelo homem. Para o Brasil, a madeira contribui com a oferta energética estratégica, pois permite um planejamento seguro entre oferta e demanda, diminui a dependência externa de outros energéticos e adéqua-se expressivamente aos conceitos de sustentabilidade.

Nos últimos dez anos, a lenha, ocupou uma parcela significativa na matriz energética nacional, conforme aparece na tabela 7

Tabela 7 - Produção de energia primária Brasil (%) - 2009

FONTES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
NÃO RENOVÁVEL	52,0	53,4	55,0	53,1	52,2	52,7	52,6	51,5	51,6	53,2
PETRÓLEO	41,6	42,7	43,1	42,1	40,3	42,0	42,1	40,7	39,7	41,9
GÁS NATURAL	8,6	8,9	8,8	8,5	8,9	8,8	8,3	8,1	9,0	8,7
CARVÃO VAPOR	1,7	1,4	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	0,9
CARVÃO METALÚRGICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
URÂNIO (U3O8)	0,1	0,4	1,9	1,5	1,9	0,7	1,1	1,6	1,7	1,7
RENOVÁVEL	48,0	46,6	45,0	46,9	47,8	47,3	47,4	48,5	48,4	46,8
ENERGIA HIDRÁULICA	17,1	14,7	14,1	14,3	14,5	14,5	14,2	14,4	13,4	13,9
LENHA	15,0	14,3	13,6	14,1	14,8	14,2	13,5	12,8	12,4	10,2
PRODUTOS DA CANA	13,0	14,6	14,5	15,4	15,4	15,5	16,6	18,2	19,0	18,8
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,9	3,0	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2	3,0	3,6	3,8
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0

Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN, 2010)

### 3.2 Madeira e energia

Inicialmente utilizada para aquecimento e cocção de alimentos, a madeira, ao longo dos tempos passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso em processos para geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007).



Os produtos energéticos derivados da madeira são absorvidos em todos os setores na economia do país. A figura 12 abaixo representa os produtos florestais energéticos tradicionais.

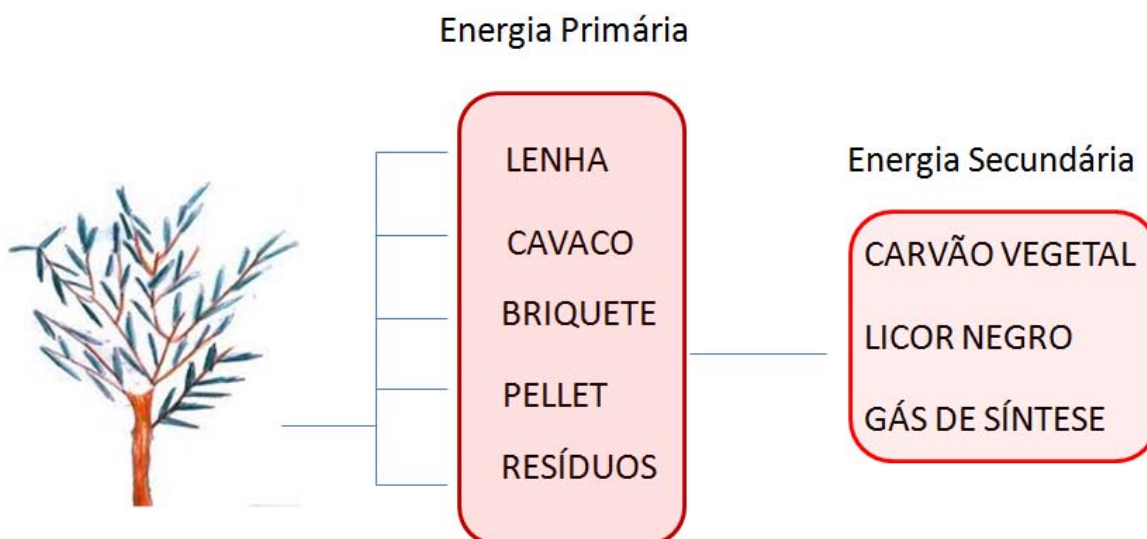


Figura 12 – Produtos florestais energéticos tradicionais (elaboração própria)

Sobre a lenha é possível obter maiores detalhes estatísticos, por ser a biomassa florestal mais tradicionalmente utilizada. A tabela 8 mostra a porcentagem do consumo de lenha de acordo com os setores.

Tabela 8 - Consumo de Lenha por Setor – 2009

Transformação	32,60%
Residencial	30,60%
Industrial	26,70%
Agropecuário	9,80%
Comercial	0,30%

Fonte: BEN (2010)

A tabela acima retrata a representatividade de cada setor no consumo de lenha, o consumo destacado por transformação está relacionado à transformação de lenha em

carvão vegetal ou energia elétrica, ou seja, a transformação de uma fonte energética em uma ou mais fontes secundárias. E se destaca de forma esmagadora a produção de carvão vegetal principalmente em decorrência da demanda existente pelo produto junto ao setor siderúrgico.

O Brasil é o maior produtor mundial de aço produzido com o emprego do carvão vegetal para fins de redução do minério de ferro. O uso de carvão vegetal proveniente de madeira de florestas plantadas vem apresentando um franco crescimento. Em 1990, esse valor era de apenas 30%, atualmente ele já representa mais de 70% do volume consumido (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA, 2004 apud BRITO, 2007).

Ainda sobre a tabela 8, dentro do consumo energético do setor residencial a lenha representa 32,4%, enquanto que a eletricidade, 37,7%, e o GLP 26,3%. Do consumo energético no setor agropecuário, a lenha representa 25,5% enquanto que o óleo Diesel 58,3%. No setor industrial a lenha abastece 8,6% do consumo de energia enquanto que a eletricidade 20,9% e o bagaço de cana 21,2%. O consumo de lenha mais expressivo dentro do setor industrial consiste nas indústrias de cerâmica, alimentos e celulose/ papel; com respectivamente 31,7%, 31,1 % e 22,1%. Entretanto, dentro destas mesmas atividades industriais, quando comparada com outras fontes de energia também consumidas no setor, a lenha representa 50,7%, 9,4% e 15,2% (BEN, 2010).

A demanda por produtos florestais movimenta a produção florestal. Sendo assim florestas são plantadas com finalidade de gerar madeira para energia, e estas florestas são chamadas de Florestas Energéticas. O conceito de floresta energética foi introduzido na década de 1980, para definir as plantações florestais com grande número de árvores por hectare e curta rotação, que tinham por finalidade a produção do maior volume de biomassa por área em menor espaço de tempo (MAGALHÃES, 1982).

O gênero *Eucalyptus* - devido a sua plasticidade ambiental, altos índices de produtividade e características energéticas (densidade da madeira e poder calorífico) é o mais utilizado para implantação de florestas para fins energéticos. As principais espécies utilizadas são: *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. urograndis*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. globulus*, *E. maculata*, *E. paniculata*, *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. saligna* e *E. tereticornis* (COUTO; MÜLLER, 2008).

Com finalidade energética a madeira produzida pode ser utilizada para transformação em carvão vegetal ou para queima direta. O objetivo é gerar calor e, para isso, sofre reações físicas e químicas no processo chamado de combustão. A madeira é transformada em calor, produtos químicos e gases. A combustão completa produz vapor d'água e CO<sub>2</sub> juntamente com calor e cinzas não combustíveis. Na combustão incompleta ocorre a formação de CO, hidrocarbonetos e outros gases.

Sobre o processo de combustão da madeira, as informações destacadas a seguir, foram extraídas de trabalho realizado por Brito e Barrichelo (1979):

A primeira fase da combustão aquece a madeira para a evaporação e eliminação da água. É uma energia praticamente perdida.

A segunda fase de combustão inicia-se quando a temperatura atinge aproximadamente 260°C quando a madeira começa a ser quimicamente degradada e materiais voláteis começam a ser vaporizados. Quando a temperatura chega aos 600°C e havendo possibilidades de uma correta e adequada mistura com o ar, estes gases passam a se inflamar. Se a temperatura dos gases voláteis não é mantida ao redor dos 600°C e a quantidade de ar não for suficiente, a combustão não se completa.

A terceira fase de combustão é a da queima do carvão que permanece após a liberação dos gases voláteis. O carvão se queima a temperaturas acima dos 600°C. Finalmente, uma pequena quantidade de cinza permanece após a queima do carvão. Aproximadamente 50 - 60% do calor aproveitável da queima da madeira está nos gases voláteis.

Todas as três fases da combustão da madeira ocorrem ao mesmo tempo. Contudo, as duas primeiras fases ocorrem preferencialmente quando o fogo está se iniciando. No uso direto da madeira em processo de combustão aspectos importantes devem ser levados em conta, principalmente com relação às propriedades físicas e químicas. Destaca-se a composição química elementar, poder calorífico, teor de umidade e densidade.

Existe certa uniformidade entre a composição química elementar da madeira que corresponde a 50,2 % de carbono, 43,4 % de oxigênio, 6,1 % de hidrogênio, 0,2 % de nitrogênio e 0,2 % de cinzas (BRITO; BARRICHELO, 1979).

Uma propriedade significativa do combustível é o seu poder calorífico. O poder calorífico é definido como a quantidade de energia liberada na forma de calor durante a combustão completa da unidade de massa do combustível. No caso de madeira pode-se encontrar valores desde 3.000 kcal/kg até 5.400 kcal/kg. Madeiras mais densas apresentam maior poder calorífico por unidade volumétrica. A resina presente nas espécies florestais tem poder calorífico médio de 9.460 kcal/kg e dessa forma as espécies com altos teores de resinas (coníferas) apresentam poder calorífico maior (BRITO; BARRICHELO, 1979).

O valor quantitativo varia diretamente em função do teor de umidade da biomassa. Por isso define-se Poder Calorífico Inferior (PCI) quando não se considera o calor latente de condensação da umidade dos produtos da combustão. E Poder Calorífico Superior (PCS) quando se considera a energia requerida para evaporar a umidade presente no combustível. Assim, o teor de umidade é variável importante pois influencia no potencial do poder calorífico. Quanto maior a umidade menor o poder calorífico. Taxas de umidade abaixo de 30% são preferíveis.

Jenkins (1990) obteve resultados de 4.780 kcal/kg referente ao poder calorífico de Eucalipto (PCS – base seca). A madeira contém uma quantidade negligenciável de enxofre, não causando poluição do ar com compostos sulfurosos, ao contrário da maioria dos combustíveis de origem fóssil.

A combustão de madeira e resíduos florestais em caldeiras e fornos já é uma prática bem difundida. As caldeiras são utilizadas principalmente para a produção de vapor através do aquecimento de água. Produzem vapor para alimentar máquinas térmicas, autoclaves, cozimento de alimentos, calefação do ambiente entre outras aplicações do calor obtido através de vapor. Geralmente as caldeiras são projetadas prevendo a possibilidade da queima de diferentes combustíveis de biomassa. Nos catálogos de diferentes fabricantes são denominadas caldeiras para queima de combustíveis lignocelulósicos, que inclui a lenha, o bagaço e diversos resíduos agrícolas. Mas também existem projetos específicos de equipamentos para queima de lenha.

Os fornos são equipamentos utilizados para produzir e conservar calor com a finalidade de transmitir esse calor ao produto ou processo desejado. Por princípios

básicos da termodinâmica um corpo quente cede calor a outro mais frio. Os fornos que utilizam biomassa geralmente proporcionam energia térmica ou elétrica para o processo de beneficiamento do produto, principalmente para sua secagem. Assim, são classificados como: Forno de fogo direto quando no processo de secagem se aproveitam os produtos da combustão; Forno de fogo indireto quando, como agente indireto de secagem, se utiliza gás aquecido num trocador de calor a partir dos produtos da combustão.

### **3.3. Lenha de RF e emissões atmosféricas**

Como visto anteriormente a RF no Estado de São Paulo prevê mecanismos que obrigam o fomento de matéria-prima florestal para aqueles responsáveis pelo seu consumo. De um lado, existe a complexidade deste sistema, de outro lado, existem várias formas de se fazer o plantio e a condução de florestas. Por isso, o estudo visa identificar a estrutura da cadeia de produção da lenha de Reposição Florestal obrigatória através da elaboração do inventário do ciclo de vida. De maneira que se possa caracterizar ou não uma contribuição deste sistema com a mitigação dos gases de efeito estufa.

#### **3.3.1 Objetivos**

- Elaborar um Inventário do ciclo de vida da lenha de reposição florestal obrigatória referente a cidade de Piracicaba.
- Analisar o inventário com relação às emissões de CO<sub>2</sub> equivalente

#### **3.3.2 Método**

O estudo foi realizado de acordo com a realidade de RF da cidade de Piracicaba. Entrou-se em contato com as ARF e os produtores para identificar um padrão da cadeia de produção da Lenha de RF. No mês de fevereiro de 2011, foram coletadas todas as

informações relevantes para compor o ciclo de vida da lenha de RF, bem como seus impactos e relevância como recurso energético sustentável dentro do contexto de aquecimento global.

Para a elaboração do inventário foram empregados os métodos de Avaliação do Ciclo de Vida de acordo com a norma ISO 14040 (1997). A Avaliação do Ciclo de Vida é uma das ferramentas mais utilizadas em termos de avaliação dos potenciais impactos ambientais associados à produção de um determinado produto. A capacidade de representar diversos sistemas complexos e simular cenários futuros são marcas sólidas que fundamentam a ferramenta e o seu potencial de análise.

O conceito ciclo de vida de um produto contempla todos os detalhes desde a extração da matéria-prima até a disposição do produto e seu retorno ao meio ambiente. Este conceito conhecido como análise de berço ao túmulo cria um suporte às decisões de gerenciamento de corporações e regulamentações políticas.

A ACV de um produto ou processo consiste na realização de um levantamento quantificado de dados compondo um inventário (um sistema com fronteiras definidas) com todas as entradas de materiais, energia e recursos e com todas as saídas de produtos, subprodutos, emissões e etc. durante todo o ciclo de vida. E consiste também na identificação dos impactos ambientais potenciais ao longo do ciclo de vida e da interpretação dos resultados do estudo.

Um processo de ACV permite subsidiar: a identificação de oportunidades para a melhoria do desempenho ambiental de produtos em diversos pontos de seus ciclos de vida; o nível de informação dos tomadores de decisão na indústria e nas organizações governamentais ou não-governamentais; a seleção de indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição; e o marketing (NBR ISO 14042, 2004).

A profundidade e a abrangência da ACV podem variar consideravelmente, dependendo do objetivo do estudo em particular, mas no geral é desenvolvida em quatro fases (NBR ISO 14040, 2001). A primeira fase consiste no delineamento do escopo da AVC que depende do objetivo e do uso pretendido para o trabalho. A segunda fase consiste na elaboração e análise do inventário do ciclo de vida (ICV). A terceira fase consiste na Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida. A quarta e última fase

do procedimento de ACV consiste na interpretação do ciclo de vida na qual os resultados de um ICV e/ou de uma AICV, ou de ambos, são sumarizados e discutidos como base para conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo.

A viabilidade de um ACV está relacionada à disponibilidade de um banco de dados regionalizado constituído por inventários do ciclo de vida dos insumos empregados caracterizando maior representatividade. A técnica da ACV tem limitações, que devem ser consideradas tanto na elaboração dos estudos quanto no uso dos seus resultados.

A utilização de métodos de ACV justifica-se quando a proposta do estudo é atingir um ou mais dos seguintes objetivos (EPA, 2003 apud GALDIANO 2006):

- Estabelecer uma base de dados sobre o consumo de recursos e os rejeitos gerados pela sistema de produto;
- Identificação de etapas do ciclo de vida de um produto ou processo, de modo que as reduções do consumo de recursos e da geração de rejeitos possam ser alcançadas.
- Comparação dos impactos ambientais, associados a produtos, processos ou atividades, que representam a mesma função.
- Auxílio no desenvolvimento de novos produtos, processos ou atividades, permitindo melhorias em seu desempenho ambiental.

A figura 13 identifica a disposição da ACV.

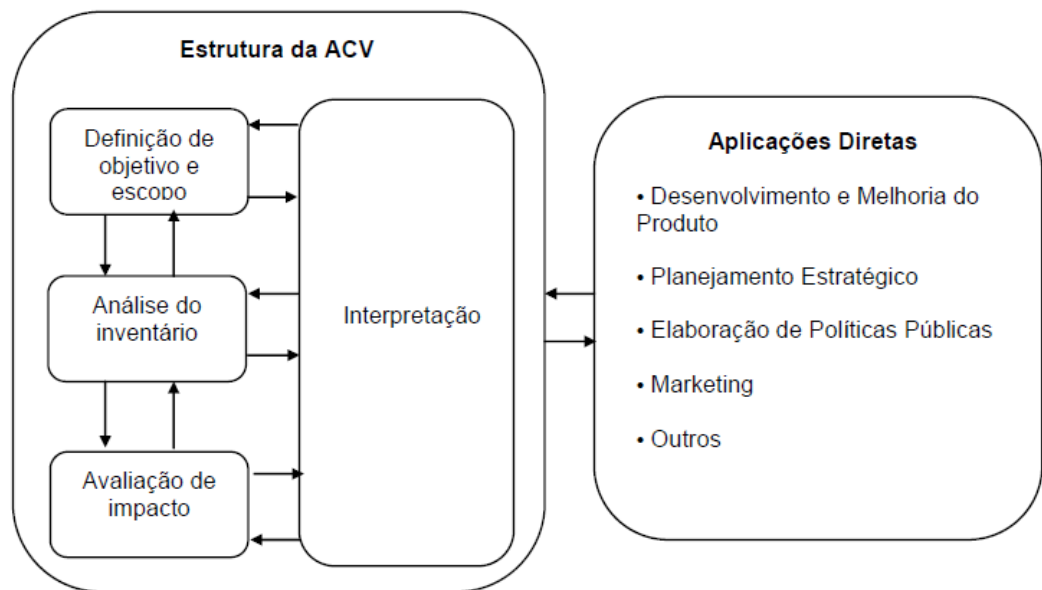


Figura 13 - AVC NBR ISO 14040, 2001

Sendo assim, com o objetivo de entender a contribuição da lenha de RF com a mitigação da mudança climática, este estudo indiretamente estabelece uma base de dados regionalizada sobre o consumo de recursos e rejeitos pelo processo identificado. De maneira que é necessário fazer uso, numa proposta de ACV, apenas até a fase de Análise de Inventário. A importância de se realizar uma ACV completa surge num próximo momento.

. Para cumprir com os objetivos deste trabalho foi utilizado como ferramenta para elaborar o inventário o software Boustead Model V 5.0. Os cálculos de inventário são por natureza, profundamente intensivos, pois inventários necessitam examinar a vasta amplitude das mais diferentes operações industriais que permeiam a cadeia do ciclo de vida para assim descrever mesmo sistema mais simples.

Não faz parte da análise de inventário julgar e valorar as entradas e saídas do sistema. A análise se propõe a quantificar os dados para que estes, numa etapa posterior, possam ser julgados e qualificados. Geralmente, o nível de detalhes a serem incluídos na análise só pode ser definido após um exame crítico de todo o processo.

A figura 14, extraída diretamente do manual de instruções, ilustra a dinâmica do processo de análise no software.



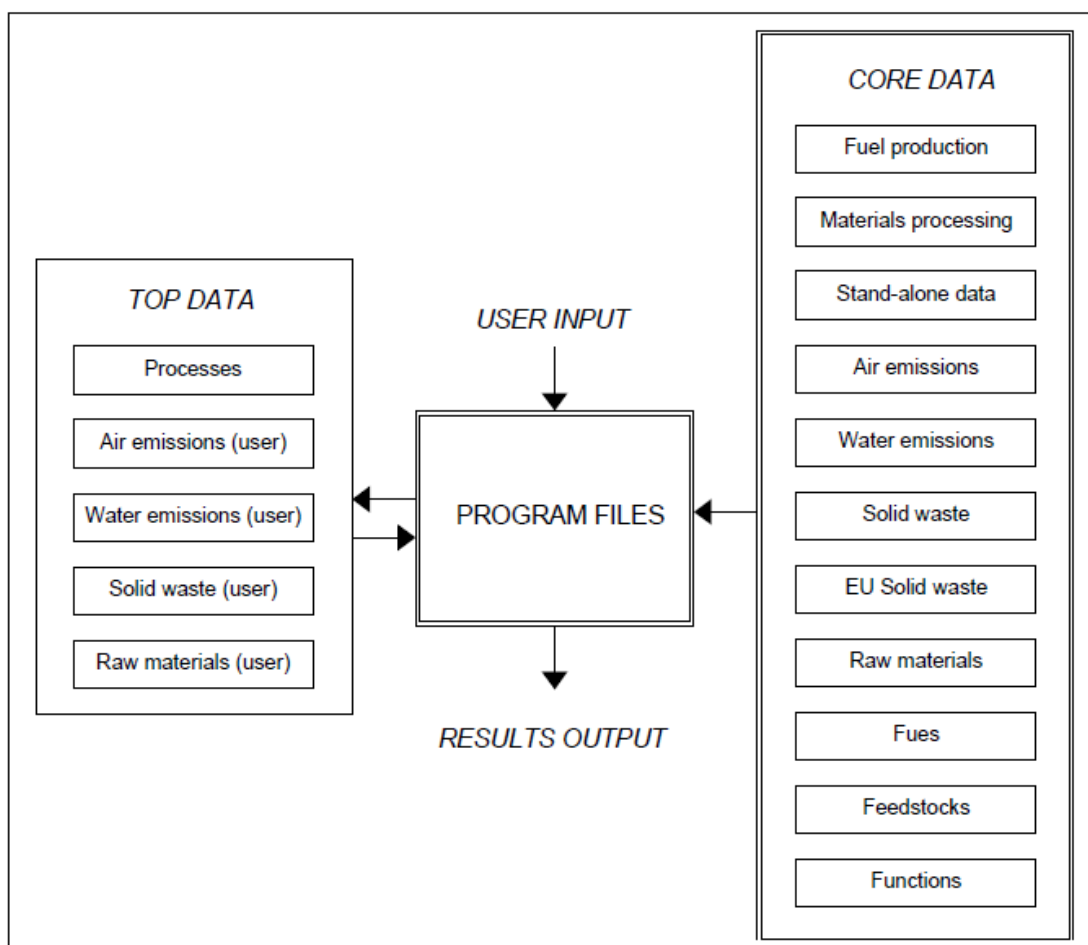


Figura 14 - Modelo da estrutura de análise utilizada pelo software Boustead V 5.0

Para realizar a análise, os dados são divididos em três categorias: “Top Data”, “Program Files” e “Core Data”. Desta maneira, é possível interagir com o banco de dados e modelos de sistemas já criados que possivelmente serão utilizados para compor o ciclo de vida do sistema desejado. É através desta dinâmica que se constrói o ciclo de vida de um sistema específico utilizando o software Boustead V. 5.0.

A coleta de dados, que compõem as entradas e saídas do sistema, foi feita de forma qualitativa e quantitativa. Quando não foi possível obter dados primários optou-se pelo uso de dados secundários, ou seja, de literatura e banco de dados.

Após um mapeamento inicial dos atores envolvidos na questão, foi aplicada uma entrevista visando preencher objetivamente todas as entradas e saídas do sistema

ali representado. Assim a elaboração do inventário segue basicamente as fases dispostas na figura 15 a seguir.

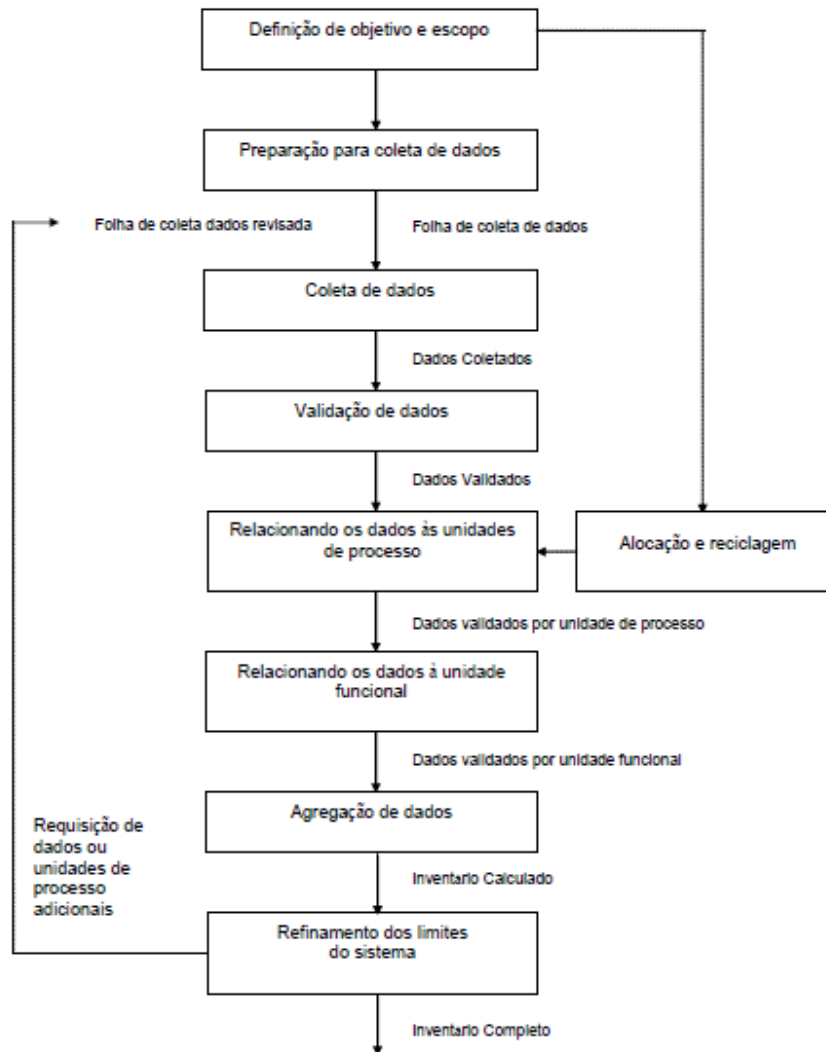


Figura 15 - Procedimento simplificado para análise de inventário (GALDIANO, 2006)

### 3.3.3 Resultados e discussão

Como previsto na NBR ISO 14040 (2001) para elaboração de um inventário de ciclo de vida, após a elaboração dos objetivos, vem a necessidade de se definir o

escopo. O escopo é definido nesta etapa, pois sua elaboração também foi resultado do cenário observado à medida que os dados foram sendo coletados.

O escopo especifica as características de desempenho e a amplitude da fronteiras do sistema em estudo. A seguir, encontram-se definidos os parâmetros que retratam o escopo deste estudo.

**Sistema:** o sistema estudado abrange todas as etapas que envolvem o processo de produção da lenha de RF fomentada por consumidores estabelecidos na cidade de Piracicaba. Essas etapas são definidas como subsistemas e são elas: Produção de Mudas, Transporte de Mudas, Manejo Florestal, Corte e Transporte de lenha.

**Função do produto:** O produto é a lenha, sua função é a de recurso energético. Entretanto, visto que o objetivo deste estudo é elaborar um inventário, não serão consideradas etapas referentes ao uso da lenha, assim, não se faz necessário definir a função do produto. No caso, o tipo de processo de conversão energética empregado.

**Unidade Funcional:** A definição de uma unidade funcional tem como objetivo fornecer uma base de referência para relacionar as entradas e saídas do sistema de produto (NBR ISO 14040, 2001). Ao longo das coletas de dados, foi constatado um perfil padrão. Por isso, a base de referência adotada é de 850 m<sup>3</sup>/ha de lenha, produtividade média alegada nas entrevistas.

**Fronteiras do sistema:** As fronteiras do estudo definem as dimensões do estudo. Retratam as dimensões do sistema natural em si e em relação a outros sistemas. A fronteira também define o tempo e espaço, fronteira temporal e fronteira geográfica respectivamente.

A fronteira de estudo do sistema natural começa pela etapa de produção de mudas de Eucalipto. Considerou-se contar inicialmente a fase de produção de sementes, mas foram constatados alguns entraves, não só em termos de representatividade, mas também em termos de padronização das entradas e saídas referentes a esta possível etapa. As sementes são coletadas em diversas áreas do

país, por diversas técnicas o que dificultaria até mesmo estudar médias relativas para os dados. Assim, provou-se, no atual momento e circunstância, que não seria viável incluir a fase produção de sementes à proposta de análise deste estudo. Considerou-se como fase final do sistema a entrega da lenha, ou seja, o transporte até a cidade de Piracicaba. Uma vez que a proposta é elaborar um inventário de um processo de produção, não existe necessidade de, nesse momento, estender a fronteira para incluir também a fase de uso do produto.

A fronteira com relação a outros sistemas também deve considerar as entradas e saídas destes outros sistemas que diretamente envolvem a produção de insumos e recursos empregados ao longo do processo de produção da lenha. Assim, compõe-se uma rede de sistemas associados.

A fronteira temporal, em função da unidade de referência (produção de 850 m<sup>3</sup>/ha) compreende um período de 10 anos. A fronteira geográfica referencial é a cidade de Piracicaba. Os dados foram coletados com os produtores cadastrados na ARF respectiva. As propriedades rurais localizam-se em: Bragança Paulista, Pedra Bela, Piracaia e Amparo. A figura 16 indica o mapa da posição geográfica da região.



Figura 16 – Mapa da região estudada, Piracicaba, Amparo, Pedra Bela, Bragança Paulista e Piracaia (GOOGLE MAPS, 2011)

O inventário do ciclo de vida da lenha de RF encontra-se dividido em etapas chamadas de subsistemas que computam as entradas e saídas do sistema de produção de lenha. A figura 17, abaixo ilustra o ciclo do processo e os subsistemas.

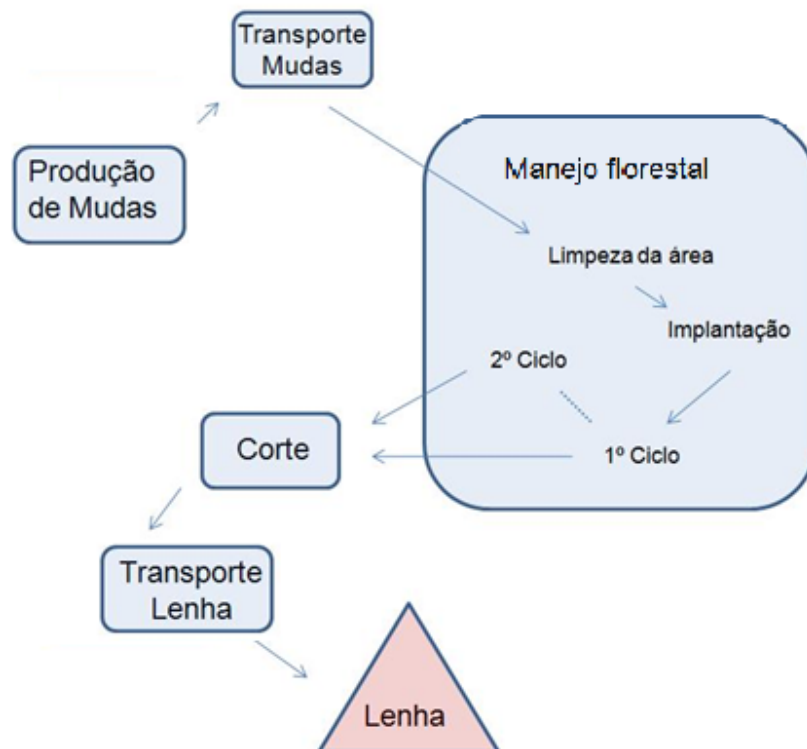


Figura 17 - Subsistemas do inventário do ciclo de vida da lenha de RF de Piracicaba (elaboração própria)

### **Subsistema Produção de Mudas**

Os dados foram coletados junto a ARF para um período equivalente a um ano e uma produção de 2.000.000 de mudas de eucalipto. Entretanto, as quantidades foram convertidas para o equivalente a 2.942 mudas. Foi declarado pelos entrevistados que em média 10% das mudas correspondem a indivíduos que se perdem ao longo das fases de transporte, implantação e manejo. Sendo assim, para um manejo de 2.500 árvores por hectare, é preciso considerar 2.942 mudas. Os valores das entradas e saídas encontram-se tabelados no anexo 1.

### **Subsistema Transporte de mudas**

Nessa etapa foi adotado como distância o equivalente a 200 km para obter dados mais representativos, já que a grande maioria dos produtores cadastrados nesta ARF encontram-se neste perímetro. O peso total da carga (2942 mudas) é de aproximadamente 136 kg. Para concluir, foi adotado um modelo correspondente, de

transporte rodoviário por caminhão no banco de dados. Os valores das entradas e saídas encontram-se tabelados no anexo 1.

### **Manejo Florestal**

O levantamento de dados com os produtores revelou que as práticas adotadas refletem um padrão demonstrando um tipo de perfil. Todos seguem as recomendações técnicas previstas no contrato ARF-Produtor (anexo 2). Por isso foi possível identificar as etapas de limpeza de área, implantação, ciclo 1 e ciclo 2 e agrupar todas dentro de um grupo maior – subsistema de condução de floresta. Assim facilitando a disposição e interpretação dos dados. Os valores das entradas e saídas encontram-se tabelados no anexo 1.

Neste caso trata-se exclusivamente de plantio de espécies de Eucalipto. Segundo Vital (2007), dados indicam que o eucalipto poderia acarretar em ressecamento do solo apenas em regiões de pouca chuva, abaixo de uma faixa de 400 mm/ano. O que não foi fator destacado pelos produtores que afirmaram não fazer uso de irrigação artificial na plantação. A intensidade de consumo de água por uma árvore varia de acordo com sua velocidade de crescimento (POORE & FRIES, 1985)

### **Corte**

Foi identificado que o corte é feito com motosserra. E a madeira é removida do campo através de tração animal. Em geral, o corte é realizado com 5 anos de plantio para os dois ciclos. Sendo assim, considerando a produção final de 850 m<sup>3</sup>/ha em 10 anos, foi calculado o equivalente ao corte de 425 m<sup>3</sup>, ou seja, um hectare em 5 anos, e multiplicado por 2 resultando nos números apresentados a seguir: Os valores das entradas e saídas encontram-se tabelados no anexo 1.

### **Transporte de Lenha**

A distância média entre a cidade de Piracicaba e as cidades onde residem os produtores que participaram do estudo é de 165,25 km, entretanto, com o intuito de causar maior representatividade para composição do banco de dados, foi adotada como

referência a distância de 200 km para os cálculos. Foi adotado um modelo correspondente, de transporte rodoviário por caminhão no banco de dados e uma carga total de 510 toneladas. Os valores das entradas e saídas encontram-se tabelados no anexo 1.

### 3.2.3.2 Análise do inventário com relação aos gases de efeito estufa

Para o efeito estufa, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e PFC's são considerados os principais gases (IPCC, 2007). A tabela 9 abaixo baseia-se no cálculo de equivalência citado e mostra a quantidade de CO<sub>2</sub> equivalente produzida em cada subsistema do inventário.

Produção de mudas	0,773
Transporte de mudas	0,047
Manejo Florestal	0,094
Corte	2,19
Transporte de lenha	164,56
<b>Total</b>	<b>167,66</b>

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 9, verifica-se que para a produção destes 850 m<sup>3</sup>/ha no período de 10 anos, com relação as emissões atmosféricas, são produzidos o equivalente a 167,66 kg de CO<sub>2</sub>. A atividade de maior impacto com relação as emissões de gases de efeito estufa é o transporte da lenha responsável por 98,15 % das emissões.

Para cada m<sup>3</sup> de lenha de RF são emitidos 0,197 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Segundo a legislação da Política de Reposição Florestal 1 m<sup>3</sup> de lenha equivale a 5 árvores, e o valor árvore – taxa de reposição – é de R\$ 0,75.

A eletricidade e o gás natural são os principais concorrentes energéticos da lenha considerando o mesmo uso final como serviço energético – gerar calor. Entretanto, a utilização destes combustíveis gera emissões atmosféricas que não são repostas.



Para estabelecer um paralelo entre as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente da lenha de RF com a eletricidade e o gás natural, os valores energéticos foram convertidos em Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP) possibilitando comparações. As próximas linhas que seguem abordam este raciocínio com detalhes.

O valor de 1 TEP equivale a 41,868 GJ (IEA) ou 11.630 kWh. Para cada 1 kWh de eletricidade no Brasil, são produzidos 0,088854 kg de CO<sub>2</sub> (IEA, 2010). Ou seja, 1 TEP dessa eletricidade libera na atmosfera 1.033,37 kg de CO<sub>2</sub>. Sendo que 1 TEP de gás natural libera 2.349,5 kg de CO<sub>2</sub> (baseado em EPE, 2006; IPCC, 2006; Macedo, 2004, apud EPE, 2009).

Segundo o trabalho Quirino et al. (2004), o poder calorífico superior das variedades de eucalipto testadas varia entre 4.657 a 4.949 kcal/kg. Sendo assim, como referência é adotado neste momento o valor da média, 4.803 kcal/kg. Com relação a massa específica e umidade são estabelecidos os valores de 600 kg/m<sup>3</sup> e 15% respectivamente (AMBIENTE BRASIL, 2004 apud GALDIANO, 2006). Tomando como base esses parâmetros é possível encontrar um valor energético referente à quantidade de lenha produzida no sistema. Com as devidas substituições tem-se que o valor energético dos 850 m<sup>3</sup> da lenha equivale a 2.449.530.000 kcal, o mesmo que 244,7848 TEP. Ou seja, 1 TEP de lenha de RF libera na atmosfera 0,6849 kg de CO<sub>2</sub>.

A tabela 10 agrupa as emissões da lenha de RF, eletricidade e gás natural referente ao valor de 1 TEP tal como os cálculos acima indicaram.

Gás Natural	2.349,5
Eletricidade	1.033,37
Lenha RF	0,6849

Fonte: Elaboração própria de acordo com a base referencial citada no texto.

A legislação da Política de Reposição Florestal Obrigatória prevê, no caso de reposição via ARF, que essa seja feita preferencialmente pela ARF mais próxima. O mapa abaixo mostra as ARFs no Estado de São Paulo.

## Associações no Estado de São Paulo

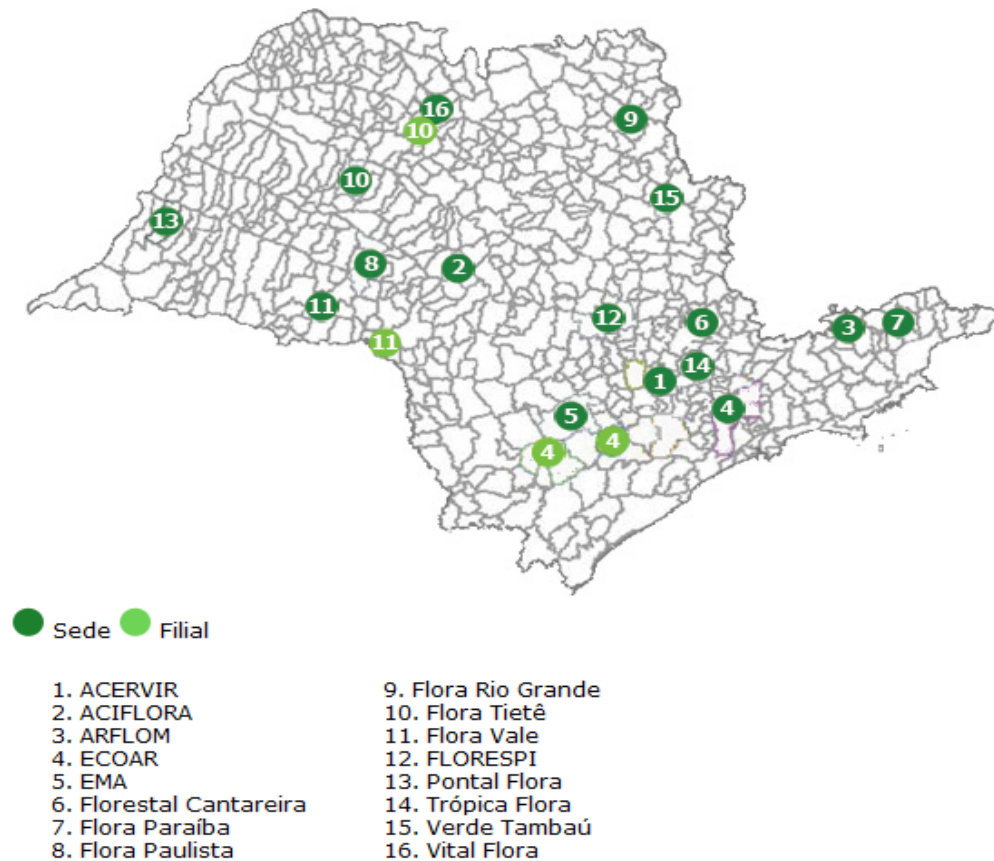


Figura 18 - Associações de reposição Florestal no Estado de São Paulo (FARESP, 2011)

Como pôde ser observado na figura 18 as ARF estão espalhadas pelo Estado. Porém existe espaço para surgir novas associações e também para aumentar a conscientização dos consumidores de madeira. Portanto, seja por plantio próprio ou via ARF, a tendência é a variável distância entre campo e local de consumo diminuir, e com isso as emissões atmosféricas também.

Convém ressaltar que na figura 18 a Florespi (nº 12) atualmente não se encontra cadastrada junto a SMA, para fazer RF.

### 3.3.4 Considerações finais

De acordo com as análises o perfil do sistema de produção de biomassa florestal dentro dos parâmetros da política de RF do Estado de São Paulo pode ser dividido em 5 etapas: Produção de Mudanças; Transporte de Mudanças, Manejo Florestal (limpeza de área, implantação, 1º ciclo, 2º ciclo); Corte; Transporte Final. A etapa nesse sistema de produção da lenha de RF que mais contribui com o agravamento do efeito estufa é o transporte da lenha de RF. Entretanto o total de emissões da produção de biomassa florestal é inferior a 0,1% das emissões referentes à produção de eletricidade e gás natural, de acordo com as fontes analisadas para estes energéticos.

Os dados levantados não podem ser considerados representativos para todo o grupo de produtores cadastrados na RF no Estado. Por mais que a seleção destes tenha sido aleatória, dentro do grupo cadastrado na ARF referente, o número amostral seria pequeno. Entretanto o fato de apresentarem um mesmo perfil é extremamente significativo, pois indica que na prática essa situação é viável. Sugere-se, em um próximo momento, ampliar as análises para outras regiões do Estado também.

A lenha produzida por estes produtores é um energético renovável com impacto de emissões de CO<sub>2</sub> quase que inexpressivo quando comparado com suas alternativas energéticas - eletricidade e o gás natural.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Conforme levantado pelo capítulo 2, as análises feitas na região de Piracicaba revelam a importância da política de Reposição Florestal com relação à questão do uso de madeira para fins energéticos. Destaca-se também o papel das Associações de Reposição Florestal como instrumento legal para implementação prática desse planejamento energético.

No capítulo 3, inferiu-se que é possível definir um sistema de produção de biomassa florestal para energia nos moldes da política de reposição florestal. Esta definição constitui-se no ponto inicial para a padronização da produção dessa biomassa. Além disso, destaca-se a relevância dos inventários do ciclo de vida como uma fonte de informação valiosa tanto por permitir avaliações posteriores com relação a outros impactos ambientais quanto por compor um banco de dados regionalizado desse perfil de produção de biomassa florestal.

No capítulo 3 também foram verificadas as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente para as etapas do inventário de ciclo de vida da lenha de RF. Os resultados observados que não apresentaram impacto significativo, principalmente quando comparados com as emissões de seus energéticos alternativos: a eletricidade e o gás natural (considerando as fontes citadas). O fomento florestal gera uma oferta baseada no consumo específico de uma demanda o que garante princípios de sustentabilidade no ciclo. A mitigação de GEE pode ser uma sugestão de valor agregado à biomassa dentro da política de reposição florestal.

Diante do exposto é possível observar o peso da política de reposição florestal obrigatória no Estado de São Paulo no sentido de estruturar o papel da floresta frente ao contexto de mudanças climáticas. Existe sinergia com as políticas de mudanças climáticas em escala nacional e também com o REDD *plus* em escala internacional.

Entretanto a atual crise climática consiste em apenas um dos vários desafios pautados pela crise ambiental. A politização da temática ecológica abre caminhos para uma nova relação entre Estado/Sociedade/Natureza. Nesse sentido não é suficiente apenas um sistema baseado na proteção jurídica aos recursos naturais, mas também faz-se necessário adaptar as estruturas do Estado e as formas de organização da

sociedade. Desta forma as ARFs, reguladas pelo Estado, atuam no sentido de viabilizar a aplicação do mecanismo jurídico da RFO e também reestruturam a sociedade e o consumo de madeira.

Nesta abordagem figura o eixo de um posicionamento nacional com relação à floresta, à mudança climática e ao desenvolvimento sustentável. Existe um caminho aberto para que projetos transversais fortaleçam essa inter-relação. A abertura dos fundos FNMC, FECOP, FEHIDRO e FEMA para suporte da RF pode ser um caminho inicial. Uma oportunidade interessante seria disponibilizar recursos deste fundo para fomentar a eficiência energética entre os consumidores de produtos e sub-produtos florestais e assim, paralelamente, contribuir para tornar o produto da biomassa de reposição florestal como a opção energética estratégica.

## REFERÊNCIAS

ADELMAN, M. A. **World oil production & prices 1947–2000**, The Quarterly Review of Economics and Finance 42, Estocolmo. pp. 169-191. 2002

ARAGÃO, F.M.; GOMES, L.J.; NOGUEIRA, M.; RIBEIRO, G.T. Caracterização do consumo de lenha pela atividade cerâmica, nos municípios de Itabaiana, itabaianinha e Umbaúba-se. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano 7, n. 12, ago. 2008.

ASSELT, H.; VAN GUPTA, J.; BIERMANN, F. Advancing the climate agenda: exploiting material and institutional linkages to develop a menu of policy options. **Review of European Community & International Environmental Law**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 255–264, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL. **Potencial Brasil biomassa residual florestal e agricultura e o desenvolvimento de projetos renováveis**. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/00020096881b9d0dac77c>>. Acesso em: 27 jun. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADA. **Anuário estatístico ABRAF – 2009**. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR/controle.html>> Acesso em: 12 out. 2010.

AZEVEDO, R.G. **Melhoria do forneamento de biscoitos em forno à lenha com processo em batelada**. 2007. 86 p. Dissertação (Mestrado em Controle e Otimização de Processos Industriais) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2007.

BARROSO, R.A. **Consumo de lenha e produção de resíduos de madeira no setor comercial e industrial do Distrito Federal**. 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BRASIL. **Contribuição do Brasil para evitar a mudança do clima**. Brasília: MRE, MCT, MMA, MME, MDIC. 2008. 73 p.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.163, de 21 de novembro de 2007. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM - Elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2007. Seção n. 1.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal nº 7.343, 26 de Outubro de 2010. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010. Seção n. 5.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Fica aprovado o novo Código Florestal. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 06 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei de nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001. Seção n. 1.

\_\_\_\_\_. Lei de nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC). **Diário Oficial da União**, Brasília, 2009. Seção n. 3.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 10 de 20/06/1975.** Órgão regulador dos registros de reposição florestal destinados ao fundo de Reposição Florestal. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 12 jul. 2011.

\_\_\_\_\_. **Portaria no 710/89 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA permitiu a formação de associação de pequenos consumidores.** Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 07 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de madeira.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2007. v. 6: Agronegócio, 84 p.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional.** Brasília, 1999. 150 p.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Energia – PNE 2030, 2007.** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>>. Acesso em: 05 mar.2011.

\_\_\_\_\_. Ministério das Relações Exteriores. **Mudança do clima, 2011.** Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/temas/meio-ambiente/mudanca-do-clima>>. Acesso em: 27 fev.2011.

BRITO, J.O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <<http://www.inee.org.br/downloads/eventos/JoseBrito%20ESALQ.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2011.

BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. **IPEF. Circular Técnica**, Piracicaba, n. 52, p. 76, jun., 1979.

BRITO, J.O.; CINTRA, T.C. Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demandas de ações. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 157-163, 2004.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

CASTRO, E. Políticas de ordenamento territorial, desmatamento e dinâmicas de fronteira. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 10, n. 2, p. 105-126. 2007.

CASTRO, N.; PACHECO, C. **Análise das possibilidades de expansão do uso do gás natural na indústria cerâmica brasileira**. Rio de Janeiro: BGN, 2005. v. 5, n. 2, 15 p.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; MAIA, S.M.F.; CERRI, C.E.P.; COSTA JUNIOR, C.; FEIGL, B.J.; FRAZÃO, L.A.; MELLO, F.; GALDOS, M.V.; MOREIRA, C.S.; CARVALHO, J.L.N. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, p. 102-116, 2010.

CHISA, U.; MASAHIRO, A.; SUPHAWADEE, W. Assessing data availability for the development of REDD-plus national references levels. Carbon **Balance and Management**, v. 5, n.1, 2010.

COUTO, L.; MÜLLER, M.D. Florestas energéticas no Brasil. In: \_\_\_\_\_. **Biomassa para energia**. Campinas: Ed. UNICAMP, 2008. p. 93-111.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484 p.

DOVI, V.G. FRIEDLER, F.; HUISINGH, D.; KLEMES, J.J. Cleaner energy for sustainable future. **Journal of Cleaner Production**, London, v. 17, n. 10, p. 889-895, 2009.

ECONOMIA DA MUDANÇA DO CLIMA. **Resumo Executivo, 2010**. Disponível em: <<http://wp2.oktiva.com.br/ider/files/2010/01/RESUMO-FINAL-Economia-do-Clima.pdf>> Acesso em: 20 mar.2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Estudos EPE: Potencial de redução de CO2 em projetos de produção e uso de biocombustíveis**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2009.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2010: ano base 2009**. Rio de Janeiro, 2010. 276 p.

EVANS, A.; STREZOV, V.; EVANS, T.J. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 5, p. 1082-1088, 2009.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 11 p., 2005.



FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE RECUPERAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa do Estado:** Associações no Estado de São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://faresp.org.br/website/associacoes\\_mapa.asp](http://faresp.org.br/website/associacoes_mapa.asp)>. Acesso em: 03 fev.2011.

FILGUEIRAS, T.S.; PEIXOTO, A.L. Flora e vegetação do Brasil na carta de Caminha **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 3, set. 2002 .

GALDIANO, G.P. **Inventário do ciclo de vida do papel offset produzido no Brasil.** 2006. 280 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GOOGLE MAPS, 2011. Disponível em: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>. Acesso em: 26 maio 2011.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n.59, 14 p, 2007.

GÓRALCZYK, M. Life-cycle assessment in the renewable energy sector. **Applied Energy**, London, v. 75, n. 3/4, p. 205-211, 2003.

GRAUER, A. KAWANO, M. **Uso de biomassa para produção de energia.** Disponível em:<[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/biomassa/vantagens\\_da\\_biomassa\\_na\\_producao\\_de\\_energia.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/biomassa/vantagens_da_biomassa_na_producao_de_energia.html)>. Acesso em: 12 jul. 2011.

HASEGAWA, M.M. **Políticas públicas na Economia Brasileira:** uma aplicação do modelo mibra, um modelo inter-regional aplicado de equilíbrio geral. 2003. 300p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Extração Vegetal e silvicultura:** Piracicaba, 2009. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 23 abr. 2011.

\_\_\_\_\_. **Cidades – densidade demográfica 2010.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa Nº 23 de 10/01/1977.** Dispõem sobre pequenos e médios consumidores como padarias, olarias, cerâmicas e similares. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 27 jun. 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **First Assessment Report, 1990.** Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC\\_1990\\_and\\_1992\\_Assessments/English/ipcc\\_90\\_92\\_assessments\\_far\\_overview.pdf](http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/English/ipcc_90_92_assessments_far_overview.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **The IPCC 1990 and 1992, Assessments, 1992.** Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC\\_1990\\_and\\_1992\\_Assessments/English/ipcc\\_90\\_92\\_assessments\\_far\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/English/ipcc_90_92_assessments_far_full_report.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **IPCC Second Assessment, 1995.** Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **IPCC Synthesis Report, 2001.** Disponível em: <[http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/)>. Acesso em: 20 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **IPCC Synthesis Report, 2007.** Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. **Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, 2011.** Disponível em: <[http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC\\_SRREN\\_Full\\_Report](http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report)>. Acesso em: 20 jun. 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion – highlights.** IEA, 2010. Disponível em: <<http://www.iea.org/co2highlights/CO2highlights.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14040:** environmental management – life cycle assessment: principles and framework. Genève, 1997.

JAWOROWSKI, Z. CO<sub>2</sub>: The greatest scientific scandal of our times. **EIR Science**, New York, p. 38-53, Mar. 2007.

JENKINS, B.M. Fuel properties for biomass material. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON APPLICATION AND MANAGEMENT OF ENERGY IN AGRICULTURE: THE ROLE OF BIOMASS FUEL, 1990, New Delhi.

LIMA, C.R. de; BAJAY, S.V. A reposição florestal obrigatória e o planejamento energético regional. **Revista Baiana de Tecnologia**, Camaçari, v. 1, n. 15, p. 140–144, 2000.

LUND, H. Renewable energy strategies for sustainable development. **Energy**, London, v. 32, n. 6, p. 912-919, June 2007.

MACHADO, F.M.; GOMES, L.J.; MELLO, A. de. Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no Estado de Sergipe. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, 16 p. 2010.

MAGALHÃES, J.G.R. Tecnologia de obtenção da madeira. In: \_\_\_\_\_. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC, 1982. p. 56-66.

MARGARIDO, L.A.C.; BESKOW, P.R.; LOPES, J.J.C.; PARAZZI, C.; RUAS, D.G.G. Prognose da produção de cachaça orgânica na região de Araras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, supl. 1, p. 1083-1092, 2009.

MARCOVITCH, J. **Para mudar o futuro**: mudança climática, políticas públicas e estratégias empresariais. São Paulo: EDUSP; Saraiva, 2006. 378 p.

MELLO, L.C.B.B.; AMORIM, S.R.L. de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Européia e aos Estados Unidos. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009

MOLION, L.C.B. Global warming: a critical review. **Revista Geofísica**, Mexico, v. 43 n. 2, p. 77-86, 1995.

MITCHEL, J.F.B.; SÊNIOR, C.A.; INGRAN, W.J. CO<sub>2</sub> and climate: a missing feedback? **Nature**, London, v. 341, p. 132-134, 1989.

NBR ISO 14040. **Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura**. São Paulo, 2001. 10 p.

NBR ISO 14042. **Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – avaliação dos impactos do ciclo de vida**. São Paulo, 2004. 9p.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proacool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 42, 1991.

PINHEIRO, A.C.; GIAMBIAGI, F.; GOSTKORZEWICZ, J. O desempenho macroeconômico do Brasil nos anos 90. In: GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M.M. **A economia brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999. cap. 1, p. 11-41.

PORTAL BRASIL 2010. Disponível em:  
<<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2010/10/25/brasil-definepropostas-para-levar-a-conferencia-da-onu-sobre-mudancas-climaticas>>. Acesso em: 04 nov.2010.

POORE, M.E.D.; FRIES, C. The ecological effects of eucalyptus. FAO, 1985.

PRIMEIRO inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo - 1990 A 2008. Governo do Estado de São Paulo, 2011. Disponível em:  
<[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/inventario\\_sp/primeiro\\_inventario\\_gee\\_v3.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/inventario_sp/primeiro_inventario_gee_v3.pdf)> Acesso em: 05 maio 2011.

QUIRINO, W.F.; VALE, A.T. do ; ANDRADE, A.P.A. de; ABREU, V.L.S.; AZEVEDO, A.C.S. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004.

ROBÈRT, K.H. Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a general framework for sustainable development, and to each other? **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 8, n.3, p.243-254, 2000.

ROBÈRT, K.H.; SCHMIDT-BLEEK, B.; LARDEREL, J.A. de; BASILE, G.; JANSEN, J.L.; KUEHR, R.; THOMAS, P.P.; SUZUKI, M.; HAWKEN, P.; WACKERNAGEL, M. Strategic sustainable development — selection, design and synergies of applied tools. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 197-214, 2002.

SABBAG, S.C. **Reposição florestal caminho para o desenvolvimento sustentável da silvicultura tropical**. 2011. 169 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2011.

SÃO PAULO. Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 jun. 2010. Seção 2, 17 p.

\_\_\_\_\_. Lei de Reposição Florestal no Estado de São Paulo. Lei Estadual no 10.780, de 9 de março de 2001. **Diário Oficial São Paulo**, 2001. Seção1, 15 p.

\_\_\_\_\_. Regulamentação da Lei de Reposição no Estado de São Paulo. Decreto Estadual no 10.780, de 28 de fevereiro de 2008. **Diário Oficial São Paulo**, 2008. Seção 2, 1 p.

\_\_\_\_\_. Política Estadual do Meio Ambiente. **Diário Oficial São Paulo**, 1997. Seção 2, 15 p.

\_\_\_\_\_. Política Estadual de Mudanças Climáticas. Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 2009. Seção 3 ,20p.

SATHYE, J.; ANDRASKO, K.; CHAN, P. **Environment and Development Economics**: page 1 of 20 C \_ Cambridge University Press 2011 doi:10.1017/S1355770X11000052

SILVA, S.S. da; VELENTIM, J.F.; AMARAL, E.F. do; MELO, A.W.F. de. Dinâmica do desmatamento no período de 1988 e 2007 do município Rio Branco, Acre, Brasil. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009. Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6273-6280.

TAN, K.T.; LEE, K.T; MOHAMED, A.R; BHATIA, S. Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Kuala Lumpur, v. 13, p. 420-427, 2009.

TELLES, P.C.S. Antecedentes das histórias do petróleo e das fontes alternativas de energia no Brasil. **Boletim Técnico da Petrobras**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 253-258, 1986.

TOLMASQUIM, M. As origens da crise energética brasileira. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 3, n. 6/7, 5 p. 2000.

UHLIG, A. **Lenha e carvão vegetal no Brasil**: balanço oferta-demanda e métodos para a estimação do consumo. 2008. 156 p. Tese (Doutorado em Energia) - Instituto de Energia, Universidade de São Paulo, 2008.

VILAS BOAS, P. Consumo de alternativas energéticas na indústria de celulose e papel. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. L.1-L.19, jul. 1980.

VITAL, M.H.F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **BNDS**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez 2007.

VOB, J.P.; KEMP, R.; BAUKNECHT, D. `Reflexive governance: a view on an emerging path` In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Reflexive governance for sustainable development**. Cheltenham: Edward Elgar, 2006. p. 419-439.

WALL, G. Conditions and tools in the design of energy conversion and management systems of a sustainable society. **Energy Conversion and Management**, San Diego, v. 43, n. 9/12, p. 1235-1248, 2002.

**ANEXOS**



## ANEXO A – Inventário do Ciclo de Vida da Lenha de RF

## Subsistema: Produção de Mudás

<b>Energia</b>	<b>quantidade</b>	<b>unidade</b>
carvão mineral	814,5182803	MJ
petróleo	3614,951706	MJ
gás natural	3508,706234	MJ
hidroeletricidade	241,0559548	MJ
nuclear	2754,840874	MJ
lignito	414,4525983	MJ
outros	-38,83278556	MJ
biomassa	110,421884	MJ
demanda total	11420,11475	MJ
<b>Recursos</b>		
água	26711,96321	kg
carvão mineral	28,08683725	kg
petróleo	84,06864432	kg
gás natural	64,97604136	kg
lignito	39,47167603	kg
urânio	0,005509682	kg
NaCl	0,949411363	kg
enxofre	0,00125582	kg
fosfato	0,192650738	kg
ferro	0,010448212	kg
cal	0,180829548	kg
bauxita	0,026668048	kg
areia	0,006565979	kg
cobre	5,51915E-10	kg
titânio	2,06782E-28	kg
<b>Emissões Atmosféricas</b>		
CO <sub>2</sub>	268928,006	mg
SO <sub>x</sub>	2750,700707	mg
NO <sub>x</sub>	15,06206294	mg
CH <sub>4</sub>	0,002471151	mg
NM-VOCs	585,1369697	mg C2H4-eq
halog. HC	52,08308028	mg
NH <sub>3</sub>	159,7250603	mg
N <sub>2</sub> O	503682,9574	mg
HCl	9178,507983	mg
<b>Emissões Líquidas</b>		



DQO	18142,23424	mg
DBO	3790,493302	mg
N-total (incl.NH4)	3891,563608	mg N
NH4 as N	3021,632412	mg N
PO4 as P	1371,330757	mg P
AOX	-0,000365991	mg
HM	2709,556003	mg
HC	71564,75131	mg
sulfato	2134,958373	mg
cloreto	2057814,047	mg
<b>Resíduos Sólidos</b>		
municipal	0,542600487	kg
especiais	29,32550068	kg
construção	0,000241237	kg
mineração	1,881821046	kg
poeira	0,502397937	kg

### Subsistema: Transporte de mudas

<b>Energia</b>	<b>quantidade</b>	<b>unidade</b>
carvão mineral	<b>0,01603</b>	MJ
petróleo	<b>212,11160</b>	MJ
gás natural	<b>5,01929</b>	MJ
hidroeletricidade	<b>0,00447</b>	MJ
nuclear	<b>0,00194</b>	MJ
lignito	<b>0,00001</b>	MJ
outros	<b>0,00002</b>	MJ
biomassa	<b>0,00010</b>	MJ
demanda total	<b>217,15345</b>	MJ
<b>Recursos</b>		
água	<b>0,01582</b>	kg
carvão mineral	<b>0,00055</b>	kg
petróleo	<b>4,93283</b>	kg
gás natural	<b>0,09295</b>	kg
lignito	<b>0,00000</b>	kg
urânio	<b>0,00000</b>	kg
NaCl	<b>0,00002</b>	kg
enxofre	<b>0,00000</b>	kg
fosfato	<b>0,00000</b>	kg
ferro	<b>0,00089</b>	kg
cal	<b>0,00019</b>	kg
bauxita	<b>0,00000</b>	kg

areia	0,00000	kg
cobre	0,00000	kg
titânio	0,00000	kg
<b>Emissões Atmosféricas</b>		
CO <sub>2</sub>	46670,31198	mg
SO <sub>x</sub>	0,00381	mg
NO <sub>x</sub>	0,00004	mg
CH <sub>4</sub>	0,00152	mg
NM-VOCs	0,00273	mg C2H4-eq
halog. HC	0,00003	mg
NH <sub>3</sub>	45,61689	mg
N <sub>2</sub> O	0,00112	mg
HCl	0,00055	mg
<b>Emissões Líquidas</b>		
DQO	37,65850	mg
DBO	11,10882	mg
N-total (incl.NH <sub>4</sub> )	6,05628	mg N
NH <sub>4</sub> as N	5,79047	mg N
PO <sub>4</sub> as P	0,36989	mg P
AOX	0,00001	mg
HM	0,00093	mg
HC	19,03866	mg
sulfato	0,14180	mg
cloreto	19,14598	mg
<b>Resíduos Sólidos</b>		
municipal	0,00028	kg
especiais	0,17987	kg
construção	0,00000	kg
mineração	0,00084	kg
poeira	0,00576	kg

### Subsistema: Manejo de florestal

<b>Energia</b>	<b>quantidade</b>	<b>unidade</b>
carvão mineral	-80,12084	MJ
petróleo	793,98065	MJ
gás natural	698,49067	MJ
hidroeletricidade	398,93476	MJ
nuclear	-97,97280	MJ
lignito	-35,34357	MJ
outros	-121,68281	MJ

biomassa	236,79440	MJ
demanda total	1793,08046	MJ
<b>Recursos</b>		
água	26525,80211	kg
carvão mineral	-2,76279	kg
petróleo	18,46467	kg
gás natural	12,93501	kg
lignito	-3,36605	kg
urânio	-0,00020	kg
NaCl	164,81767	kg
enxofre	-0,17998	kg
fosfato	149,99998	kg
ferro	0,00778	kg
cal	-0,53985	kg
bauxita	0,00348	kg
areia	-0,00217	kg
cobre	0,00000	kg
titânio	0,00000	kg
<b>Emissões Atmosféricas</b>		
CO <sub>2</sub>	83298,38685	mg
SO <sub>x</sub>	-25,75215	mg
NO <sub>x</sub>	-26,07050	mg
CH <sub>4</sub>	0,03016	mg
NM-VOCs	-187,23603	mg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> - eq
halog. HC	1,15948	mg
NH <sub>3</sub>	258,06097	mg
N <sub>2</sub> O	10351,29898	mg
HCl	38,31595	mg
<b>Emissões Líquidas</b>		
DQO	-108,96041	mg
DBO	226,57649	mg
N-total (incl.NH <sub>4</sub> )	-323,99240	mg N
NH <sub>4</sub> as N	-164,76667	mg N
PO <sub>4</sub> as P	-48,52904	mg P
AOX	-0,09803	mg
HM	19,33571	mg
HC	1556,28911	mg
sulfato	-111743,03194	mg
cloreto	-1966822,89373	mg
<b>Resíduos Sólidos</b>		

municipal	<b>0,36517</b>	kg
especiais	<b>0,41982</b>	kg
construção	<b>-0,00006</b>	kg
mineração	<b>227,48526</b>	kg
poeira	<b>0,07892</b>	kg

### Subsistema: Corte

<b>Energia</b>	<b>quantidade</b>	<b>unidade</b>
carvão mineral	0,467825605	MJ
petróleo	6191,879399	MJ
gás natural	146,5211679	MJ
hidroeletricidade	0,130484414	MJ
nuclear	0,05668725	MJ
lignito	0,000164271	MJ
outros	0,000575407	MJ
biomassa	0,002874987	MJ
demanda total	6339,059178	MJ
<b>Recursos</b>		
água	0,461728834	kg
carvão mineral	0,016131917	kg
petróleo	143,9971953	kg
gás natural	2,713354962	kg
lignito	1,56448E-05	kg
urânio	1,13375E-07	kg
NaCl	0,000519758	kg
enxofre	0,000100064	kg
fosfato	4,91831E-11	kg
ferro	0,025840227	kg
cal	0,005401576	kg
bauxita	0,000106262	kg
areia	4,86276E-07	kg
cobre	1,08507E-08	kg
titânio	2,49013E-31	kg
<b>Emissões Atmosféricas</b>		
CO <sub>2</sub>	2188188,643	mg
SO <sub>x</sub>	0,111086206	mg
NO <sub>x</sub>	0,001105484	mg
CH <sub>4</sub>	0,044410916	mg
NM-VOCs	0,079781116	mg C2H4- eq
halog. HC	0,000944172	mg

NH <sub>3</sub>	1331,630653	mg
N <sub>2</sub> O	0,032688009	mg
HCl	0,016031277	mg
<b>Emissões Líquidas</b>		
DQO	1099,313404	mg
DBO	324,2842884	mg
N-total (incl.NH <sub>4</sub> )	176,792707	mg N
NH <sub>4</sub> as N	169,0332337	mg N
PO <sub>4</sub> as P	10,79778499	mg P
AOX	0,000316467	mg
HM	0,027219107	mg
HC	2451,755822	mg
sulfato	4,139444978	mg
cloreto	558,902995	mg
<b>Resíduos Sólidos</b>		
municipal	0,008166205	kg
especiais	5,250594525	kg
construção	7,66616E-09	kg
mineração	0,024536715	kg
poeira	0,45009986	kg

### Subsistema: Transporte de lenha

<b>Energia</b>	<b>quantidade</b>	<b>unidade</b>
carvão mineral	<b>56,50374</b>	MJ
petróleo	<b>747889,78533</b>	MJ
gás natural	<b>17697,64417</b>	MJ
hidroeletricidade	<b>15,75987</b>	MJ
nuclear	<b>6,84667</b>	MJ
lignito	<b>0,01984</b>	MJ
outros	<b>0,06950</b>	MJ
biomassa	<b>0,34724</b>	MJ
demanda total	<b>765666,97636</b>	MJ
<b>Recursos</b>		
água	<b>55,76730</b>	kg
carvão mineral	<b>1,94840</b>	kg
petróleo	<b>17392,78571</b>	kg
gás natural	<b>327,73415</b>	kg
lignito	<b>0,00189</b>	kg
urânio	<b>0,00001</b>	kg
NaCl	<b>0,06278</b>	kg
enxofre	<b>0,01209</b>	kg

fosfato	0,00000	kg
ferro	3,12097	kg
cal	0,65240	kg
bauxita	0,01283	kg
areia	0,00006	kg
cobre	0,00000	kg
titânio	0,00000	kg
<b>Emissões Atmosféricas</b>		
CO <sub>2</sub>	164556062,99570	mg
SO <sub>x</sub>	13,41692	mg
NO <sub>x</sub>	0,13352	mg
CH <sub>4</sub>	5,36392	mg
NM-VOCs	9,63591	mg C2H4- eq
halog. HC	0,11404	mg
NH <sub>3</sub>	160841,78949	mg
N <sub>2</sub> O	3,94804	mg
HCl	1,93625	mg
<b>Emissões Líquidas</b>		
DQO	132781,09845	mg
DBO	39168,86777	mg
N-total (incl.NH <sub>4</sub> )	21354,00231	mg N
NH <sub>4</sub> as N	20416,77248	mg N
PO <sub>4</sub> as P	1304,21679	mg P
AOX	0,03822	mg
HM	3,28751	mg
HC	67128,92037	mg
sulfato	499,95944	mg
cloreto	67507,31040	mg
<b>Resíduos Sólidos</b>		
municipal	0,98631	kg
especiais	634,19613	kg
construção	0,00000	kg
mineração	2,96353	kg
poeira	20,29327	kg

**ANEXO B – Contrato ARF/PRODUTOR****CONTRATO DE COMPROMISSO DE PLANTIO ENTRE A ASSOCIAÇÃO E O FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL**

Contrato de Compromisso de Plantio

Nº CAD

Pelo presente contrato de compromisso de plantio de essências florestais que entre si celebram: de um lado a **ASSOCIAÇÃO DE REPOSIÇÃO FLORESTAL CANTAREIRA- "FLORESTAL CANTAREIRA"**, estabelecida em Pedreira, estado de São Paulo, à Rua São José, 133 CEP.: 13920-000, devidamente inscrita no CNPJ sob nº 58.383.654/0001-21, executora do Programa de Reposição Florestal nesta região do Estado, devidamente reconhecida, aprovada e credenciada pelo órgão competente da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, conforme credencial nº (número do credenciamento), neste ato representada pelo seu presidente Antonio Osvaldo Selingardi, doravante denominada ASSOCIAÇÃO e de outro lado:-

NOME	
RG	
CPF/CNPJ	
NACIONALIDADE	
NATURALIDADE	
PROFISSÃO	Produtor Rural
ENDEREÇO	
CIDADE	
LOCAL DE PLANTIO	
MUNICÍPIO PLANTIO	

Declara ser senhor e legítimo possuidor da propriedade denominada:-

PROPRIEDADE	
BAIRRO	
MUNICÍPIO	
INCRA	
UTM	

melhor descrita, caracterizada e identificada no projeto adiante mencionado, o qual será chamado, doravante, simplesmente de FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, têm, entre si, justos e contratados o que mutuamente acordaram e acertam que é o constante deste instrumento e do PROJETO DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, embora feitos apartadamente, ficam fazendo parte

integrante deste contrato, e vão igualmente assinados e rubricados pelas partes contratantes, levando o mesmo número deste contrato, tudo mediante as seguintes cláusulas e condições:

CLÁUSULA 1ª - O FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, legítimo possuidor do imóvel acima identificado, reservará e destinará área delimitada e caracterizada no projeto que fica fazendo parte integrante deste, para a implantação do projeto de reposição florestal, pelo tempo necessário, até a plena colheita a ser determinada em comum acordo com a ASSOCIAÇÃO.

CLÁUSULA 2ª - A ASSOCIAÇÃO fornecerá ao FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL as mudas necessárias ao plantio previsto no projeto, reservado um adicional de até 10% para cobertura de eventuais falhas.

CLÁUSULA 3ª - O FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL deverá seguir criteriosamente as instruções contidas no projeto de implantação, seguindo todas as fases corretamente, zelar e proteger o povoamento contra a ação do fogo, de terceiros, bem como controlar corretamente as principais pragas.

CLÁUSULA 4ª - A ASSOCIAÇÃO fornecerá, além do projeto e o previsto na CLÁUSULA 2ª, a assistência técnica necessária desde o plantio até o desenvolvimento final do povoamento florestal.

CLÁUSULA 5ª - O FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL alocará a mão de obra necessária à execução das operações previstas no projeto.

CLÁUSULA 6ª - O resultado financeiro aferido na época da plena colheita pertencerá única e exclusivamente ao FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, que dele fará o uso que melhor lhe aprouver, sem qualquer vínculo com a ASSOCIAÇÃO ou qualquer outra entidade ou mesmo com os investidores de Reposição Florestal.

CLÁUSULA 7ª - No caso de rescisão do presente contrato até o plantio por parte do FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, sem justo motivo, o mesmo deverá efetuar restituição do valor do investimento equivalente ao despendido pela ASSOCIAÇÃO, em trabalhos técnicos, administrativos e mudas destinadas a cobrir o contrato.

CLÁUSULA 8ª - À ASSOCIAÇÃO é reservado o direito de liberar as mudas destinadas especificamente ao FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, dentro de seu cronograma de produção, no ano agrícola, e dentro do padrão estabelecido a critério do técnico da Executora responsável pelos projetos.

CLÁUSULA 9ª - À ASSOCIAÇÃO é reservado o direito de proceder vistoria e inspeções sempre que julgar tecnicamente necessárias, durante todas as fases de desenvolvimento do projeto, tendo plena liberdade de acesso, assim como poderá subestabelecer esse direito a outros órgãos envolvidos no Programa.

CLÁUSULA 10ª - No caso de venda ou transferência do imóvel ficam automaticamente transferidos aos sucessores todos os direitos e obrigações deste instrumento, obrigando-se o FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL a dar-lhes total conhecimento.

CLÁUSULA 11ª - No caso de não cumprimento pelo FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL das operações das etapas determinadas no projeto,



por desleixo ou improbidade de aplicações e manutenção, o FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL obriga-se a efetuar restituição do valor do investimento despendido pela ASSOCIAÇÃO em trabalhos técnicos, administrativos e mudas destinadas a cobrir este contrato.

CLÁUSULA 12ª - No caso de inviabilização da meta final do projeto por razões diversas, que não tenham culpa nem a ASSOCIAÇÃO nem o FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, tais como adventos extraordinários e incontroláveis, os prejuízos serão absorvidos na medida que couber a cada um no presente contrato podendo ser renegociado novo projeto.

CLÁUSULA 13ª - Para dirimir quaisquer divergências neste contrato entre ASSOCIAÇÃO e FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL ou seus sucessores, fica eleito o foro de (nome da comarca), com renúncia expressa e irreversível de qualquer outro, por mais privilegiado que pareça ser. As partes interessadas firmam o presente em três vias na presença de duas testemunhas.

Pedreira, \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2010.

Sr.  
Presidente da Associação

Sr. \_\_\_\_\_  
FOMENTADO DO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL

\_\_\_\_\_  
Assinatura e dados pessoais da 1ª Testemunha

\_\_\_\_\_  
Assinatura e dados pessoais da 2ª Testemunha

**PROJETO PROGRAMA DE REPOSIÇÃO FLORESTAL**

**Contrato de Compromisso de Plantio**

**Nº CAD**

**ASSOCIAÇÃO:-**

RAZÃO SOCIAL	
NOME FANTASIA	
CNPJ.:	
ENDEREÇO	
BAIRRO	
MUNICÍPIO	
UF	
Nº CREDENCIAMENTO SMA	

**PROPRIETÁRIO**

NOME REP. LEGAL	
RG	
CPF/CNPJ	
NACIONALIDADE	
NATURALIDADE	
PROFISSÃO	Produtor Rural
ENDEREÇO	
CIDADE	
FONE	

**PROPRIEDADE**

PROPRIEDADE	
LOCALIZAÇÃO	
BAIRRO	
MUNICÍPIO	
INCRA / IPTU	
ÁREA TOTAL	(Hectares)

**DADOS TÉCNICOS**

ÁREA PROJETO	(Hectares)
Nº MUDAS	
ESPÉCIE	Eucaliptos:- ( ) saligna ( ) urophylla ( ) urograndis ( ) camaldulensis
ESPAÇAMENTO	2,0 X 2,0
Georreferenciamento	UTM

**TECNOLOGIA EMPREGADA**

Preparo do solo	
Adubação Química	
Tratos culturais	

**ROTEIRO DE ACESSO:-**

--

**RESPONSABILIDADE TÉCNICA:-**

TÉCNICO RESPONSÁVEL	
IDENTIFICAÇÃO	
CREA	
DATA:	
ASSINATURA	

**ORIENTAÇÕES TÉCNICAS:-****REFLORESTAMENTO POR MUDAS DE EUCALYPTUS**

A fim de garantir o pleno desenvolvimento do plantio, observar as recomendações técnicas, parte integrante do Contrato de Compromisso de plantio, como segue:

**1. ORIENTAÇÕES TÉCNICAS (Ver Anexo 1.A)****1.1. PREPARO DO SOLO****A) LIMPE TODA A ÁREA**

Fazer operação de destoca, juntando o resto de lavoura para fazer o encoveiramento.

**B) ARAÇÃO E GRADAGEM**

Após a limpeza do terreno efetue a aração e gradagem.

**C) CAMINHOS E ACEIROS**

Programar os aceiros, com no mínimo 6,0m de largura, por todo o perímetro do plantio, o que facilita a prevenção a incêndios. Em áreas inclinadas traçar no sistema de curvas de nível.

**D) COMBATE ÀS FORMIGAS**

Inicie o combate às formigas após a limpeza do terreno. Para combater a saúva, utilize formicida granulado (não em dias chuvosos). Para formigas quenquém, use mini-isca.

**E) ESPAÇAMENTO**

O espaçamento usual entre mudas é de 2m x 2m (2.500 mudas/hectare), ou outro mais conveniente de acordo com a finalidade do plantio.

**F) ADUBAÇÃO E COVEAMENTO**

Aplique 100 gramas de NPK 10-30-10 ou assemelhado, nas covas (30 cm x 30cm) antes do plantio das mudas em local definitivo. Use a mesma fórmula depois de 10 meses a um ano para cobertura. O adubo deve ser misturado com a terra antes do plantio, não podendo ser aplicado em contato direto com as raízes, pois prejudica o desenvolvimento das mudas.

**G) COROAMENTO**

Faça a coroa com pelo menos 60 cm de raio. Se a área tiver sido ocupada por braquiária, coroe com pelo menos 75 cm de raio. Tomar o cuidado de manter a coroa sempre limpa.

---

## 1.2. PLANTIO DAS MUDAS (Ver Anexo 1.A)

### A) ANO AGRÍCOLA

Compreende no período de Junho/2010 a Maio/2011

### B) RETIRADA

Examinar as mudas no viveiro, e só retirá-las se as mesmas estiverem de acordo, com o estado fitossanitário e o desenvolvimento desejado.

### C) RECEBIMENTO

Confirmando antes por escrito de que o solo está preparado com as covas prontas para receber as mudas. Nunca retire as mudas sem condições de plantio.

### D) TRANSPORTE

Ao receber as mudas do viveiro, acondicioná-las cuidadosamente para o transporte, protegendo as mesmas do vento gerado pelo movimento do meio de transporte. Recomenda-se cobrir as mudas com lona, sombrite ou outro material apropriado.

### E) PLANTIO

Após receber as mudas, plantar preferencialmente no prazo de 14 dias.

### F) ÁGUA/SOMBRA

No viveiro, as mudas estão devidamente rustificadas, devendo ser mantidas em meia sombra e ligeiramente umedecidas (não encharcar). O excesso de água e sombra podem resultar em ataques de fungos e morte das mudas.

## 1.3. TRATOS CULTURAIS

### A) ESTIAGEM

Mesmo em época de chuvas, a estiagem esporádica pode prejudicar as mudas em fase de pegamento. Deverá ser compensada por um sistema de fornecimento de água até o firme pegamento das mudas, em média de 5 litros semanais por muda (+/-12.500 litros semanais por hectare).

### B) CONSORCIO

O consórcio com outras culturas somente é recomendado quando as mudas de Eucalyptus já apresentarem bom desenvolvimento.

### C) RESULTADOS

Técnicas adequadas e pessoal treinado garantem o desenvolvimento das plantas. Assim sendo, após três meses da retirada das mudas, informar o número de mudas plantadas e em desenvolvimento, atualizando a cada seis meses as informações do desenvolvimento. Dados estatísticos confirmam que plantios criteriosamente feitos, garantem 99% de pagamento e desenvolvimento das mudas.

### D) LEGISLAÇÃO:

Nunca plante em áreas protegidas pela Legislação Ambiental, como beira de rios, córregos, lagos e lagoas, ao redor de nascentes, encostas de morros, entre outras.

### E) CORTE

Nunca corte árvores, principalmente nativas, sem a prévia autorização do DEPRN: as multas não compensam.

## ANEXO 1A

## Memorial descritivo para o plantio:

## Cronograma de plantio.

Atividades	Data:	Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Ano												
Preparo da área /Abertura de covas	1													
Adubação Pré Plantio	2													
Plantio	3													
Adubação de Cobertura	4													
Condução do Plantio														

**1. Isolamento da área:**

A área deverá ser isolada do acesso de intervenção de máquinas ou outras atividades, que possam provocar perdas no plantio.

**2. Preparo da área:**

Fazer a demarcação das covas com estacas. A área deverá ser Roçada, com foice, em forma de coroamento, 1,5 m de raio ao redor das covas de plantio, caso haja regeneração de espécies herbáceas na área. Isto como forma de reduzir a matocompetição, após o plantio e não se deixar o solo totalmente sem a cobertura vegetal das espécies herbáceas, reduzindo-se assim o processo erosivo.

**3. Abertura das covas de plantio:**

O espaçamento utilizado será de 2 x 2 metros (2 metros entre as plantas na linha de plantio de 2 metros entre as linhas). As covas serão abertas 15 dias antes do plantio (se possível), nas dimensões de 50 x 50 x 50 cm (superfície e profundidade). O "espelhamento" lateral da cova deverá ser quebrado, com o auxílio da cavadeira manual.

A terra retirada da cova deverá receber 70 gramas de (aproximadamente uma "concha de mão" não muito cheia), esta terra deverá ser bem misturada com o adubo e depois retornada para a cova, usando também de 5 à 10 kg de esterco curtido.

A cova já preenchida com a mistura de terra e adubo, deverá ser irrigada, dia sim, dia não, por 15 dias. Obs: caso não se possa esperar esses 15 dias o melhor é não fazer a adubação de plantio descrita acima, pois corre-se o risco de queimar as raízes das mudas. Neste caso deverá ser feita somente a adubação de cobertura descrita abaixo:

A adubação de cobertura será aplicada 4 meses após plantio, com adubo N - P - K - 10 - 10 - 10 na dose de 70 g, disposto na forma de filetes contínuos ao redor da projeção das copas (cerca de 70 cm de raio ao redor das mudas). As aplicações de adubo em cobertura não devem coincidir com os períodos de chuvas intensas, tão pouco quanto os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

**5. Plantio e condução das mudas:**

Deverá ser providenciado um viveiro de espera para as mudas, em local a meia sombra. No momento de se efetuar o plantio deverão ser abertas gavetas, com auxílio de cavadeira manual, no centro das covas maiores (anteriormente abertas e adubadas). Os locais em que cada espécie deverá ser plantada deverá ser aleatório, entretanto, as mudas de espécies secundárias tardias, devem ser distribuídas em toda área de plantio e devem ter como mudas vizinhas, espécies pioneiras ou secundárias iniciais (conforme esquema abaixo). Deverão ser retirados os saquinhos que embalam as mudas e tomado cuidado em manter intacto o torrão junto ao sistema radicular. Deverá ser dada destinação adequada para os saquinhos retirados das mudas, não deixá-los no terreno. As mudas deverão ser estaqueadas com varas de bambu com 1,50 m, e amarradas com material biodegradável (fios de sisal) na forma de "8", sem apertá-las.

As mudas deverão ser irrigadas se necessário.

O monitoramento de formigas deve ser constante e efetivo.

Deverá ser promovido o controle do mato (roçada), principalmente dentro do coroamento das mudas, ou seja, em um raio de 1,5 m, até o fechamento das copas. As mudas mortas deverão ser replantadas de acordo a espécie, admitindo-se uma falha máxima de 10%.