

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ÉDSON LUIZ NEGRI**

**BALANÇO DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE PAPEL E  
CELULOSE – ESTUDO DE UMA EMPRESA DA REGIÃO  
SUDESTE**

**SANTA BÁRBARA D'OESTE  
2008**

**ÉDSON LUIZ NEGRI**

**BALANÇO DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE PAPEL E  
CELULOSE – ESTUDO DE UMA EMPRESA DA REGIÃO  
SUDESTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge  
Morais Figueiredo**

**SANTA BÁRBARA D'OESTE  
2008**

**ÉDSON LUIZ NEGRI**

**BALANÇO DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE PAPEL E CELULOSE –  
ESTUDO DE UMA EMPRESA DA REGIÃO SUDESTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em -----/-----/-----

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Orientador Dr. Paulo Jorge Morais Figueiredo**  
**Universidade Metodista de Piracicaba**

---

**Prof. Dr. Gilberto Martins**  
**Universidade Federal do ABC**

---

**Prof. Dr. Mario Barraza Larios**  
**Faculdade Municipal Professor Franco Montoro**

Dedico a realização deste trabalho primeiramente a Deus por ter iluminado minha trajetória de vida, aos meus pais Luiz Negri Neto e Neusa Pereira Negri por tudo que me ensinaram, a meu filho Bruno Gustavo Negri pela compreensão da minha ausência em vários momentos.

## **Agradecimentos**

Meus agradecimentos aos meus amigos de trabalho José Rildo, Alan Arantes e Talita Bernardi que contribuíram com seus conhecimentos na realização deste trabalho.

A todos os professores do curso de especialização em voz pela transmissão de seus conhecimentos com sabedoria e humildade.

À equipe do mestrado: Coordenador Professor Doutor Nivaldo Lemos Coppini, Às secretárias Adriana, Marta, Thalita, Velma e Viviam.

Gostaria de fazer um agradecimento muito especial à pessoa que iluminou o caminho desta pesquisa, colaborando de maneira significativa na elaboração deste trabalho, sempre com muita boa vontade e dedicação: meu orientador Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo.

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo/ UNIMEP**

**BALANÇO DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE PAPEL E CELULOSE –  
ESTUDO DE UMA EMPRESA DA REGIÃO SUDESTE**

**RESUMO**

O presente trabalho consiste em uma investigação de natureza exploratória, na forma de estudo de caso, acerca da atuação de uma indústria brasileira de papel e celulose na retenção de dióxido carbônico, um dos principais causadores do aquecimento global. Este estudo analisou as contribuições da produção de papel e celulose no Brasil com relação ao Balanço de Carbono. Mais especificamente, o trabalho analisa a dinâmica do carbono do setor da produção agrícola e fabricação da celulose e papel, através do estudo de caso de uma empresa do setor localizada na região sudeste. Neste estudo constatou-se a necessidade de soluções aos impactos ambientais e de novas tecnologias, para que seja legítima a oportunidade financeira que os créditos de carbono podem proporcionar.

**Palavras-chave: Seqüestro de Carbono, Indústria de Papel e Celulose,  
Protocolo de Kyoto.**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

**Graduation Program of Production Engineering  
College of Engineering, Architecture and City Planning / UNIMEP**

**CARBON BALANCE IN THE PAPER AND PULP PRODUCTION - STUDY IN  
A SOUTHEAST AREA COMPANY**

**ABSTRACT**

The present research consists on an exploratory analysis, stated as a case study structure, about the performance of a Brazilian industry of paper and pulp regarding the retention of carbon dioxide, one of the main causes of the global warming. In this study, the contributions of the pulp and paper production in Brazil were analyzed concerning the Carbon Balance. More specifically, it analyzes the carbon dynamics of both agricultural and paper and pulp production, based on the case study of a pulp and paper company located in the southeast area. The conclusion is that it is necessary to pursue solutions, new technologies for the environmental impacts, so that the financial opportunity provided by the carbon credits is rightful.

**Keywords: Carbon Sequestration, Pulp and Paper Manufacturing, Kyoto Protocol.**

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introdução .....</b>   | <b>01</b> |
| 1.1. Justificativa .....   | 02        |
| 1.2. Objetivos do estudo .....   | 03        |
| 1.3. Metodologia da pesquisa .....                                       | 04        |
| 1.4. Estrutura do trabalho .....   | 06        |
| <b>2. Ciclo biogeoquímico do carbono .....</b>                           | <b>08</b> |
| 2.1. Ciclo do carbono .....  | 08        |
| 2.1.1. Ciclo biológico .....   | 10        |
| 2.1.2. Ciclo biogeoquímico .....   | 10        |
| 2.1.3. Carbono introduzido no solo .....                                 | 12        |
| 2.2. Concentração de carbono na atmosfera .....                          | 13        |
| 2.3. As florestas e o carbono .....                                      | 16        |
| 2.4. Fluxo de carbono na indústria .....                                 | 18        |
| <b>3. Protocolo de Kyoto .....</b>                                       | <b>21</b> |
| 3.1. Mecanismos do Protocolo de Kyoto .....                              | 24        |
| 3.2. Convenção das Nações Unidas sobre mudança do clima .....            | 26        |
| 3.3. O Brasil e o Protocolo de Kyoto .....                               | 27        |
| 3.4. Novos mercados e instrumentos financeiros .....                     | 29        |
| 3.5. Mercado de créditos de carbono .....                                | 30        |
| 3.5.1. O setor florestal brasileiro e o mercado de créditos de carbono.. | 32        |
| 3.6. Outros acordos e atividades relacionados ao carbono .....           | 33        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>4.</b> | <b>A produção e o uso de celulose e papel .....</b>   | <b>36</b> |
| 4.1.      | Uma visão panorâmica do setor .....   | 36        |
| 4.2.      | A indústria de celulose e papel .....   | 40        |
| 4.2.1.    | A Produção: Fase Agrícola .....   | 43        |
| 4.2.2.    | A produção: Fase Industrial .....   | 51        |
| 4.2.3.    | O processo de produção do Papel .....   | 54        |
| 4.2.4.    | Produto final .....   | 55        |
| 4.2.5.    | Efluentes da produção de papel e celulose .....   | 55        |
| 4.2.6.    | Pós uso e reciclagem do papel .....   | 56        |
| <b>5.</b> | <b>Uma avaliação do fluxo de carbono na produção de celulose e papel .....</b>                            | <b>60</b> |
| 5.1.      | Absorção do carbono na fase agrícola do setor .....   | 67        |
| 5.2.      | O carbono reincorporado ao solo .....   | 68        |
| 5.3.      | Fluxo de CO <sub>2</sub> associado ao uso .....   | 69        |
| <b>6.</b> | <b>Considerações finais .....</b>   | <b>71</b> |
|           | <b>Referências Bibliográficas .....</b>   | <b>74</b> |
|           | Anexo A – Seleção de matérias jornalistas citadas para exemplificar aspectos desejáveis da pesquisa ..... | 81        |
|           | A <sub>1</sub> - Livro de Regras de Kyoto está pronto .....   | 81        |
|           | A <sub>2</sub> - Protocolo de Kyoto não foi ratificado por americanos .....                               | 82        |
|           | A <sub>3</sub> - Carbono pode render R\$ 101 bilhões .....  | 83        |
|           | A <sub>4</sub> – Brasil sai na frente com leilões contra o efeito estufa .....                            | 84        |
|           | A <sub>5</sub> - Créditos de carbono já dão lucro .....   | 85        |

|   |    |
|---|----|
| A <sub>6</sub> - Kyoto faz um ano com pouco a comemorar .....                       | 86 |
| A <sub>7</sub> - Especialistas buscam fórmulas para salvar Protocolo de Kyoto ..... | 87 |
| A <sub>8</sub> - Créditos de CO <sub>2</sub> podem ser irregulares .....            | 88 |
| Anexo B – Fluxo da produção da celulose e do papel .....                            | 89 |
| Anexo C - Anexo I – países membros do Protocolo de Kyoto .....                      | 90 |
| Anexo D - Anexo II – países desenvolvidos do Protocolo de Kyoto .....               | 91 |

## Lista de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Custo da plantação de eucalipto no Brasil .....                  | 18 |
| Tabela 2: Projetos aprovados na AND brasileira .....                       | 35 |
| Tabela 3: Maiores produtores e consumidores de celulose (em toneladas).... | 38 |
| Tabela 4: Maiores produtores e consumidores de papel (em toneladas) .....  | 39 |
| Tabela 5: Produção Brasileira de Papel .....                               | 41 |
| Tabela 6: BEN 2006 .....   | 60 |
| Tabela 7: Composição elementar do eucalipto .....                          | 64 |
| Tabela 8: Pesos de uma árvore de eucaliptos .....                          | 66 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Ciclo do carbono .....                              | 09 |
| Figura 2: Ciclo biogeoquímico do carbono .....                | 11 |
| Figura 3: Efeito Estufa .....                                 | 14 |
| Figura 4: Ciclo de produção das florestas .....               | 48 |
| Figura 5: Corte da floresta .....                             | 49 |
| Figura 6: Transporte do corte .....                           | 51 |
| Figura 7: Processo de produção da celulose .....              | 53 |
| Figura 8: Pesagem da árvore de eucalipto .....                | 63 |
| Figura 9: Processo de colheita de madeira de eucaliptos ..... | 64 |

## Lista de Quadros

Quadro 1: Quantificação dos fluxos de CO<sub>2</sub> na Cadeia Produtiva do Papel.... 62

## Lista de Gráficos

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1: Concentração de CO <sub>2</sub> (ppm) desde a última glaciação ..... | 15 |
| Gráfico 2: Total de Atividades de Projeto MDL no mundo .....                    | 29 |
| Gráfico 3 – Evolução da Produção .....  | 41 |
| Gráfico 4 – Principais Produtores de Papel .....                                | 42 |
| Gráfico 5 – Plantações de Eucalipto no mundo .....                              | 50 |

## **Apresentação Pessoal**

A escolha por esse tema decorre do envolvimento e experiência do autor no segmento de produtos florestais, papel e celulose.

Tendo trabalhado por 18 anos na empresa International Paper, fabricante mundial dos produtos acima mencionados.

Entre os anos de 2002 e 2003 o autor esteve envolvido no estudo de viabilidade de uma serraria para madeira de pinus e eucaliptos, no sul do país, com capacidade para 150.000 m<sup>3</sup>/ano de madeira serrada; atualmente em operação.

Também no período de 2003 e início de 2004 o autor trabalhou no estado do Amapá, no projeto para expansão da base florestal e industrial para incremento da exportação de cavacos de madeira; pinus e eucaliptos.

Em meados de 2004 assumiu a gerência da empresa Clyde Bergemann, grupo europeu do segmento de equipamentos para a limpeza de caldeiras industriais de biomassa, onde está responsável pela implantação e operação de uma fábrica com foco no mercado de celulose e petroquímico.

Pelo exposto e tendo em vista a crescente aplicação da metodologia de crédito do carbono, o autor decidiu analisar a legitimidade do segmento de celulose e papel na oportunidade criada pelo Protocolo de Kyoto.

Destaca-se também que o autor é professor universitário na Faculdade Municipal Professor Franco Montoro, lecionando as disciplinas de Planejamento Estratégico e Administração da Produção, sendo a titulação de Mestre um diferencial para esta nobre profissão.

## 1. Introdução

Com a globalização, surge a tendência de consolidação verificada em alguns setores da indústria, e com as crescentes exigências, por parte dos mercados consumidores, surge a necessidade de se pensar no desenvolvimento de vantagens competitivas e na preocupação ambiental.

O Brasil apresenta ambientes competitivos, sendo que o setor de celulose e papel, em especial, vivencia fortemente esta experiência há anos.

A indústria brasileira de celulose e papel, desde seu início, caracterizou-se por um grande esforço para operar em condições de concorrer com os grandes produtores dos países mais desenvolvidos, devido às características deste mercado, que sempre foi marcado pela competição internacional.

A indústria brasileira, durante os últimos anos, tem-se esforçado ainda mais, em função da intensificação do processo de globalização e pressões do comércio e da concorrência internacional.

O setor de celulose e papel tem realizado um trabalho de racionalização, conseguindo alcançar ganhos de produtividade. Além disso, de acordo com a Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP (2003), nas últimas três décadas, a produção tem aumentado a cada ano, em média, mais de 7% para celulose e acima de 6% para o papel. O setor avança também nos campos da tecnologia e dos cuidados ambientais, que asseguram a qualidade de classe mundial aos produtos brasileiros e também a geração de vantagens competitivas.



Com a crescente demanda brasileira, por produtos de papel e celulose, e com a crescente oferta destes mesmos produtos no mercado internacional, surge a oportunidade para a expansão deste segmento, que, conseqüentemente, demandará mais florestas.

Estas florestas estão sendo vistas como um investimento que pode gerar recursos além da produção de celulose; está sendo discutida pelo setor, a possibilidade de obter valor monetário para o carbono armazenado na floresta, que será “seqüestrado” na formação da floresta.

A possibilidade de obter valor monetário para florestas foi estabelecida pelo Protocolo de Kyoto, firmado entre a maioria das nações. Este instrumento estabelece metas para que as emissões antrópicas sejam reduzidas em até 5% na média, com relação aos níveis verificados no ano de 1990 (EPC, 1999). Os países que não conseguirem atingir esta meta de redução podem comprar os “créditos”, daqueles que superaram a redução definida.

A sistemática dos mecanismos e instrumentos do MDL e do Protocolo de Kyoto penaliza os países desenvolvidos e cria uma oportunidade para os países em desenvolvimento de gerar receitas, que, conseqüentemente, provocariam uma preocupação na conservação desses ativos ambientais, conforme será discutido nos próximos capítulos desta dissertação.

## **2.1. Justificativa**

A escolha deste tema se deve à importância do setor brasileiro de papel e celulose para a economia do nosso país. Sua competitividade já é bem conhecida mundialmente, pois o Brasil é um dos países mais desenvolvidos na

tecnologia florestal de plantio e colheita de eucaliptos para a produção de celulose e papel, apresentando, também, um clima propício para o desenvolvimento das florestas plantadas. A empresa, objeto do estudo de caso, atualmente consegue colher florestas de eucaliptos com idade média de 6 – 7 anos, em algumas regiões do país. Esta é uma vantagem competitiva se comparada com produtores de outros continentes.

O Brasil, com suas dimensões continentais, clima apropriado, tecnologia e mão-de-obra disponível para o manejo florestal é visto como uma das principais nações para o seqüestro de carbono. Desta forma, faz-se necessário um estudo para avaliar este setor de papel e celulose, com uma visão tanto de gestão ambiental quanto de gestão mercadológica, conforme os mecanismos de créditos de carbono.

E neste sentido, Girardi (2007) diz que o Ibope entrevistou 1.400 pessoas, em todas as regiões do Brasil referente ao aquecimento global e a maioria se mostrou preocupada com este assunto: 91% disseram que já ouviram falar de aquecimento global, 86% se dizem preocupados ou muito preocupadas com o problema, 68% afirmaram que o aquecimento é um problema imediato e que deve ser combatido por todos, e, 63% disseram que a prioridade do País deve ser cuidar do meio ambiente, mesmo que isso prejudique um pouco o crescimento.

## **2.2. Objetivos do estudo**

A proposta deste estudo é analisar a dinâmica do carbono na produção de papel e celulose e as perspectivas do setor, quanto ao Protocolo de Kyoto.

Busca-se, portanto, realizar um balanço do carbono, em uma empresa da região Sudeste do Estado de São Paulo, desde o início da produção, na fase agrícola, até o produto final, no sentido de avaliar as potencialidades do setor à luz do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

### **2.3. Metodologia da pesquisa**

Gil (1991, p. 19) define pesquisa “como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Segundo Gil (1991) existem três grandes grupos de pesquisa: exploratórias, descritivas e explicativas. Estes grupos são assim definidos:

- Pesquisas exploratórias: têm como principal objetivo o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Estas pesquisas envolvem: a) levantamento bibliográfico; b) entrevistas; c) análise de caso;
- Pesquisas descritivas: têm como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno;
- Pesquisas explicativas: neste grupo de pesquisa, o ponto central é encontrar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este tipo de pesquisa é o que busca explicar a razão, o porquê das coisas.

Segundo Gil (1991, p. 48) “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Para Gil (1991, p. 48) “boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas”. Tomando por base estas definições, a metodologia adotada para elaboração deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, compreendendo as áreas de Química, Florestal e Ambiental, além de publicações elaboradas por entidades relacionadas ao setor de papel e celulose. Também foi utilizado material levantado na empresa, que neste contexto foi objeto de um estudo de caso.

Conforme Yin (2005), o estudo de caso é utilizado, quando se tem pouco controle sobre os fatos e, quando o foco se encontra inserido em um contexto da vida real.

Yin (2005) diz que a utilização do estudo de caso é apropriada à fase exploratória de uma investigação, onde os levantamentos e as pesquisas históricas são apropriadas à pesquisa descritiva.

O estudo de caso deve reunir ainda o maior número de informações detalhadas, descrevendo a experiência da empresa (MARION; DIAS; TRALDI, 2002).

Foram utilizados, neste trabalho, relatórios internos da empresa, objeto do estudo de caso, e entrevistas com engenheiros e pesquisadores florestais do grupo.

Nome de relatórios do sistema florestal, utilizados neste estudo de caso:

RL001 - Cadastro florestal com resultados de volume e custos por ha

RL042 - Resumo de área por ano de plantio

RL018 - Plano de colheita mensalizado por ano

RL020 - Plano de colheita resumo por ano e tipo de floresta

RL013 - Acompanhamento de previsto e realizado

RL040 - Resumo geral de área

## **2.4. Estrutura do trabalho**

O trabalho apresenta-se em seis capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: caracterização do problema, objetivos do estudo, justificativa do tema escolhido, bem como a metodologia da pesquisa e estruturação do trabalho.

Capítulo 2 – Ciclo biogeoquímico do carbono: ciclo biogeoquímico do carbono, através de embasamento bibliográfico.

Capítulo 3 – Protocolo de Kyoto: uma revisão da sistemática do Protocolo de Kyoto e das potencialidades do Brasil neste contexto.

Capítulo 4 – Produção e uso de celulose e papel: um detalhamento de como é efetuada a produção de papel e celulose, desde o preparo do solo, plantio, corte e transporte da madeira até a transformação para celulose e, posteriormente o papel.

Tomando como referência a dinâmica do carbono em uma indústria de produção de celulose e papel, no capítulo 5 - Dinâmica do carbono na produção de celulose e papel, é apresentada uma análise do carbono desde o plantio da floresta, seu desenvolvimento e crescimento, que são os meios de absorver o carbono da atmosfera, até o processamento da celulose e papel e, posteriormente, seu descarte.

Capítulo 6 – Considerações finais: conclusões do trabalho e como poderá servir de ferramenta para induzir alguns segmentos a preocupar-se com o meio ambiente e melhoria da qualidade de vida.

## **2. Ciclo biogeoquímico do carbono**

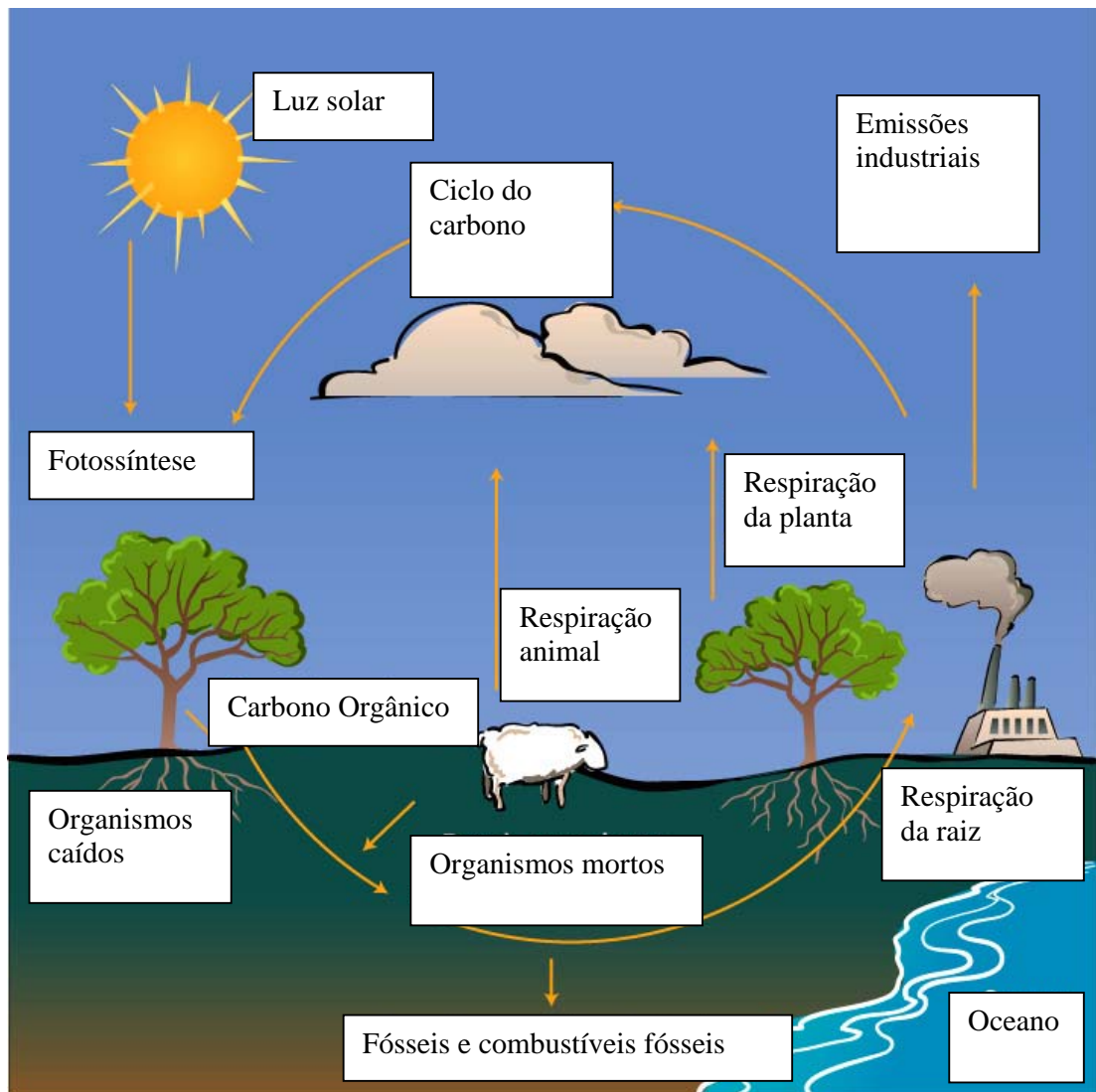
### **2.1. Ciclo do carbono**

O carbono é um elemento químico encontrado na natureza que se caracteriza como um dos elementos básicos na estrutura de compostos orgânicos. Pode ser encontrado nas formas de: diamante, grafite, carvão, óxidos, dióxidos, hidratos (CAZUZA, 2005).

As florestas, além de serem as principais consumidoras de dióxido de carbono, também representam um importante reservatório de carbono. Neste sentido, elas contêm entre 400 e 500 bilhões de toneladas de carbono, ou aproximadamente, dois terços da quantidade presente como dióxido de carbono na atmosfera (CAZUZA, 2005).

O ciclo do carbono representa uma sucessão de transformações que sofre o carbono ao longo do tempo. Trata-se de um ciclo fundamental para a manutenção do clima da terra e das atividades básicas à sustentação da vida. As florestas desempenham um papel relevante no ciclo global de carbono. O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças de Clima - IPCC), citado por Arroja, Dias e Capela (2006) mostra que nos ecossistemas terrestres nos anos 90, foram absorvidos mais ou menos 20% do carbono global, significando que 80% das emissões não foram reabsorvidas.

**Figura 1: Ciclo do carbono**



Fonte: Nature (2006)

A figura 1 mostra os passos mais importantes do ciclo do carbono:

- O dióxido de carbono, na atmosfera, é absorvido pelas plantas e convertido em açúcares, por meio de fotossíntese.
- Os animais ingerem as plantas e ao decomporem os açúcares, liberam carbono na atmosfera, oceanos e solo.
- Outros organismos, como plantas e animais, decompõem-se, devolvendo carbono ao meio ambiente.



- O carbono é trocado entre os oceanos e a atmosfera, na interação entre o ar e a água.

O ciclo do carbono acontece em duas velocidades: Ciclo biológico e Ciclo biogeoquímico. Seguem as características de cada ciclo, principalmente, a do ciclo biogeoquímico:

### **2.1.1. Ciclo biológico**

O ciclo biológico ocorre por meio das trocas de carbono ( $\text{CO}_2$ ) entre os seres vivos e a atmosfera (fotossíntese), onde o carbono é retido pelas plantas e a respiração o devolve à atmosfera. Este ciclo é relativamente rápido; estima-se que a renovação do carbono atmosférico ocorra a cada 20 anos (WIKIPÉDIA, 2006).

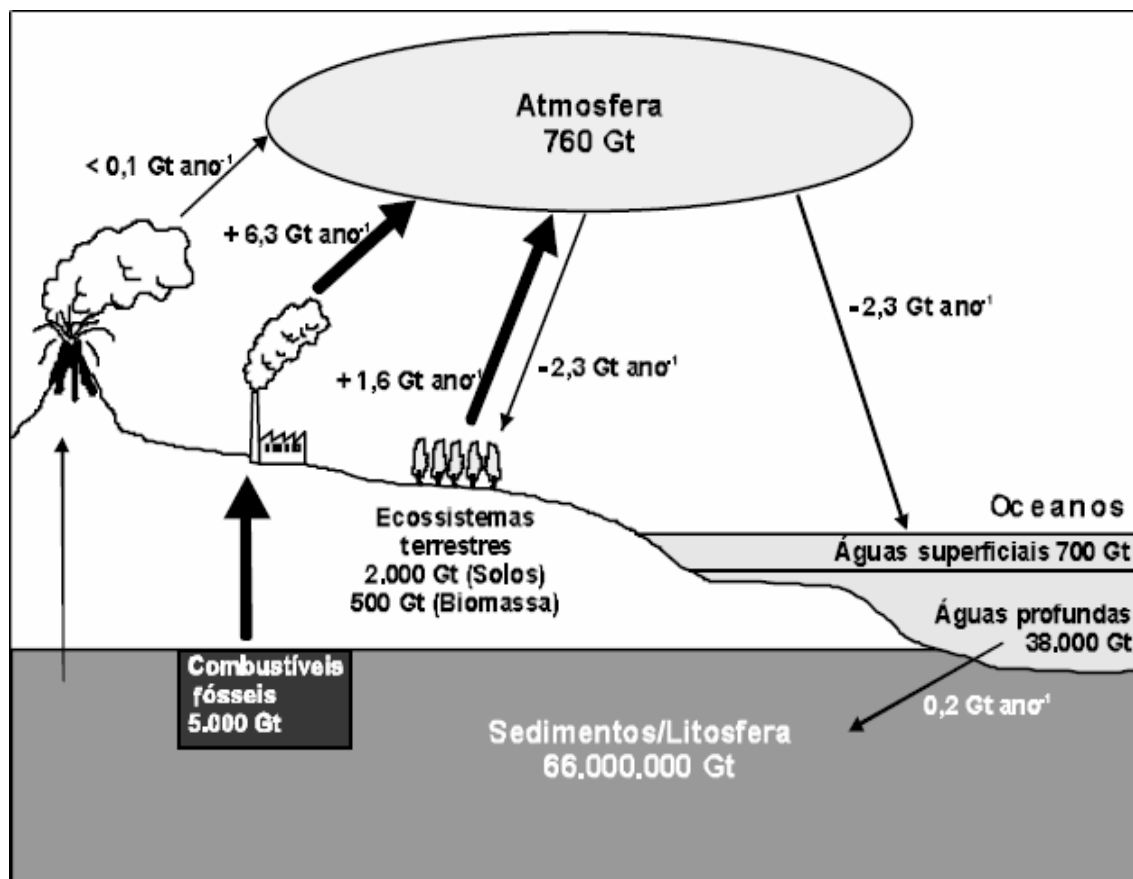
### **2.1.2. Ciclo biogeoquímico**

Este ciclo regula a transferência do carbono entre a atmosfera, a litosfera e a hidrosfera (solo, rios e oceanos). O  $\text{CO}_2$  atmosférico se dissolve na água, formando o ácido carbônico que ataca os silicatos constituintes das rochas produzindo íons. O retorno do carbono à atmosfera ocorre por erupções vulcânicas após a fusão das rochas, processo que depende dos mecanismos geológicos, geralmente, de longa duração. Além disso, a matéria orgânica sedimentada pode produzir através dos séculos: o carvão, petróleo e gás

natural devido à decomposição deste material em ausência de oxigênio (ROSCOE, 2003).

Segundo a Wikipédia (2006), o armazenamento de carbono, em depósitos fósseis, faz com que haja uma diminuição dos níveis atmosféricos de dióxido de carbono; este processo leva milhares de anos. A queima indiscriminada destes combustíveis fósseis, na sustentação de atividades industriais e de transporte, produz uma elevação de dióxido de carbono na atmosfera, ocasionando alterações climáticas, de forma rápida se comparado com o armazenamento.

**Figura 2: Ciclo biogeoquímico do carbono**



Fonte: Roscoe (2003, p. 209)

Segundo Roscoe (2003), a dinâmica do Ciclo biogeoquímico do carbono, apresentado na figura 2, ocorre da seguinte forma: o Carbono flui entre a atmosfera, oceanos, sedimentos e ecossistemas terrestres. Em seu ciclo geoquímico, as moléculas de carbono da atmosfera são dissolvidas nos oceanos, na forma de carbonatos e são depositadas como sedimentos, retornando, naturalmente, à atmosfera somente com a movimentação de placas tectônicas, levando um tempo médio de 400 milhões de anos. O carbono atmosférico pode também ser absorvido por plantas e algas pela fotossíntese, entrando no ciclo biológico do carbono, no qual o tempo de ciclagem é bem menor (100 a 1.000 anos). As setas mais espessas representam os fluxos criados pelo homem, pela mudança no uso da terra e pela queima de combustíveis fósseis. Valores em Gt (bilhões de toneladas) representam os tamanhos dos reservatórios de Carbono.

A concentração de carbono na atmosfera é resultante do balanço entre fontes e sumidouros nos ecossistemas terrestres, nos oceanos e na litosfera (figura 2); as rochas sedimentadas representam o maior reservatório de carbono no Planeta, sendo estimado em 66 milhões de gigatons de C, conforme um estudioso do German Bundestag (Parlamento Alemão) (apud Roscoe, 2003), e as trocas entre a atmosfera e este reservatório ocorrem com taxas anuais baixas. O carbono pode ser incorporado aos ecossistemas terrestres, principalmente, pela fotossíntese, e aos oceanos, tanto pela fotossíntese e dissolução na forma de carbonatos. Cientistas calculam que os solos armazenam quatro vezes mais carbono que a vegetação, e o tempo de permanência nos reservatórios varia entre dias a milhares de anos (ROSCOE, 2003).

### **2.1.3. Carbono introduzido no solo**

A importância do ciclo do carbono ganha maior relevância pela estimativa de que todo o carbono presente no ar será, completamente, trocado em menos de 20 anos, com base na fotossíntese atual. As plantas constituem o mais importante agente da redução do carbono e de importância relevante é também a operação de degradação das grandes quantidades de celulose, amido e outros carboidratos presentes no solo, sem o qual a crosta terrestre se transformaria numa impenetrável camada de plantas mortas, inadequada aos processos vitais (CAZUZA, 2005).

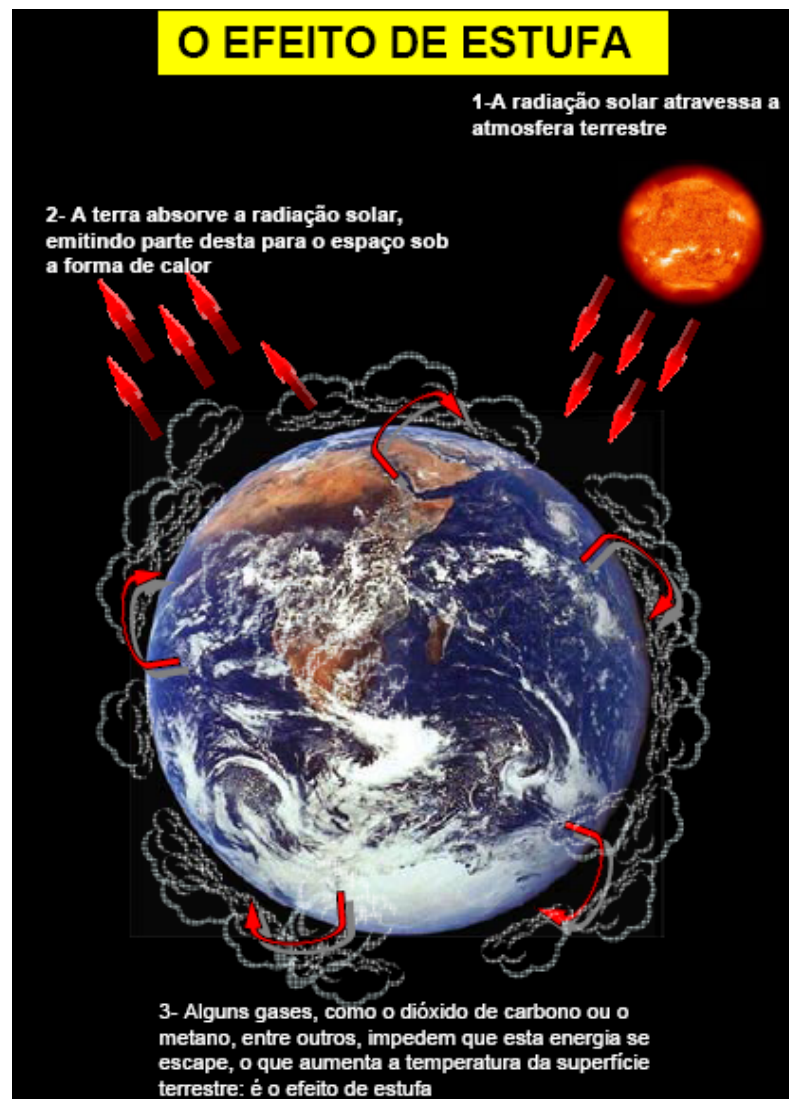
## **2.2. Concentração de carbono na atmosfera**

Segundo Correia (2006), a grande concentração de gases de estufa, como o dióxido de carbono, tem sido uma das principais causas das alterações climáticas, que têm impactos negativos sobre o ecossistema terrestre e nos setores socioeconômicos, na saúde pública e na qualidade de vida em geral.

Conforme mostra a figura 3, a camada protetora da Terra, a atmosfera reflete parte da radiação infravermelha emitida pela superfície, impedindo que esta chegue ao espaço, como uma parede de vidro numa estufa; como consequência, dá-se o aquecimento da superfície da troposfera. Neste sentido, o efeito estufa natural impede que a Terra se torne excessivamente fria, cerca de 30°C mais fria (CORREIA, 2006).

Conforme o grupo Energias de Portugal (2006), uma empresa de energia integrada, o efeito estufa ocorre, primeiramente, com a radiação solar, atravessando a atmosfera terrestre, onde a Terra absorve esta radiação, emitindo parte desta para o espaço, sob a forma de calor. E por último, alguns gases, como o dióxido de carbono ou o metano, entre outros, impedem que esta energia se escape, o que aumenta a temperatura da superfície terrestre.

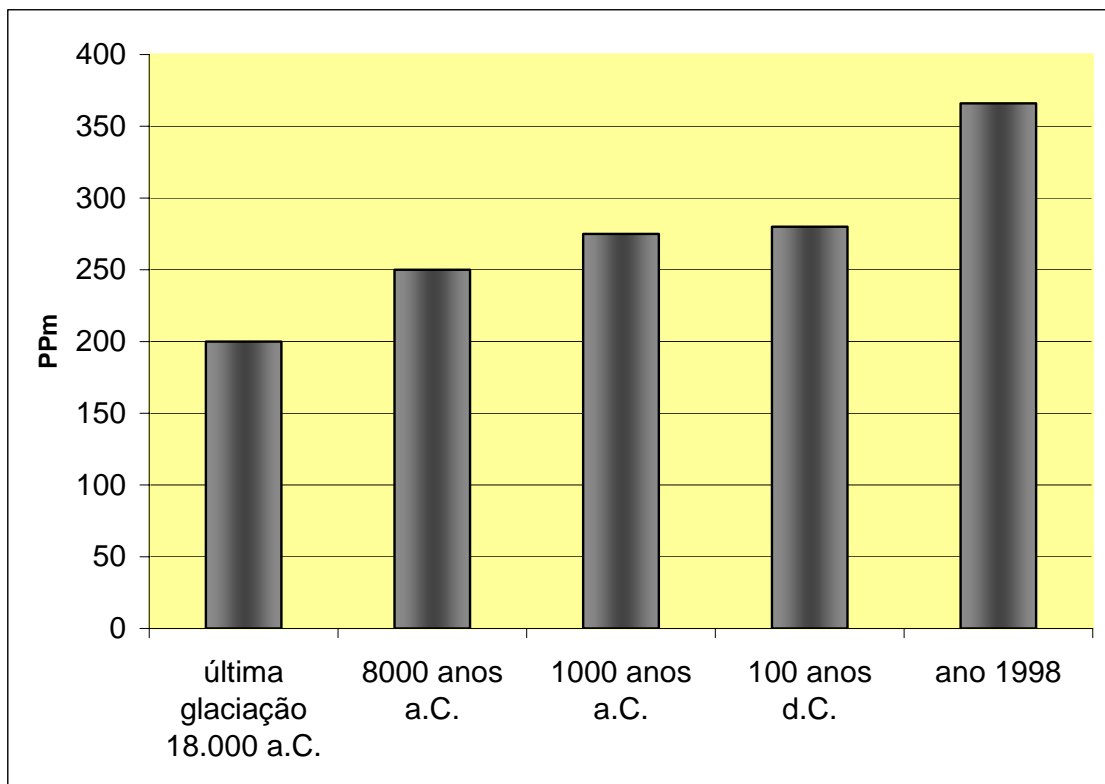
**Figura 3: Efeito Estufa**



Fonte: adaptada de Energias de Portugal (2006)

De acordo com Correia (2006), o aumento de CO<sub>2</sub>, na atmosfera, tem ocorrido de forma gradual desde a última glaciação, mas se tornou mais intenso após a revolução industrial, onde se presencia um aumento da taxa nunca visto durante os últimos mil anos (veja gráfico 1).

**Gráfico 1: Concentração de CO<sub>2</sub> (ppm) desde a última glaciação**



Fonte: Correia (2006, p. 1)

Gore (1993) cita que durante a última Era Glacial, há aproximadamente 20.000 anos, quando se congelaram grandes volumes de água no mar, o nível do mar era cerca de 9 km mais baixo que o atual. Há cerca de 10.000 anos, com o recuo das geleiras, o nível do mar subiu novamente, fixando os

americanos nativos em seus novos continentes, resultado de uma mudança climática: as temperaturas subiram e o clima global acomodou-se ao padrão que tem quase sempre mantido até os dias de hoje.

De acordo com Shukman (2006), foi registrado um aumento significativo na concentração de carbono na atmosfera, fazendo com que um novo recorde fosse atingido. A concentração de gás carbônico chega a 381 ppm (partes por milhão) acima da média registrada antes do período de industrialização, que, em 1986, era de 346 ppm.

As taxas de aumento registradas têm sido o dobro das existentes 30 anos atrás, diz Tans (apud Shukman, 2006), onde o ritmo de aumento tem-se acelerado, o que causa preocupação aos cientistas que temem que determinados níveis possam acabar provocando mudanças drásticas e repentinas.

Conforme Gore (1993), as mudanças climáticas, dentre elas o aumento da concentração de carbono, começaram a ocorrer durante pequenas variações de temperatura, que foram de 0,1°C para 0,2°C. Contudo, no século XX, houve uma elevação de três ou quatro vezes mais nas temperaturas globais, causando mudanças ainda maiores nos padrões climáticos, que, provavelmente, produzirão enorme impacto sobre toda a civilização.

### **2.3. As florestas e o carbono**

Lora (2002) diz que as florestas têm um papel importante na diminuição do teor de carbono na atmosfera, onde as plantas fixam uma quantidade que

corresponde à diferença entre a quantidade absorvida pela fotossíntese e as perdas pela respiração.

As florestas tropicais fixam cerca de 10 ton/ha.ano de carbono proveniente da atmosfera, assim plantações de 100 Mha poderiam absorver mais de 1 Gt de carbono por ano, levando em consideração que a localização da floresta e a pluviosidade da região são os fatores determinantes (LORA, 2002).

Em relação ao efeito estufa, as florestas podem ser utilizadas de duas maneiras, conforme Lora (2002):

- Passiva: seqüestrar carbono atmosférico. Esta maneira vem sendo bastante apresentada como uma das mais importantes ações na luta contra os riscos de mudança climática, com expectativa de que 15% do total das emissões sejam eliminadas.
- Ativa: substituir as emissões devidas aos combustíveis fósseis.

Segundo Balteiro e Rodriguez (2006), o carbono total capturado anualmente, considerando uma madeira de média densidade, é de, basicamente, 0,655 t/m<sup>3</sup> no Brasil, para preparação do solo e custos de plantação. No Brasil, gasta-se aproximadamente, 639 euros por hectare; já para controle de ervas daninhas, fertilização e controle de formigas, o gasto é de, aproximadamente, 155 euros por hectare no primeiro ano. A taxa do euro utilizada tem como base, o dia 31/12/2006, dados do Banco Central do Brasil, sendo de R\$ 2,83 (€ 1,00 – R\$ 2,83).

Segue tabela:



**Tabela 1: Custo da plantação de eucalipto no Brasil**

| Ano | Conceito  | Custo (Euro/Hectare) |
|-----|---|----------------------|
| 0   | Preparação do solo e custos de plantação            | 639                  |
| 1   | Controle de ervas daninhas, formigas e fertilização | 155                  |
| 2   | Controle de ervas daninhas                          | 100                  |
| 3   | Controle de ervas daninhas                          | 95                   |
| 4   | Controle de ervas daninhas                          | 95                   |
| 5   | Controle de ervas daninhas                          | 95                   |
| 6   | Controle de ervas daninhas                          | 95                   |

Fonte adaptada de Balteiro e Rodriguez (2006)

A tabela 1 mostra que com o tempo, o custo de manutenção da plantação de eucalipto reduz, ou seja, no momento 0 que ocorre a implantação da floresta o custo é 639 de Euro/Hectare; já no momento 1, há o controle de ervas daninhas, formigas e fertilização, tendo o custo de 155 de Euro/Hectare, enquanto no restante dos anos, o custo é de, aproximadamente, 100 de Euro/Hectare, podendo assim o Brasil investir nos créditos de carbono, conforme Balteiro e Rodriguez (2006).

#### **2.4. Fluxo de carbono na indústria**

O carbono, segundo Pacheco e Helene (1990), distribui-se na natureza da seguinte forma: 0,06% na atmosfera, oceanos, plantas e animais; 99,94% nas rochas e sedimentos oceânicos. Pode-se perceber que a maior parte do carbono na Terra está estocado nas camadas geológicas, nos sedimentos oceânicos, e está sob a forma de carbonatos, de carvão e de petróleo.

Os vegetais terrestres constroem seus tecidos a partir do  $\text{CO}_2$  atmosférico, é a chamada fotossíntese terrestre que retira, anualmente, da atmosfera, em um processo natural, cerca de 100 Gt de carbono em forma de dióxido de carbono. Sabe-se também que, à noite, estes mesmos vegetais liberam dióxido de carbono para a atmosfera em um processo chamado respiração e que, conjuntamente com o solo, devolvem para a atmosfera cerca de 100 Gt de  $\text{CO}_2$  por ano. O grau de atividade vegetal depende notadamente da luminosidade, da temperatura, umidade e outras variáveis. As estações do ano caracterizam bem esta situação: a primavera e o verão, com climas mais quentes, são mais favoráveis à produção vegetal, ou seja, maior absorção de  $\text{CO}_2$ ; já no outono, com a morte dos vegetais e o ataque por bactérias, existe maior liberação de  $\text{CO}_2$ . Em resumo, a fotossíntese e a respiração tanto dos vegetais como dos solos é que são os dois processos principais pelos quais passam os fluxos de carbono entre atmosfera e a biosfera (PACHECO; HELENE, 1990).

A cada ano, conforme Pacheco e Helene (1990), uma quantidade da ordem de 10 Gt de carbono, na forma de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e de outros gases são liberados para a atmosfera através de processos das atividades humanas. Nos últimos 200 anos, a concentração de dióxido de carbono, na atmosfera, aumentou 27% — decorrente da queima de combustíveis fósseis com o início da era industrial e com os desmatamentos — sendo que metade deste aumento ocorreu entre a década de 60 e 90. As concentrações de  $\text{CO}_2$ , na atmosfera, passaram de 272 ppm na era pré-industrial para 346 ppm em 1986; o aumento das concentrações de  $\text{CO}_2$ , na atmosfera, pode supostamente

prejudicar o equilíbrio estabelecido entre oceanos e biosfera que fazem suas trocas de carbono através da atmosfera.

Em concentrações normais, longe de ser prejudicial, o  $\text{CO}_2$  é fator primordial sob dois pontos de vista: metabolismo das plantas e equilíbrio climático global.

### 3. Protocolo de Kyoto

Segundo Roscoe (2003), há fortes evidências de que a maior parte do aquecimento global, observado nos últimos 50 anos, é decorrente da atividade humana. Os crescentes aumentos nas emissões de gases causadores de efeito estufa têm elevado os seus teores na atmosfera a níveis, sem precedentes, na história da humanidade. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, aumentou 31% nos últimos 250 anos.

O grande aumento dessa concentração se deu, principalmente, pela expansão das atividades no setor industrial, agrícola e de transportes, que demandou grande consumo de energia, proveniente da queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural), além do desflorestamento de novas áreas para ocupação e uso da terra com outras atividades (CENAMO, 2004).

Há evidências científicas de que as atividades humanas estão interferindo no clima do planeta. Isto levou, em 1997, à elaboração do primeiro tratado internacional para a redução nas emissões de gases causadores do efeito estufa, o chamado Protocolo de Kyoto. Neste, as nações industrializadas comprometiam-se a reduzir as emissões de gases no período entre 2008-2012 (ROSCOE, 2003).

Somente em 2004, após sete anos da assinatura do acordo, segundo Escobar, do jornal “O Estado de São Paulo” (2004), os negociadores internacionais concluíram a redação do livro de regras para a implementação do protocolo, sendo o capítulo final regulamentador da participação de projetos

florestais de pequena escala no mercado de créditos de carbono, veja anexo A<sub>1</sub>.

O Protocolo de Kyoto define que os países industrializados reduziram em pelo menos 5,2% suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em relação aos níveis de 1990. A União Européia assumiu o compromisso de reduzir em 8%; os Estados Unidos acenaram com uma redução de 7%; o Japão concordou em reduzir 6%. Alguns países, como a Rússia e Ucrânia, não assumiriam compromisso de redução e outros, como Islândia, Austrália e Noruega ainda teriam permissão para aumentar suas emissões (CENAMO, 2004).

Embora o Protocolo tenha sido assinado por 84 países, conforme Roscoe (2003), ainda não foi ratificado por todos em 2003. O maior impedimento encontra-se na recusa dos Estados Unidos ao texto, alegando, segundo o jornal "O Estado de São Paulo" (2004), que os termos do tratado coibiriam o desenvolvimento do país sem que o problema climático fosse resolvido, veja anexo A<sub>2</sub>. O Brasil ratificou o Protocolo, em 2002, assim como União Européia e Japão.

Conforme Lora (2002), os acordos em relação à redução das emissões de gases de efeito estufa enfrentaram dificuldades, ou seja, as negociações em Kyoto foram difíceis, considerando como principais causas: interesses econômicos envolvidos (produtores de carvão e petróleo, dentro e fora dos Estados Unidos); União Européia pode reduzir mais facilmente as emissões em relação ao Japão e aos Estados Unidos. Mais recentemente, o governo americano parece disposto a tomar medidas para evitar o efeito estufa, sendo pressionado pelo Senado, que pretende que os países subdesenvolvidos

sejam submetidos as mesmas limitações que os Estados Unidos; Grupo dos 77 e da China desejam que sejam estabelecidos limites aos países ricos, ficando estes isentos de qualquer redução, que possa impedir seu crescimento econômico.

Mudanças no uso da terra e no manejo de atividades florestais, que levem à retirada dos gases da atmosfera, podem ser contabilizadas e descontadas dos cortes em emissões. Existe, ainda, a possibilidade de negociação entre países de cotas de emissões, os chamados créditos de carbono. Neste contexto, a busca de alternativas associadas com a manutenção e o seqüestro de carbono, em ambientes terrestres, tem sido o objetivo de vários pesquisadores em ciências ambientais. Grande atenção tem sido dada aos solos, pois estes armazenam quatro vezes mais carbono que a biomassa vegetal (ROSCOE, 2003).

O Brasil, segundo Lora (2002), propôs a criação do Fundo de Desenvolvimento Limpo, onde os países desenvolvidos contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa nos países em desenvolvimento.

Conforme Safatle (2006), os Estados Unidos, oficialmente, rejeitam assumir compromissos para a redução de emissões do efeito estufa, amparados pela política desenvolvimentista e petrolífera. Extra-oficialmente, é crescente a adesão no país a metas voluntárias, por prefeituras, governos estaduais e até cidadãos.

Al Gore, ex-candidato à presidência dos Estados Unidos, tornou-se um dos porta-vozes contra o aquecimento global e suas conseqüências catastróficas. Seu livro e filme *An Inconvenient Truth* (Uma Verdade

Inconveniente), é capaz de esclarecer dúvidas sobre as causas das mudanças climáticas e os conseqüentes desastres. Afirma que se tivesse ganhado as eleições, os Estados Unidos teriam ratificado o Protocolo de Kyoto, pois o Congresso norte-americano tem autonomia para decidir os rumos do país.

Segundo Reuters (2007), Al Gore considerou que o acordo feito na semana do dia quatro de junho de 2007 foi insuficiente para diminuir a emissão de gases do efeito estufa. Os líderes do G8 concordaram em reduzir os gases, mas sem expectativas numéricas. Segundo Al Gore, em um evento em Milão, as oito nações mais poderosas se juntaram e foram incapazes de realizar alguma coisa, exceto abrir a possibilidade de fazer algo no futuro, em uma base voluntária, e prometer um novo pacto climático global, que estenderia e ampliaria o Protocolo de Kyoto até além de 2012.

Há algumas dúvidas, conforme afirmou um especialista ao Jornal “O Estado de São Paulo” (2007), de que os créditos de carbono podem ser irregulares, citando que um terço dos projetos desenvolvidos na Índia foi aprovado, incorretamente, e não reduz os gases do efeito estufa, pelo contrário, pode provocar um aumento dos gases na atmosfera (Anexo A<sub>8</sub>).

### **3.1. Mecanismos do Protocolo de Kyoto**

O Protocolo de Kyoto inclui três mecanismos de flexibilização a serem utilizados para cumprimento dos compromissos, que deveriam ser acompanhados e controlados por uma política social mundial, segundo o BNDES e MCT (2007):

- Implementação conjunta (JI – *Join Implementation*): permite que um país implemente projetos que levem à redução de emissões em outro país, no qual os custos com a redução sejam mais baixos.
- Comércio de emissões (*Emissions Trade*): permite que dois países sujeitos às metas de redução façam acordos através dos quais o país, que tenha diminuído suas emissões para níveis abaixo da sua meta, possa vender o excesso das suas reduções ao país que não tenha alcançado tal condição.
- Mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL (*Clean Development Mechanism – CDM*): os países participantes da Convenção das Nações Unidas sobre mudança do clima poderão desenvolver projetos que contribuam ao desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento, de maneira a ajudar na redução de suas emissões.

Os dois primeiros mecanismos, de acordo com BNDES e MCT (2007) foram constituídos para serem utilizados entre os países do anexo I, objetivando a contabilização de reduções líquidas de emissões de gases com execução de projetos em outros países, também do Anexo I.

Já o Mecanismo de desenvolvimento limpo foi acordado a partir de uma proposta da delegação brasileira que previa a constituição de um Fundo de Desenvolvimento Limpo. Este mecanismo tem por fim a mitigação de gases de efeito estufa em países em desenvolvimento, na forma de investimentos em tecnologias mais limpas, eficiência energética e fontes alternativas de energia.



De acordo com o Ambiente Brasil (2005), o Brasil poderá se beneficiar do MDL, em projetos nos setores energético, de transporte e florestal.

Exemplos de projetos nos setores energético e florestal:

- Energético: implementação de sistema de energia solar, eólica, co-geração por meio de processos químicos e de aproveitamento de biomassa;
- Florestal: reflorestamento, silvicultura e o enriquecimento de florestas degradadas.

Para que um projeto resulte em reduções certificadas de emissões, conforme divulgação do MCT (2007), referente ao status atual das atividades de projeto no âmbito do MDL, as atividades de projeto devem passar pelas etapas do ciclo do projeto, que são sete: elaboração de documento de concepção (DCP); validação; aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND); submissão ao Conselho Executivo para registro; monitoramento; verificação ou certificação; e emissão de unidades segundo o acordo de projeto. Existem projetos de reflorestamento de eucaliptos sendo avaliados, apesar de questionamentos de alguns estudiosos e pesquisadores sobre a eficiência desta modalidade; no entanto, durante a pesquisa para este trabalho não foi identificado projeto algum aprovado como reflorestamento de eucaliptos para florestas industriais, do segmento de celulose.

### 3.2. Convenção das Nações Unidas sobre mudança do clima

A convenção das Nações Unidas sobre mudança do clima estabeleceu a existência de dois tipos de países membros: anexo I (países desenvolvidos) e anexo II (países em desenvolvimento) (BNDES, MCT; 2007; 2002):

**Anexo I:** países industrializados, membros da OCDE (exceto o México e a Coréia do Sul), com grandes níveis de emissões de gases do efeito estufa (GEE), possuem condições financeiras e tecnológicas para atingir as reduções, além de países industrializados em processo de transição para uma economia de mercado (conhecidos como EITs), ou seja, a Rússia e países da Europa Central e Oriental.

Estes países se comprometem a adotar políticas com metas a serem atingidas. Têm também o compromisso de relatar, periodicamente, o andamento das suas políticas, planos e fazer inventários anuais das emissões desses gases. Aos países integrantes das EITs foi concedido flexibilidade nesses compromissos. Veja anexo C.

**Anexo II:** países desenvolvidos que devem prover recursos financeiros novos e adicionais para cobrir, integralmente, os custos por eles concordados, incorridos por países em desenvolvimento no cumprimento de suas obrigações. Também devem prover os recursos financeiros, inclusive para fins de transferência de tecnologias, de que necessitam os países em desenvolvimento, para cobrir, integralmente, os custos adicionais que por eles foram acordados, decorrentes da implementação de medidas e que sejam

acordados entre um país em desenvolvimento e a entidade ou entidades internacionais. Para o cumprimento destes compromissos, deve ser levada em conta a necessidade de que o fluxo de recursos seja adequado e previsível e a importância de distribuir os custos entre os países desenvolvidos. Veja anexo D.

### **3.3. O Brasil e o Protocolo de Kyoto**

O Brasil já declarou seu apoio ao Protocolo de Kyoto, oficialmente, ratificando o protocolo e criando o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), cuja missão é apoiar o governo na tomada de decisões e na implementação dos acordos internacionais sobre o clima. Esse fórum atua como interface entre o governo e a sociedade civil, facilitando e promovendo o diálogo sobre políticas e medidas ligadas a mudanças climáticas (FELDMANN, 2001).

Feldmann (2001) também coloca que o seqüestro de carbono é importante ao Brasil, pois cria oportunidades de reflorestamento, manejo sustentável e gera renda para populações locais, além de incentivar o investimento de empresas na recuperação de florestas.

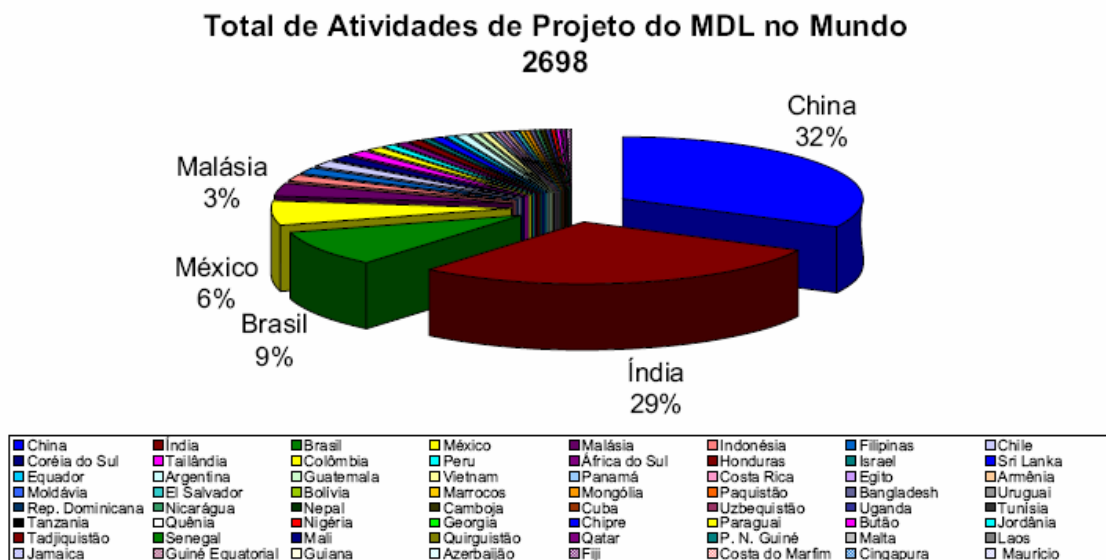
Mesmo o Brasil não tendo papel específico na questão do carbono, Feldmann (2001) comenta que o país tem sido protagonista nas negociações e, mesmo sendo baixo o preço da tonelada de carbono, pelo menos em um primeiro momento, o potencial de investimento no Brasil é considerável e deve atrair investidores.

Segundo Primi (2005), o carbono poderá render R\$ 101 bilhões para o Brasil, e o dinheiro poderá vir de empresas consideradas grandes poluidoras pela ONU. A quantidade estimada de redução de emissão é de 18 milhões de toneladas de carbono e R\$ 171,6 bilhões é a demanda anual estimada da União Européia por créditos de carbono, veja anexo A<sub>3</sub>.

O jornal “O Estado de São Paulo” (2005) também cita que o Brasil será o primeiro país da América Latina a fazer leilões para vender os créditos de carbono (anexo A<sub>4</sub>) e, em notícia mais recente de Vialli (2006), os créditos de carbono já estão dando lucro, havendo 223 projetos aprovados, sendo que 21% são brasileiros, em áreas como co-geração de energia, aterros sanitários e siderurgia.

Entretanto, o mercado dos vendedores dos créditos ainda está disperso (anexo A<sub>5</sub>).

Em 13 de novembro de 2007, última divulgação do MCT (2007), um total de 2698 projetos encontrava-se em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, sendo 800 já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e, em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o 3º lugar em número de atividades de projeto, com 199 projetos (9%), sendo que em primeiro lugar está a China, com 874 e, em segundo lugar, a Índia, com 776 projetos.

**Gráfico 2:**

### 3.4. Novos mercados e instrumentos financeiros

Segundo o BNDES e o MCT (2007), uma expectativa em relação a novos mercados e instrumentos financeiros vem sendo criada para viabilizar as transações de crédito de emissão de gases causadores de efeito estufa.

Poderá surgir, segundo Ricupero (apud BNDES; MCT, 2007), um leque de áreas de atividade comercial, que abrange desde o investimento em inovações tecnológicas até o surgimento de novos campos de atuação para analistas financeiros, os quais são responsáveis pela elaboração de projetos e aprovação de certificados. Contadores, corretoras, seguradoras, entre outros, serão incumbidos da divulgação de resultados.

Ricupero (apud BNDES; MCT, 2007) afirma que este resultado trará uma significativa transformação no modo de negociações, na forma das economias crescerem e na relação entre países ricos e pobres.

Enfim, de acordo com BNDES e MCT (2007), alguns fatores deverão ser observados na implementação desse novo mercado:

- Limite máximo de emissões totais;
- Bases para criação do direito de propriedade do produto básico;
- Taxas básicas de emissão dos países;
- Identificação dos direitos iniciais;
- Estabelecimento de regulamentação para acompanhamento das emissões;
- Cálculo dos benefícios dos programas de seqüestro;
- Anulação de emissões.

### **3.5. Mercado de créditos de carbono**

Segundo o Ambiente Brasil (2005), as agências reguladoras emitem certificados, autorizando emissões de toneladas de carbono e outros gases poluentes e as empresas recebem bônus na proporção de suas responsabilidades.

Cada bônus equivale a uma tonelada de poluentes, e cada tonelada de CO<sub>2</sub> é equivalente a US\$ 3.00, a US\$ 5.00. As empresas, que não cumprirem as metas de redução estabelecidas por lei, deverão comprar certificados das empresas mais bem sucedidas (AMBIENTE BRASIL, 2005).

Segundo Valverde, Rezende e Carvalho (2001), estes certificados deveriam movimentar até US\$ 15 bilhões em termos mundiais, com a cotação da tonelada de CO<sub>2</sub>, variando de US\$ 5.00 até US\$ 100.00. Já o Brasil,

segundo Patury (2006), poderá lucrar 3 bilhões de dólares anuais com a venda de créditos de carbono, mercado este criado pelo Protocolo de Kyoto.

Por não se tratar de um produto tangível, Valverde, Rezende e Carvalho (2001) dizem que o mercado de créditos de carbono necessitará da intervenção de outros agentes e de restrições e regulamentações claras para ser implementado, já que é negociado por meio das regras de mercado físico, em que os agentes envolvidos são produtores e consumidores, e o preço e a quantidade são resultantes do equilíbrio entre oferta e demanda.

Kassab (2005, p. 18) diz:

[...] as ações que contribuem para a preservação do meio-ambiente podem representar, para muitas empresas brasileiras, uma oportunidade real de converter seu respeito à natureza em geração efetiva de capital. Nunca a ecologia e os negócios foram assuntos tão próximos.

E Kassab (2005) ainda afirma que alguns dos segmentos que concentram ótimas expectativas na comercialização de créditos de carbono no Brasil são: siderurgia, papel e celulose, transportes, açúcar e álcool.

Koning, Oleschewski, Veldkamp et al. (2005) dizem que o projeto sobre o seqüestro de carbono pode gerar, potencialmente, renda significativa para países em desenvolvimento, mas que sua implementação real depende muito de seu custo. Em uma situação competitiva, os custos de seqüestro de carbono determinarão se investimentos serão feitos nesses projetos, já que o compromisso de Kyoto é, relativamente, pequeno em comparação com o potencial a fornecer, onde em um primeiro momento a demanda é baixa e os preços também.

Para Valverde, Rezende e Carvalho (2001), o Brasil tem todas as potencialidades para liderar esse mercado, pois é um dos poucos países que pode abrigar projetos tanto de redução de gases de efeito estufa como também

de seqüestro de carbono, em razão de possuir grande extensão de terras, mão-de-obra abundante e tecnologia, garantindo aptidões para projetos agrícolas e florestais para esse mercado.

### **3.5.1. O setor florestal brasileiro e o mercado de créditos de carbono**

De acordo com Silva, Jacovine e Valverde (2001), o Brasil apresenta as melhores condições físicas e naturais, para atender ao MDL, em razão de suas potencialidades florestais (elevada extensão de terras, clima favorável), tecnologia silvicultural avançada e uma administração florestal competente.

Mesmo o Brasil apresentando um mercado indefinido, alguns projetos florestais já estão sendo implementados no país, visando vender créditos de carbono a outros países. Os projetos florestais, segundo Silva, Jacovine e Valverde (2001), que até então, podem ser contemplados pelo MDL, são:

- **Conservação:** cerca de 80% das emissões de gases são provenientes de desmatamentos e queimadas em áreas florestais. É esperado que os recursos obtidos com a venda dos créditos de carbono supram as deficiências legais quanto à manutenção das áreas de conservação do Brasil. Manejo sustentável da floresta significa a geração de benefícios ambientais, pela conservação da floresta e de toda sua biodiversidade.
- **Recomposição de áreas com baixo estoque de carbono:** visam recompor áreas degradadas, não se permitindo nenhum tipo de uso dos recursos madeireiros dessas áreas. As



plantações florestais, com finalidade comercial e industrial, geram discussões sobre a validade dos créditos de carbono, pois não proporcionam benefícios a longo prazo.

- **Produção de madeira para fins energéticos:** os projetos florestais, com fins energéticos, receberão os créditos de carbono, pois para produção de 1 tonelada de ferro-gusa, utilizando carvão mineral, emitem-se 1,8 toneladas de gás carbônico, enquanto com o carvão vegetal resgatam-se 1,1 toneladas, reduzindo, no total, em 2,9 toneladas as emissões à atmosfera, por exemplo.

Especificamente, no setor de celulose e papel, que utiliza suas plantações com finalidade industrial e comercial (Florestas Industriais) existe a possibilidade de se caracterizar e formatar como um projeto elegível para o MDL. Entretanto, alguns estudiosos da área questionam o ciclo de vida do produto final, alegando que existe uma dependência do período em que o CO<sub>2</sub> ficará estocado, longo ou curto prazos.

Diante disso, pode-se observar o quanto o mercado de crédito de carbono é importante como instrumento à política florestal brasileira, segundo Silva, Jacovine e Valverde (2001). É por este motivo que os responsáveis têm de se empenhar para fazer com que os projetos florestais citados sejam aceitos no MDL.

### 3.6. Outros acordos e atividades relacionados ao carbono

Existem outros acordos e atividades firmadas que podem facilitar a aprovação dos projetos de MDL, em relação ao crédito de carbono.

Segundo Lopes (2002) são:

- Acordos de Marraqueche (*Marrakech Accords*): firmados durante a 7ª sessão da conferência das partes da convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, no Marrocos. Representam as decisões relativas à regulamentação do Protocolo de Kyoto.
- Assistência oficial ao desenvolvimento – AOD (*Official development assistance – ODA*): ajuda financeira fornecida pelo governo dos países industrializados aos governos dos países em desenvolvimento, com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável.
- Comissão interministerial de mudança global do clima - CIMGC: avalia e aprova os projetos considerados elegíveis no âmbito do MDL, bem como pode definir critérios adicionais de elegibilidade àqueles considerados na regulamentação do Protocolo de Kyoto.

Dentro de todos esses acordos e metas relacionados ao Protocolo de Kyoto, os países com metas de redução até 2012, segundo Amorim (2006), correm contra o tempo para cumpri-las, pois o acordo está feito e há pouco

para se comemorar, sendo os instrumentos aquém do que é necessário para conter o aquecimento global, veja anexo A<sub>6</sub>.

Foi divulgada proposta em agosto de 2006, conforme Amorim (2006), por um grupo de especialistas brasileiros e estrangeiros, que tenta agradar a todos os envolvidos com o protocolo. O documento dá sugestões de objetivos, regras e ganhos para países ricos e pobres participantes do acordo. Para os países ricos, o documento prevê uma revisão anual a fim de variar as metas, dependendo do grau de dificuldade que enfrentam; e para os países pobres, a proposta é um cálculo que junta a população, PIB per capita e emissões per capita que os faria assumirem metas no futuro (anexo A<sub>7</sub>).

No caso do Brasil, a CIMGC é quem aprova os projetos antes de irem para o Conselho Executivo do país.

Segue status dos projetos na AND brasileira:

**Tabela 2: Projetos aprovados na AND brasileira**

|  |            |
|--|------------|
| Projetos aprovados                         | 165        |
| Projetos aprovados com ressalvas           | 10         |
| Projetos em revisão                        | 14         |
| Projetos submetidos para a próxima reunião | 10         |
| <b>Total de projetos</b>                   | <b>199</b> |

Fonte:MCT (2007)

## **4. A produção e o uso de celulose e papel**

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2006), a indústria de papel e celulose é caracterizada pelo seu alto grau de investimento no setor, onde as empresas costumam integrar todas as etapas do processo produtivo, atuando desde a exploração florestal até a comercialização de celulose e papel.

Os produtores tradicionais de celulose (americanos e europeus), segundo o Ministério citado (2006), são extremamente eficientes nas operações industriais, porém possuem desvantagem nas fases iniciais da cadeia produtiva – basicamente na plantação de florestas homogêneas e na logística.

O capítulo a seguir mostra um panorama do setor e a cadeia produtiva (desde a preparação do solo ao produto acabado). Para realização deste estudo foram utilizadas informações da Bracelpa - Associação Brasileira de Celulose e Papel, International Paper do Brasil Ltda, publicações de entidades relacionadas com o setor e consultas nos sites dos principais produtores brasileiros de papel de imprimir e escrever.

### **4.1. Uma visão panorâmica do setor**

Ao final da década de 90, eram comercializados quase US\$ 90 bilhões em produtos de papel e celulose no mundo. A produção e consumo de celulose ficaram, desde então estáveis, nos países que lideram o ranking do setor,

Japão, Canadá e Estados Unidos, mas cresceram na Indonésia, China, Brasil e Finlândia (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, 2006).

Segundo a Bracelpa (2006), o desempenho do setor em 2004 indica que, com a entrada em operação das novas capacidades, principalmente de celulose de mercado, a produção de celulose alcançou 9,6 milhões de toneladas, com crescimento de 6,0% em relação ao período anterior; e a de papel expandiu-se a uma taxa de 6,8%, somando 8,5 milhões de toneladas.

A indústria brasileira de celulose e papel, desde seu início, caracterizou-se por realizar um esforço gigantesco para poder operar em condições de concorrer com os grandes produtores dos países mais desenvolvidos, devido às características deste mercado, que sempre foi marcado pela competição internacional (BRACELPA, 2006).

Segundo o mesmo órgão, o setor de celulose e papel tem realizado um ótimo trabalho de racionalização, conseguindo alcançar enormes ganhos de produtividade. Além disso, nas últimas três décadas, a produção tem aumentado a cada ano, em média, em mais de 7% para celulose e acima de 6%, para o papel; e o setor continua a avançar nos campos da tecnologia e dos cuidados ambientais, que asseguram a qualidade de classe mundial aos produtos brasileiros.

Nos últimos dez anos, as indústrias de celulose e papel aplicaram US\$ 13 bilhões na ampliação de suas capacidades. Estes investimentos, que deverão manter seu nível histórico durante a próxima década, são indispensáveis também para que o setor preserve e melhore as posições brasileiras, como sétimo produtor de celulose de todos os tipos e décimo primeiro fabricante de papel do mundo.

Seguem tabelas 3 e 4 com informações referentes aos maiores produtores e consumidores de celulose dos continentes mundiais:

**Tabela 3: Maiores produtores e consumidores de celulose (em toneladas)**

**Produtores**

| <b>Região</b>    | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Europa           | 92.772.640  | 95.518.855  | 97.571.294  | 102.526.665 |
| América Latina   | 19.010.671  | 19.972.000  | 21.493.968  | 22.850.587  |
| América do Norte | 124.321.000 | 126.180.000 | 124.601.000 | 127.458.000 |
| África           | 3.778.600   | 3.855.881   | 4.711.929   | 4.663.308   |
| Ásia             | 82.224.070  | 90.649.721  | 90.601.491  | 96.053.300  |
| Austrália        | 4.415.905   | 4.669.585   | 4.799.562   | 5.416.652   |
| Total Mundial    | 326.522.886 | 340.846.042 | 343.779.244 | 358.968.512 |

**Consumidores**

| <b>Região</b>    | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Europa           | 95.248.828  | 97.919.784  | 98.888.524  | 103.380.447 |
| América Latina   | 16.182.463  | 17.312.400  | 17.590.076  | 18.542.912  |
| América do Norte | 106.800.000 | 107.383.000 | 103.357.000 | 106.029.000 |
| África           | 3.765.160   | 3.373.204   | 4.104.893   | 4.095.524   |
| Ásia             | 105.319.174 | 113.532.377 | 117.877.991 | 125.437.924 |
| Austrália        | 3.814.254   | 3.854.090   | 4.096.856   | 4.390.536   |
| Total Mundial    | 331.129.879 | 343.374.855 | 345.915.340 | 361.876.343 |

Fonte adaptada de Paperloop (2006)

**Tabela 4: Maiores produtores e consumidores de papel (em toneladas)****Produtores**

| <b>Região</b>    | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Europa           | 95.511.701  | 101.318.646 | 104.295.730 | 109.256.128 |
| América Latina   | 15.098.871  | 15.681.890  | 16.232.894  | 17.438.665  |
| América do Norte | 100.320.000 | 101.301.000 | 100.189.187 | 103.861.917 |
| África           | 3.445.000   | 3.573.476   | 3.635.117   | 4.029.753   |
| Ásia             | 99.987.427  | 103.914.906 | 111.690.700 | 120.932.200 |
| Austrália        | 3.495.030   | 3.765.740   | 3.871.642   | 4.079.022   |
| Total Mundial    | 317.858.029 | 329.555.658 | 339.915.270 | 359.597.685 |

**Consumidores**

| <b>Região</b>    | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Europa           | 89.268.929  | 91.236.685  | 94.144.922  | 96.263.493  |
| América Latina   | 18.613.600  | 18.601.576  | 19.485.120  | 21.204.396  |
| América do Norte | 95.240.000  | 96.410.000  | 95.837.413  | 99.556.351  |
| África           | 5.159.496   | 5.394.134   | 5.422.549   | 5.883.579   |
| Ásia             | 108.381.312 | 113.502.481 | 122.684.560 | 132.426.933 |
| Austrália        | 4.384.893   | 4.460.552   | 4.877.915   | 4.956.292   |
| Total Mundial    | 321.048.230 | 329.605.428 | 342.452.479 | 360.291.044 |

Fonte adaptada de Paperloop (2006)

De acordo com a Bracelpa (2006), o setor papelheiro apóia a adoção de uma política industrial, que lhe dá a possibilidade de se tornar um agente de desenvolvimento de toda a cadeia produtiva. Tem a possibilidade, em parceria com o governo, de construir uma política conjunta de ampliação das

exportações, ajudando os outros elos da cadeia a venderem seus produtos no exterior com maior valor agregado.

Conforme Pilla (2006), a indústria brasileira de papel e celulose agrega cerca de 220 empresas, as quais produzem, em conjunto, 10,1 milhões de toneladas de celulose e 8,6 milhões de toneladas de papel ao ano, e cuja participação no PIB é de 1,4%. No ranking mundial, o Brasil é o 7º maior produtor de celulose - sendo líder na produção de celulose de fibra curta – e o 11º na produção de papel.

Segundo a Comissão de Valores Mobiliários (2007), no critério de participação percentual no PIB, o setor de papel e celulose somente perde para cinco outros setores dentro do conjunto da indústria: setores de fabricação de minerais não metálicos, fabricação de outros produtos metalúrgicos, fabricação e manutenção de máquinas e tratores, serviços industriais de utilidade pública e construção civil, ficando no mesmo patamar dos setores de fabricação de veículos, peças e acessórios, de refino de petróleo e indústria petroquímica e da indústria têxtil.

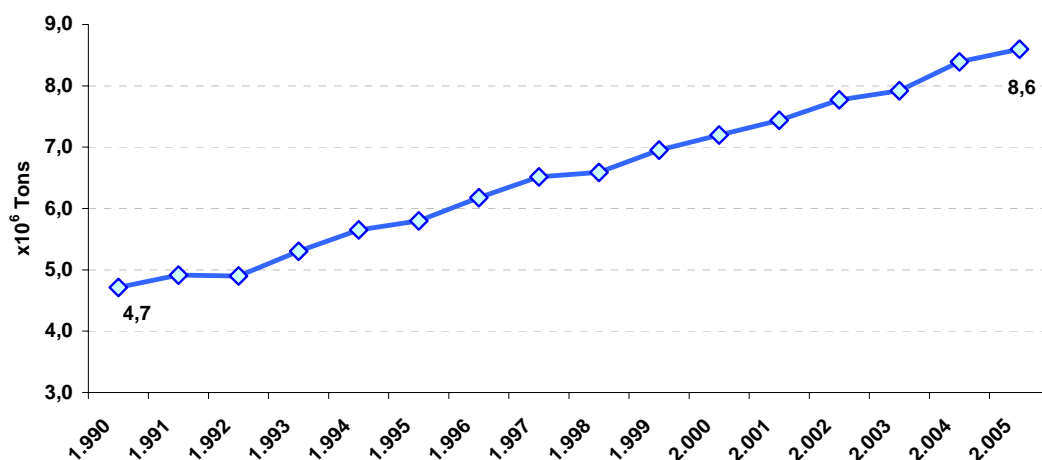
#### **4.2. A indústria de celulose e papel**

Analisando a concentração da produção entre as regiões Brasileiras, observa-se que 74% está concentrada na região sudeste; 16%, na região sul e 10%, na região nordeste. Os papéis, à base de celulose, foram os mais fabricados em 2005, representando 90% do volume total.



### Gráfico 3 – Evolução da Produção

#### Produção Brasileira de Papel



Fonte adaptada de BRACELPA (2006)

Cinco grupos empresariais concentram 46% da produção: Votorantim, Klabin, Suzano Bahia Sul, Ripasa e International Paper, sendo que os quatro primeiros usam como matéria-prima a celulose, enquanto a International Paper, única produtora nacional de papel LWC, usa pasta de alto rendimento.

**Tabela 5 – Produção Brasileira de Papel**

| 000 Tons            | CFS        | LWC        | UFS          | UWC       | Total        |
|---------------------|------------|------------|--------------|-----------|--------------|
| Suzano/Bahia Sul    | 84         |            | 516          |           | 600          |
| International Paper |            | 203        | 420          |           | 623          |
| VCP                 | 131        |            | 389          |           | 520          |
| Ripasa              | 113        |            | 304          |           | 417          |
| Outros              | 19         |            | 149          | 36        | 204          |
| <b>Total</b>        | <b>347</b> | <b>203</b> | <b>1.778</b> | <b>36</b> | <b>2.364</b> |

Fonte adaptada de International Paper (2006)

Legenda:

CFS – Coated Free Sheet

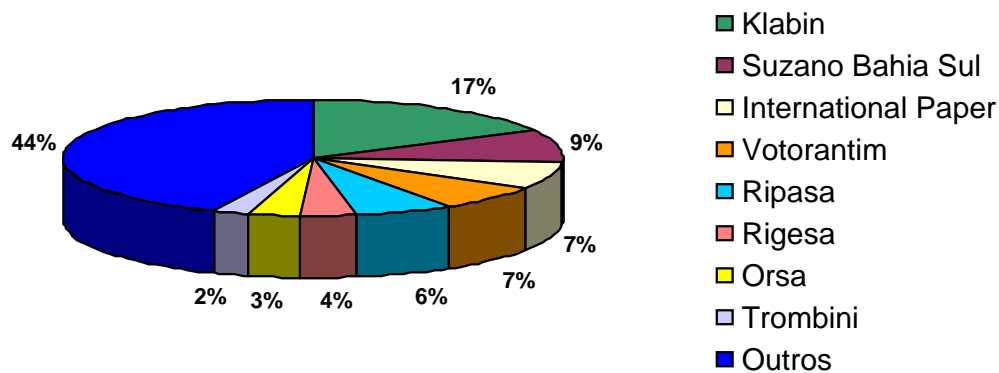
LWC – Light Weight Coated

UFS – Uncoated Free Sheet

UWC – Uncoated Wood-Containing

Os grupos Klabin, Suzano Bahia Sul, International Paper e Votorantim participaram em 2005 com, respectivamente, 17%, 9%, 7% e 7% do volume total produzido, consolidando todos os tipos de papéis, conforme o gráfico abaixo.

**Gráfico 4 – Principais Produtores de Papel**



Fonte adaptada de International Paper (2006)

O Brasil ocupa a 11ª posição como produtor de papel, contribuindo com, aproximadamente, 25% da produção mundial, ou seja, com 8,6 milhões de toneladas.

Nos últimos anos, o setor brasileiro de papel de imprimir e escrever cresceu a uma taxa média anual de, aproximadamente, 4% (vide gráfico 3), sendo responsável por cerca de 63% do total das exportações brasileiras de papéis. A categoria de papel de imprimir e escrever, em 2002, participou com 30% do total da produção brasileira de papéis.

As fases principais de produção da indústria de celulose e de papel, desde o preparo do solo até o produto final:

#### **4.2.1. A produção: Fase Agrícola**

##### **A - Preparo do solo**

Visando a minimização do impacto ambiental e a sustentabilidade das florestas, a empresa Lwarcel Celulose e Papel (2006), pertencente ao grupo Lwart, que se dedica à produção de celulose de eucalipto branqueada e outras celuloses especiais (como celulose de sisal, abacá e outras fibras naturais), tem uma unidade industrial em Lençóis Paulista, com capacidade para produzir 120 mil toneladas anuais de celulose, com projeção de ampliação para 180 mil a partir de 2007 e 210 mil em 2008, adota a prática do cultivo mínimo.

A empresa International Paper (2007) comenta que a técnica de preparo do solo está relacionada a alguns fatores: topografia da área, textura do solo e culturas anteriores ou existentes.

O preparo de solo é mecanizado, com linhas de plantio espaçadas em 4 metros. Além da desestruturação do solo, nesta operação também se realiza a aplicação de herbicida e é distribuído o adubo no sulco de plantio (LWARCEL, 2006).

Já a empresa International Paper (2007) respeita um espaçamento de 2 ou 3 metros por planta, conforme as características de cada área, acreditando ser fundamental para garantir a mecanização florestal, tanto nas operações de silvicultura quanto nas de colheita, garantindo assim a execução das melhores práticas e obtendo a máxima produtividade.

Após o plantio das mudas, realizam-se irrigações semi-mecanizadas para garantir o estabelecimento e um bom desenvolvimento das mudas. Com,

aproximadamente, 80 dias após o plantio, é realizada adubação manual sólida para fornecimento de nutrientes. Com oito meses as plantas recebem adubação mecanizada dependendo das características físicas e químicas dos diversos tipos de solos. Para maximizar a produtividade, realiza-se também monitoramento com um ano e meio a fim de detectar e corrigir eventuais deficiências nutricionais que podem ocorrer em áreas com menor fertilidade do solo (LWARCEL, 2006).

Entre as práticas da empresa, é imprescindível o combate à formiga e o controle de ervas invasoras sendo realizado com maior intensidade no início de desenvolvimento da floresta, além da conservação de estradas para combate e prevenção de incêndios (LWARCEL, 2006).

Conforme Fonseca et al. (2007), o primeiro combate a formigas deve ser realizado três meses antes da limpeza da área. O segundo combate deve ser realizado antes do plantio e o terceiro combate deverá ser efetuado, diariamente, durante uma ou duas semanas após o plantio, nos locais onde ainda se observa corte de mudas ou presença de formigas.

## **B - Plantio da floresta**

O plantio da floresta, segundo a empresa Aracruz Celulose (2006), líder mundial na produção de celulose branqueada de eucalipto, respondendo por 28% da oferta global do produto, com, aproximadamente, 252 mil hectares de plantios de eucalipto, intercalados com cerca de 133 mil hectares de reservas nativas, dá-se, primeiramente, pela formação de mudas no viveiro florestal.

Dois processos básicos são utilizados na produção de mudas de eucalipto:

- Reprodução vegetativa / estaquia;
- Germinação de sementes.

Análise de cada processo:

- Produção de Mudanças por Estaquia

São usadas brotações de eucalipto, coletadas de duas procedências: jardim clonal ou áreas de multiplicação clonal. O jardim clonal é uma área plantada exclusivamente para produção de brotações ao viveiro. Já as áreas de multiplicação clonal são plantios operacionais, realizados com o objetivo de fornecer madeira para o processo industrial (ARACRUZ, 2006).

Após o corte, as brotações são acondicionadas em recipientes com água e transportadas para o viveiro, onde são transformadas em estacas de 6 a 8cm. Após o preparo, as estacas são acondicionadas em recipientes menores, que também contêm água.

O preparo das bandejas e tubetes é realizado automaticamente por um conjunto de máquinas que procede a limpeza, esterilização, colocação e preenchimento destes com substrato. Este substrato é formado por uma mistura de composto de casca de eucalipto (70%) + vermiculita (30%) + adubo mineral (ARACRUZ, 2006).

Antes do plantio das estacas nos tubetes, estas devem ser tratadas com hormônio para estimular o enraizamento. Após o plantio, as estacas devem ser, constantemente, aspergidas com água, até serem transportadas para as casas de sombra.

Nas casas de sombra, as mudas permanecem por aproximadamente 35 dias. Durante este período é feita a coleta das folhas mortas. A irrigação é por uma unidade de controle. Até o início da emissão de raízes e brotações é importante que a umidade relativa do ambiente esteja próxima a 100% (ARACRUZ, 2006).

Após saírem da casa de sombra, as mudas aguardam seleção, onde recebem irrigação diariamente, pois é importante que o substrato permaneça sempre úmido.

Nesta ocasião, são eliminadas as folhas e raízes que ultrapassem o tubete, deixando-se somente uma brotação por muda. A classificação se dá em três tamanhos: mudas grandes, médias e pequenas. Este tamanho vai determinar somente o tempo de permanência da muda no viveiro, que pode variar de 70 a 120 dias (ARACRUZ, 2006).

- Produção de Mudas por Sementes

Neste processo, as sementes têm origem em pomares. As sementes são coletadas durante os últimos meses do ano, beneficiadas e armazenadas em câmara fria.

A semeadura é executada, automaticamente, por máquinas que realizam a limpeza e esterilização de tubetes e bandejas; fazem a colocação de

tubetes nas bandejas e o preenchimento destes com substrato e a semeadura e a cobertura da semente com vermiculita.

As mudas são encanteiradas e recebem a cobertura de uma tela plástica. Quando elas atingem entre 2 e 5cm é realizado o desbaste. Esta operação manual consiste na eliminação do excesso de mudas no tubete, deixando apenas a melhor (ARACRUZ, 2006).

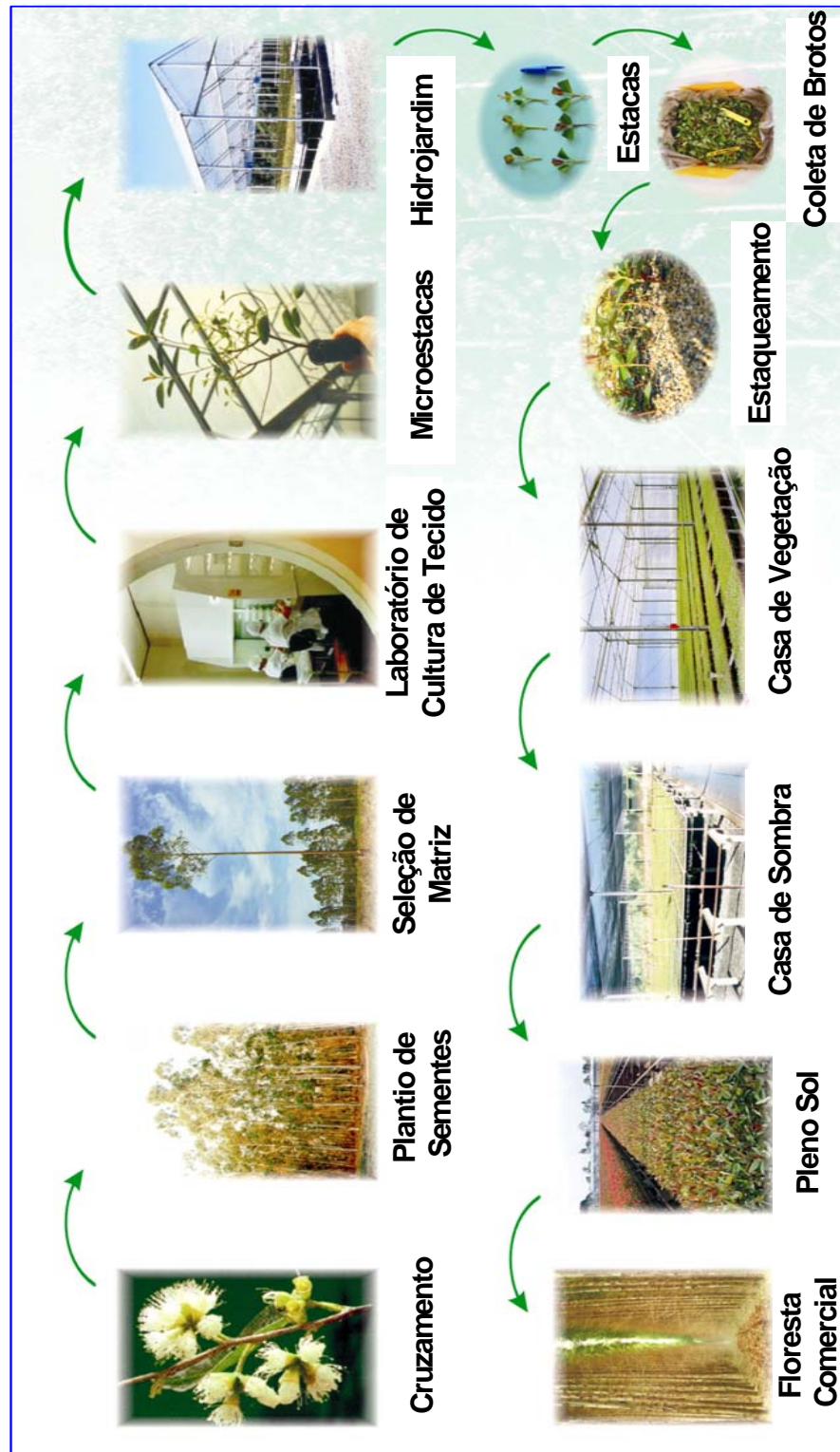
Antes do envio das mudas para plantio no campo, os lotes de mudas passam por um rigoroso processo de avaliação. Os parâmetros considerados são: comprimento, coloração, estado fisiológico da muda e consistência do torrão (ARACRUZ, 2006).

Segundo a BRACELPA (2006), as florestas plantadas se configuram como qualquer outra atividade agrícola desenvolvida pelo homem e o plantio de eucalipto é propenso a melhorar, com o tempo, as propriedades químicas do solo; o que confirma o pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Walter de Paula Lima (1993). Por fim, este plantio, ajuda a reduzir a pressão para utilizar florestas nativas como fonte de matéria-prima, contribuindo indiretamente para a defesa da Amazônia.

Figura do ciclo de produção de florestas, segundo a empresa International Paper do Brasil (2006):

Figura 4 : Ciclo de produção das florestas

## Ciclo de Produção das florestas



Fonte: International Paper (2006)



### **C- Crescimento da floresta**

O plantio das mudas é realizado obedecendo a critérios, minuciosamente estudados, que garantem melhores condições de desenvolvimento das árvores, segundo a empresa International Paper (2006). Durante o período de crescimento, as florestas de eucalipto são, constantemente monitoradas, para evitar possíveis danos causados por pragas, doenças ou incêndios florestais.

### **D - Corte da floresta**

Após sete anos de cultivo, o eucalipto está pronto para ser colhido e utilizado no processo de fabricação do papel. O corte da floresta é feito por equipamento movido a diesel e operado por um funcionário.

**Figura 5: Corte da Floresta**

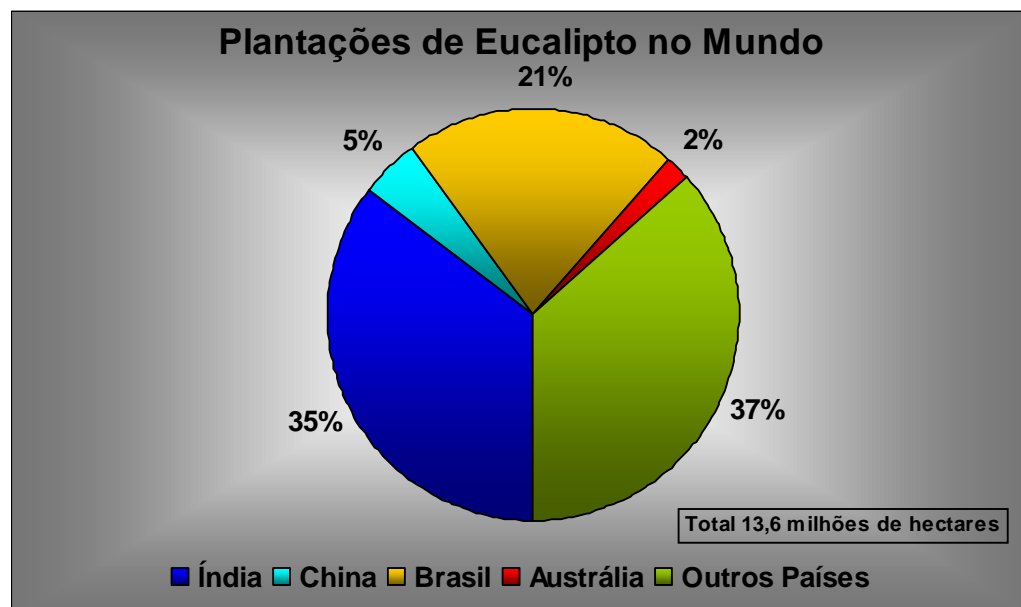


Fonte: International Paper (2007)

Assim, novas mudas são plantadas e cultivadas, garantindo um ciclo de consumo fechado, renovável e responsável na utilização das florestas comerciais de eucalipto (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

Mora e Garcia (2000) confirmam que existem no mundo cerca de 3,4 bilhões de hectares de florestas naturais. As plantações mundiais estimadas no início da década de noventa totalizam, aproximadamente, 130 milhões de hectares. Até essa data cerca de 6 milhões de hectares correspondiam a plantações com eucaliptos, sendo que 50% estavam localizados no Brasil. Atualmente, com os novos plantios realizados, a participação do Brasil foi reduzida para 21% do total, que atinge 13,6 milhões de hectares, veja gráfico 5:

**Gráfico 5 – Plantações de Eucalipto no mundo**



Fonte: adaptada de Mora e Garcia (2000)

### **E - Transporte do corte**

Segundo a empresa International Paper (2006), o transporte da madeira, já cortada e desgalhada, de seu local de origem na floresta até o local onde está o caminhão, é feito por um trator que arrasta esta madeira e depois a posiciona dentro das grades da carroceria. Em seguida, é transportada até o

pátio da indústria, aferida na portaria pelo sistema eletrônico de medição de madeira (Logmeter), e descarregada no pátio de madeira, aguardando o processo de produção.

A logística, segundo a empresa Votorantim (2006), está integrada desde o transporte da madeira cortada e também dos cavacos picados nas áreas de plantio, passando pelo transporte de celulose entre a fábrica e porto de embarque e, finalmente, as entregas da celulose e papel aos clientes.

**Figura 6: Transporte do corte**



Fonte: International Paper (2007)

#### **4.2.2. A produção: Fase Industrial**

O processo de fabricação de celulose consiste basicamente na transformação da madeira em material fibroso, que é denominado pasta, polpa ou celulose industrial (ARACRUZ, 2006).

Tem início na área de manuseio de madeira, onde a matéria-prima é recebida. As toras vêm com casca e têm, aproximadamente, 5,5m de comprimento e diâmetro, variando entre sete cm e quarenta cm. As toras são

descarregadas e cortadas ao meio. Após o corte, são processadas em descascadores de tambor rotativo.

Dos descascadores, as toras são conduzidas aos picadores, onde são transformadas em cavacos. Estes são estocados em pilhas e transportados por correias até os silos dos digestores, onde se inicia o processo de cozimento.

O cozimento consiste em submeter os cavacos a uma ação química do licor branco forte (soda cáustica mais sulfeto de sódio) e do vapor d'água no digestor, a fim de dissociar a lignina existente entre a fibra e a madeira. As fibras liberadas são, na realidade, a celulose industrial.

O digestor é um vaso de pressão, com altura aproximada de 57m, onde os cavacos e licor branco forte são introduzidos, continuamente, pela parte superior. O tempo total do cozimento da madeira é de 120 minutos, e realiza-se do topo até o centro do digestor. Do centro até a parte inferior, realiza-se uma operação de lavagem, a fim de se retirar a solução residual - o licor preto fraco (licor branco forte usado no cozimento mais lignina dissociada da madeira), que será utilizado como combustível na caldeira de recuperação.

Após a lavagem, a celulose é retirada do digestor, sendo em seguida submetida a outra operação de lavagem nos difusores, para então ser depurada. A depuração consiste em submeter a celulose industrial à ação de peneiramento (durante a lavagem, as impurezas solúveis são removidas, mas para se obter uma celulose de alta qualidade devem-se remover também as impurezas sólidas).

Após esta operação, a celulose, agora livre de impurezas, é submetida a um processo de branqueamento, que consiste em tratá-la com peróxido de

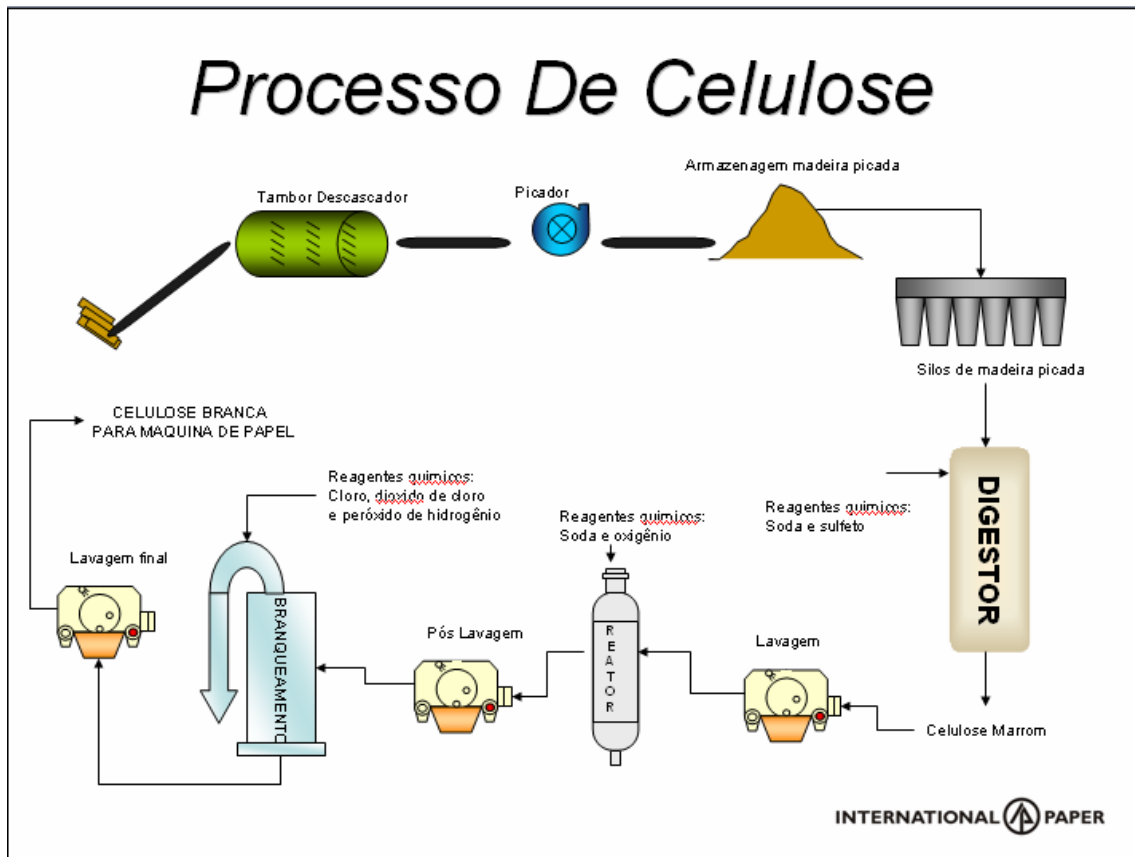
hidrogênio, dióxido de cloro, oxigênio e soda cáustica em cinco estágios diferentes, com seus respectivos filtros lavadores.

Pode-se definir o branqueamento como um tratamento que visa melhorar as propriedades da celulose industrial - alvura, limpeza e pureza química, entre outras.

Após o branqueamento, a celulose é depurada, novamente, e enviada para a secagem. Nesta operação, a água é retirada da celulose, até que esta atinja o ponto de equilíbrio com a umidade relativa do ambiente (90% de fibras e 10% de água).

A máquina de secagem é constituída de três elementos: mesa plana, prensas e uma máquina secadora. Na parte final da máquina secadora fica a cortadeira, que reduz a folha contínua em outras menores, de formato padrão, 67 x 92cm. Estas folhas formam os fardos com 250kg de celulose, oito dos quais constituem uma unidade de carga (de 2t) para fins de transporte e carregamento.

Figura 7: Processo de produção da celulose



Fonte: International Paper (2007)

#### 4.2.3. O processo de produção do papel

O processo de produção do papel, segundo a empresa International Paper (2006), começa após a celulose ficar pronta. Desta maneira, a celulose segue para a máquina de papel, onde estão adicionados aditivos para dar ao papel as propriedades desejadas.

A água é adicionada, então, à celulose em uma relação de duzentas porções da água a uma porção da fibra, e é pulverizada sobre uma tela formadora da folha. Assim a folha de papel já começa a tomar forma e

gramatura, definidas através de ajustes de velocidade e concentração da massa de celulose branqueada, feitos na máquina.

Com a máquina rodando em alta velocidade, o papel é pressionado entre telas e a água é absorvida por uma série de cilindros chamados de secadores.

Após secar, o papel atravessa um processo de prensagem e alisamento que visam: retirar o excesso de umidade existente na folha, alisar sua superfície e controlar sua espessura.

O papel sai da Calandra e segue para a enroladeira, onde a folha é transformada em um grande rolo de papel para futura confecção de rolos menores nas rebobinadeiras, denominados bobinas, que seguem padrões de tamanho pré-determinados pelos clientes gráficos.

Algumas bobinas continuam no processo passando pelas cortadeiras, onde são transformadas em folhas de papel cortado (Cutsite), adotando-se padrões de formato e gramatura.

Após o corte, as folhas são contadas e separadas, de acordo com a quantidade em que elas serão embaladas.

As empacotadeiras são responsáveis por embalar o papel cortado com 100 ou 500 folhas, conforme a quantidade determinada pela linha que está sendo produzida. Os pacotes de folhas embaladas passam a receber o nome de resmas e são encaminhadas ao processo seguinte, sendo agrupadas em caixas com 5, 10, 12 ou 50 unidades. Após o encaixotamento das resmas, as caixas são acomodadas em paletes e encaminhadas para a expedição.

#### **4.2.4. Produto final**

A partir da indústria de celulose e papel, são fabricados diversos produtos; seguem os mais comuns, de acordo com a Bracelpa (2006):

- Papel para imprensa
- Imprimir
- Escrever
- Embalagem
- Fins Sanitários
- Papel-cartão
- Outros: Cartolina, papelão, base para carbono, cigarro e afins, crepados, desenho, heliográfico, papéis decorativos e papéis químicos.

#### **4.2.5. Efluentes da produção de papel e celulose**

Um dos pontos críticos, segundo Costa (2004), na produção de papel e celulose, acontece quando as polpas são branqueadas por compostos clorados. Os efluentes, gerados pelo setor no Brasil, estão entre 30 e 100 metros cúbicos por tonelada de polpa, sendo importante seu controle já que as empresas produzem ao redor de 250 mil toneladas de polpa por ano.

De acordo com Frizzo, Silva e Foelkel (1996), os efeitos tóxicos da descarga de efluentes industriais em mananciais hídricos devem ser, intensamente investigados, uma vez que podem afetar a sobrevivência, o comportamento ou a composição genética dos organismos aquáticos, bem



como a saúde da população, que busca nestes mananciais seu suprimento de água potável.

O conhecimento mais profundo das possíveis conseqüências do despejo de efluentes industriais em mananciais hídricos, em particular, tem motivado as empresas a investirem em programas, com o fim de minimizar ou eliminar danos deste gênero aos ecossistemas.

Em uma indústria de celulose branqueada, o controle de cloretos faz-se necessário em virtude da utilização do cloro e do dióxido de cloro em um dos estágios da seqüência utilizada no branqueamento da polpa celulósica, sendo os efluentes dos primeiros estágios os que mais contribuem para a sua liberação (FRIZZO, SILVA, FOELKEL, 1996).

#### **4.2.6. Pós-uso e reciclagem do papel**

De acordo com a BRACELPA (2006), a reciclagem no Brasil se iniciou há mais de 100 anos. As primeiras fábricas brasileiras se utilizavam de papéis descartados para a produção de novos papéis.

Na medida em que se ampliava a fabricação de papel no país, a partir de matérias-primas virgens, estimulando maior consumo, paralelamente, se ampliava-se a atividade de reciclagem, conseqüência da maior disponibilidade de papéis recicláveis.

Em tempos recentes, a reciclagem vem apresentando destaque crescente, à proporção que contribui para a preservação e conservação do meio ambiente e para a solução da questão da destinação dos lixos urbanos.

Papéis usados mais utilizados na reciclagem e suas descrições:

- BRANCO

Aparas, mantas e restos de bobinas de papéis brancos, sem impressão de espécie alguma, com ou sem revestimento. Formulários contínuos de papel branco, usados, sem papel carbono entre folhas e sem revestimento carbonado. Papéis brancos usados de escritório, manuscritos, impressos ou datilografados, cadernos usados sem capas, livros sem capa e impressos em preto.

- KRAFT

Aparas de papel Kraft natural, resultantes da fabricação de sacos multifolhados, sacos de papel Kraft refugados por defeitos de fabricação ou não utilizados. Sacos multifolhados usados de papel tipo Kraft, natural ou com fibras e cores diversas. Sem escolha ou seleção.

- CARTÕES DE PASTA MECÂNICA

Aparas de artefatos usados de cartão produzidos, integralmente, de pasta mecânica.

- JORNAIS

Jornais velhos. Jornais limpos e encalhes de redação.

- CARTOLINA

Aparas de papel cartão integral, material refugado e material não utilizado, plastificadas ou não, com ou sem revestimento. Sem impressão de

qualquer espécie. Com impressão ou em cores variadas. Provenientes de cartões e cartolinas fabricados, integralmente, com celulose.

- ONDULADO

Aparas e refugos resultantes da fabricação de caixas e chapas de papelão ondulado de todos os tipos. Caixas e chapas usadas de papelão ondulado, fabricadas com capas de baixa ou alta ou média resistências, podendo conter até 20% de outros tipos de papéis que não sejam papelão ondulado.

- REVISTAS

Revistas velhas, impressas em papéis com ou sem revestimento. Revistas encalhadas ou com defeitos de impressão.

- MISTO

Papéis usados mistos, provenientes em sua maior parte de escritórios e gráficas, lojas comerciais, casas residenciais. Aparas coloridas; resíduos de papéis e cartões diversos, misturados.

- TIPOGRAFIA

Aparas e recortes coloridos provenientes de gráficas e tipografias. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%. Pré-consumo.

- IMPUREZAS

São considerados como impurezas os papéis, cartões e papelão inadequados para utilização em determinada finalidade. São ainda considerados impurezas: metal, corda, vidro, madeira, barbantes, trapos, pedras, areia, cliques, plásticos, etc.

- MATERIAIS PROIBITIVOS

Material proibitivo é qualquer material cuja presença em quantidade maior que a especificada torna o fardo, em que está contido, não utilizável para a fabricação específica de determinado tipo de papel. Seguem alguns: papéis vegetais ou glassine; papel e papelão encerados, parafinados ou betuminados; papel carbono; papel e papelão revestidos ou impregnados com substâncias impermeáveis à água; papel e papelão laminados, tratados ou revestidos com plásticos, betume ou camada metálica; colas à base de resinas sintéticas; e fitas adesivas sintéticas.

## 5. Uma avaliação do fluxo de carbono na produção de celulose e papel

As indústrias de papel e celulose respondem por 12% da energia total utilizada pelo setor industrial no Brasil, sendo que, destes, 95% são utilizados para a fabricação de papel, celulose e papel cartão. A energia é gerada basicamente por combustíveis: fósseis e biocombustíveis e neste sentido, essas indústrias acabam sendo uma das maiores contribuintes pelas emissões de carbono da área industrial (RUTH; DAVIDSDOTTIR, 1997).

Conforme os dados divulgados pelo Ministério de Minas e Energia e pela Secretaria de Energia no Balanço Energético Nacional (BEN) (2007), o maior consumo do setor de papel e celulose se encontra na Lixívia, o qual vem crescendo conforme a tabela 6 – BEN 2006.

**Tabela 6: BEN 2007**

| SETOR INDUSTRIAL - PAPEL E<br>CELULOSE | UNIDADE:<br>% |            |            |            |            |            |
|--|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| IDENTIFICAÇÃO                          | 2000          | 2001       | 2002       | 2003       | 2004       | 2005       |
| CARVÃO VAPOR                           | 1,3           | 1,4        | 1,2        | 1,2        | 1,2        | 0,7        |
| GÁS NATURAL                            | 4,4           | 6,4        | 6,0        | 6,0        | 6,3        | 6,8        |
| LENHA                                  | 16,9          | 16,7       | 14,8       | 14,6       | 15,6       | 15,3       |
| LIXÍVIA                                | 36,9          | 37,0       | 38,7       | 41,8       | 43,1       | 43,5       |
| ÓLEO COMBUSTÍVEL                       | 15,8          | 13,2       | 13,4       | 10,6       | 8,7        | 8,2        |
| ELETRICIDADE                           | 16,8          | 16,4       | 17,1       | 16,3       | 16,6       | 16,5       |
| OUTRAS                                 | 7,8           | 8,9        | 8,9        | 9,6        | 8,5        | 9,0        |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>100</b>    | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fonte adaptada de Ben (2007)

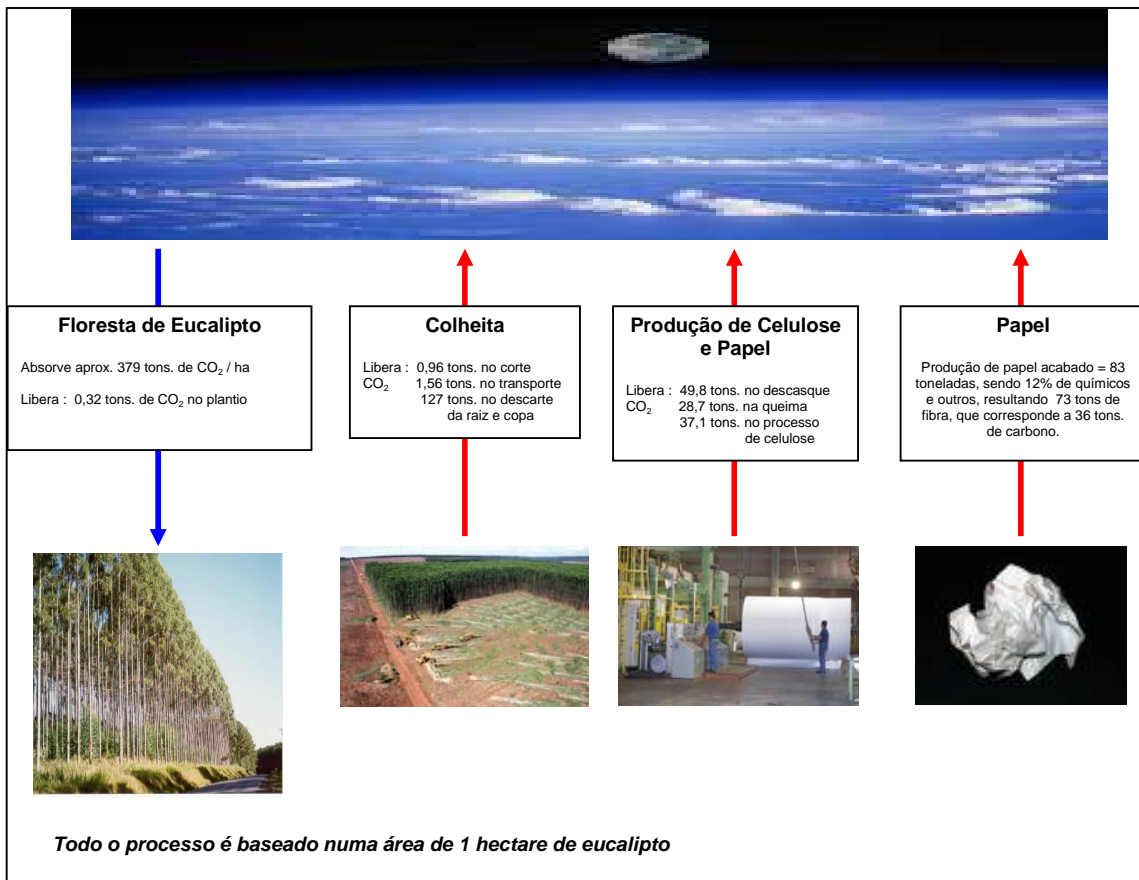
Contudo, segundo Ruth e Davidsdottir (1997), a eficiência energética, nestas industriais, melhorou de 38,32 milhões de Btu, por tonelada, em 1972, para 29,95 milhões de Btu, por tonelada de produção, em 1995. Este aumento

de eficiência se deu pelas melhorias em práticas de administração interna e em tecnologias existentes.

Se por um lado a energia utilizada por tonelada diminuiu, por outro a demanda pelo papel é a maior registrada em termos per capita no mundo. Desta maneira, na ausência de políticas eficientes sobre o clima, taxas de adoção de tecnologias e melhorias de eficiência na indústria combinadas com expansões de taxas de produção é provável que resulte no aumento de emissões de carbono (RUTH; DAVIDSDOTTIR, 1997).

Todo o processo entre a implantação da floresta, corte e transporte da madeira, posteriormente, o descasque e processamento das toras para a obtenção das fibras para a celulose libera gás carbônico, mas numa quantidade menor do que aquele que foi seqüestrado. Entretanto, quando analisamos a vida útil do produto final, o papel, fica uma dúvida se, realmente, existe o anunciado benefício ao meio ambiente, veja o quadro 1.

### Quadro 1: Quantificação dos fluxos de CO<sub>2</sub> na Cadeia Produtiva do Papel



Fonte adaptada de International Paper (2007)

O quadro 1, apresenta, de forma sintetizada, todo o processo de implantação da base florestal, colheita e transporte dessa matéria-prima, fabricação da celulose e, posteriormente, do papel até o descarte deste material na natureza.

Na implantação de uma nova floresta, antes de ocorrer o mencionado seqüestro de carbono, ocorre o inverso desta idéia, pois, quando se inicia o processo de preparo do solo, plantio, irrigação, adubação e manutenção florestal (desbaste e combate as pragas) ocorre liberação de carbono para a atmosfera.

No quadro 1, pode-se observar que na preparação/plantio da nova floresta há uma liberação de, aproximadamente, 320 quilos (0,32 tons) de CO<sub>2</sub> por hectare de eucaliptos grandis plantado, pois é necessário o trabalho com equipamentos para preparo do solo, plantio, manutenção da floresta, irrigação, adubagem; e estes procedimentos são efetuados com a ajuda de máquinas movidas na maioria das vezes a óleo diesel.

Na área de 1 hectare, com o espaçamento entre árvores de 8,5m<sup>2</sup>, descontando-se alguns corredores para manutenção florestal, obtêm-se, aproximadamente, 1100 árvores que, durante o período de 7 anos, atingem um peso, médio por unidade de 426 quilos, incluindo-se: raiz, caule e copa. Este peso foi baseado em um experimento com uma amostragem de 28 árvores de eucaliptos de uma floresta da região sudeste.

**Figura 8: Pesagem da árvore de eucalipto**



Fonte adaptada de International Paper (2007)



Esta árvore possui aproximadamente 55% do seu peso em água, sendo assim sua matéria seca é de 192 quilos. A árvore de eucaliptos é composta de 49% do seu peso em carbono, conforme tabela 7, o que representa 94 quilos por unidade.

**Tabela 7: Composição Elementar do Eucalipto**

| C     | H    | O     | Outros |
|-------|------|-------|--------|
| 49,0% | 5,8% | 43,9% | 1,3%   |

Fonte adaptada de Bizzo (2007)

O peso de 1 quilo de carbono reage com 2,667 quilogramas de oxigênio e forma 3,667 quilogramas de CO<sub>2</sub>, assim sendo, cada árvore de eucaliptos absorve a quantidade de 344 quilos de CO<sub>2</sub>, veja tabela 8.

**Tabela 8: Pesos de uma árvore de eucaliptos**

| <b>Árvore de Eucaliptos</b> |           |                 |                         |
|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------------------|
| Peso Médio                  | Peso Seco | Peso do Carbono | Peso do CO <sub>2</sub> |
| 426,0                       | 191,7     | 93,9            | 344,5                   |

Quilos por unidade

Fonte adaptada de Bizzo (2007)

A floresta, depois de formada e amadurecida, absorveu 379 toneladas de dióxido de carbono por hectare durante seu crescimento. Tomando-se como base a quantidade de 1100 árvores e o peso de 94 quilos de carbono, por unidade, obtemos o montante de 103 toneladas de carbono.

O processo de seqüestro se encerra no momento em que começa a sua colheita, pois nesta fase termina o ciclo de vida da árvore, já que ocorre no campo um corte e desgalhe.

**Figura 9: Processo de colheita de madeira de eucaliptos**



Fonte: International Paper (2007)

Este processo também devolve o carbono acumulado para a atmosfera, pois existe uma parte do material orgânico (raiz, copa) que já fica no campo num processo de putrefação. Segundo relatório sobre florestas de eucaliptos do Ministério da Ciência e Tecnologia seria de 21% raiz e 12,38% copa, totalizando 127 tons por hectare, isso se considerando 379 tons/hectare de CO<sub>2</sub> absorvido. Vale comentar que, no experimento feito, foi possível observar que, comparando-se com a variação entre os percentuais do MCT, a diferença é inferior a 10%. O sistema de colheita, que é totalmente automatizado, libera uma média de 960 quilos de CO<sub>2</sub> por hectare, pelos combustíveis consumidos no funcionamento dos equipamentos florestais, numa estimativa baseada nos relatórios de custeio da empresa objeto do estudo. Neste caso, foi utilizada

uma média para o consumo dos combustíveis, pois dependendo da topografia da área a ser cortada, é necessária uma combinação diferente de máquinas.

A tora de madeira, disponibilizada no campo, necessita de um transporte para a fábrica e o meio mais utilizado no Brasil é o rodoviário. Na empresa objeto do estudo, a distância média entre a floresta e a fábrica é de 70 km. Nesta atividade, ocorre novamente a liberação de carbono, quantificada em 1,56 tons por hectare de madeira transportada, também dimensionado com base nos relatórios de custeio da empresa.

Na fábrica, a matéria-prima recebida passa por um processo de descasque e seleção, já que a casca do eucalipto e as toras de menor diâmetro não são consideradas no processo de fabricação da celulose. Sendo assim, este material é queimado para a geração de energia e vapor. Nestes dois processos são liberados, aproximadamente, 78,5 tons de CO<sub>2</sub> calculados sobre o rendimento de 1 hectare de eucaliptos.

Após o descascamento da madeira para celulose (toras de diâmetros maiores), a mesma é enviada para picagem (cavacos) e, posteriormente, para o digestor (vaso de pressão que possibilita o cozimento termoquímico da madeira). Deste processo, resultam o licor negro (lixívia negra) e a pasta de celulose. A lixívia negra é enviada para a planta de recuperação, sendo que a parte orgânica é queimada na caldeira de recuperação química para geração de vapor, que será utilizado na cogeração de energia elétrica. Já a parte inorgânica é transformada em licor verde; este, por sua vez, deverá ser transformado em licor branco para re-utilização no digestor. A pasta de celulose é enviada para o sistema de lavagem (clareamento da fibra de madeira) e na seqüência, este material é disponibilizado para a planta de

branqueamento. No processo fechado de fabricação da celulose foi lançada, na atmosfera, uma quantia estimada em 37,1 tons por hectare de madeira disponibilizada para a planta fabril. Na fabricação do papel, utiliza-se esta pasta de celulose branqueada, juntamente com a carga (carbonato de cálcio) e aditivos (alvejantes e cola). Toda essa mistura é processada na máquina de papel que, através de uma prensagem e secagem, consegue produzir o “rolo jumbo” (rolos com 4 metros de largura e aproximadamente 17 toneladas de papel).

O papel acabado é disponibilizado na proporção de 83 tons/hectare para os consumidores finais e indústrias gráficas que, por sua vez, utilizam-se deste material para a venda ou manufatura de novos produtos baseados em papel; livros, revistas, catálogos, jornais, etc. Estes novos produtos e o papel, propriamente dito, são dispensados após utilização rapidamente. Consequentemente, deteriora-se, liberando o carbono armazenado na floresta durante anos num período muito menor.

Analisando somente o CO<sub>2</sub> que está contido no papel produzido pela fábrica, constatamos que o montante é de 73 toneladas de fibras, pois 12% do peso referem-se a químicos e outros. Estas fibras de eucaliptos são formadas por 36 toneladas de carbono, que podem se transformar em 131 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel, o índice de reciclagem de papel, no setor, é da ordem de 37%, mas, na empresa objeto do estudo, somente é utilizado fibra de celulose virgem.

### **5.1. Absorção do carbono na fase agrícola do setor**

Na fase agrícola, efetua-se, primeiramente, uma emissão de CO<sub>2</sub> no momento da implantação da nova floresta, pois é necessário efetuar o preparo do solo e o efetivo plantio, que, atualmente, são executados por meio mecânico (implementos agrícolas movidos a óleo diesel). O processo de colheita e transporte da madeira também geram emissões de gás carbônico. Entretanto, pelo estudo elaborado pela INTERNATIONAL PAPER, baseado em pesquisa própria e revisão da literatura do Ministério da Ciência e Tecnologia, fica explícito que o plantio e o corte de uma nova floresta, para o aproveitamento das toras na fabricação de celulose, conseguem mesmo, descontando as emissões necessárias nesses processos, ser um fixador de carbono significativo.

No quadro 1, considerou-se uma floresta de eucaliptos em uma área de um hectare, pode-se observar a fixação que ocorreu na floresta e as emissões promovidas pela colheita e transporte dessa madeira. Esse cálculo é baseado em informações levantadas por pesquisas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. No levantamento dos dados, foi observada a quantidade de litros de diesel consumido pelos equipamentos de colheita, transporte e reflorestamento. Depois foi calculado o volume de madeira produzido pela floresta, num período de 7 anos, com uma taxa de incremento médio anual (IMA) de 26 m<sup>3</sup>/ano. Também temos a informação de como é a distribuição da fixação de carbono na árvore, já em toneladas.

## **5.2. O carbono reincorporado ao solo**

De acordo com o Lead (2007), o efeito imediato do corte das florestas é a produção e liberação para a atmosfera de gases como o dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, hidrocarbonetos não metânicos, óxido nítrico, cloreto de metilo, e várias outras partículas. Durante a derrubada e a queima de uma floresta, o dióxido de carbono, que esteve seqüestrado por períodos que vão de décadas a séculos, é subitamente libertado e devolvido à atmosfera, destruindo também um importante sugadouro de dióxido de carbono atmosférico. Por isso, as derrubadas têm impactos a curto prazo e impactos a longo prazo no balanço global do dióxido de carbono.

Se a floresta não regenerar, o dióxido de carbono libertado permanece na atmosfera. Se o ecossistema regenerar completamente, como tende a acontecer em condições adequadas, o dióxido de carbono é, eventualmente, removido da atmosfera por via da fotossíntese e é reincorporado ao novo crescimento vegetativo. Contudo, se a regeneração for impedida, o dióxido de carbono não é reincorporado na vegetação e/ou solo. Outras emissões gasosas, contudo, permanecem na atmosfera (LEAD, 2007).

## **5.3. Fluxo de CO<sub>2</sub> associado ao uso**

O dióxido de carbono é liberado de diversas maneiras na atmosfera, mas seguindo o foco do trabalho, será analisada a sua associação ao uso do papel, que teve como matéria-prima básica a celulose provida das florestas que seqüestraram o CO<sub>2</sub>.

O papel é o principal produto elaborado com a celulose, principalmente, no caso da empresa analisada no estudo. Numa avaliação pessimista, poderíamos considerar que todo o papel produzido pela International Paper no Brasil liberaria o CO<sub>2</sub> em curto ou médio prazos. Mas, existe a questão do material que fica imobilizado: livros, revistas, documentos, etc., ou aquele papel que é descartado como sucata, mas que tem como destino final a reciclagem.

De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia, 37% do papel produzido retorna para as fábricas como matéria-prima para um novo produto, através da reciclagem das aparas de papel. Este processo inicia-se com a separação das aparas por uma espécie de liquidificador industrial. Em seguida, mistura-se este material com uma quantidade de água e temos, então, uma pasta celulósica que depois de depurada passa por um processo de branqueamento e, posteriormente, abastece a máquina de papel. Neste caso, o CO<sub>2</sub> seqüestrado pela floresta, continuaria fixado no produto final. Então, podemos concluir que, na prática, o CO<sub>2</sub> que fica hoje fixado é a porcentagem máxima de 37% do papel produzido e não o balanço de CO<sub>2</sub> projetado para uma nova floresta. Neste caso, a empresa analisada não seria eficaz, pois nesta unidade fabril só é utilizada fibra de celulose virgem.

## 6. Considerações Finais

A preocupação com o meio ambiente é uma atitude necessária para se garantir a qualidade de vida para as futuras gerações. Recentemente, ocorre no mundo, toda uma discussão crescente sobre aquecimento global, sustentabilidade, seqüestro de carbono, etc. Muitos países e empresas se dizem conscientes e ativas sobre estes temas. Entretanto, quando analisadas algumas ações de maneira mais crítica, pode-se perceber que, em alguns casos, o efeito é mais de marketing, financeiro ou uma questão de sobrevivência de determinado negócio; não existe o tão mencionado e divulgado benefício para o meio ambiente.

A sociedade deve continuar exigindo de governos e instituições uma atitude de maior eficácia quanto à preservação e melhoria do ambiente em que vivemos.

A melhoria da qualidade de vida é um desejo pertinente ao desenvolvimento do ser humano. A satisfação desta necessidade obriga governos e empresas a produzirem os bens que devem servir para saciar o anseio da sociedade, conseqüentemente, será necessária mais matéria-prima proveniente dos recursos naturais.

Existe a possibilidade da atividade de reflorestamento ser enquadrada no MDL, apesar de alguns estudiosos questionarem a validade dos créditos de carbono, já que a floresta é plantada, mas depois cortada. Entretanto, outras empresas do setor argumentam que a floresta foi elaborada, cortada e novamente plantada, fazendo com que o CO<sub>2</sub> continue sendo estocado. Estes



diferentes pontos de vista deixam uma dúvida sobre a validade ou não dos referidos créditos de carbono.

O trabalho apresentado deve servir de ferramenta para induzir certos segmentos, neste caso, o de produção de celulose, a preocupar-se com outros pontos importantes, como: desenvolvimento de novas tecnologias de produção, análise do produto pós-uso, a logística reversa dos resíduos, a maior participação da reciclagem no processo, a inovação tecnológica no processo de reciclagem, etc.

Toda sociedade deve buscar o desenvolvimento de forma madura, isto é, levando em consideração a postura ética daqueles que fazem parte dela. Caso existam integrantes que não conseguem se adequar a essa filosofia, cabe ao governo ou a própria população manifestar sua insatisfação e penalizar os responsáveis por essa divergência.

Recentemente, o Protocolo introduziu limites de emissão para as nações industrializadas signatárias, estabelecendo a meta de reduzir em 5% os níveis de emissões de 2008 a 2012, em relação ao volume registrado em 1990. Esta atitude mostra a crescente conscientização da necessidade de se mitigar este problema.

Na empresa analisada pelo estudo, foi concluído que o balanço de emissões é praticamente nulo, pois a empresa seqüestrou com 1 hectare de eucaliptos, uma média de 379 tons de CO<sub>2</sub>, mas liberou a maior parte deste material durante o processo de produção de 83 tons de papel acabado. Este volume de papel representa 131 toneladas de CO<sub>2</sub> que, na forma de papel, deverá ser descartado em curto prazo. Consequentemente, não seria uma empresa elegível para se beneficiar com a venda de créditos de carbono. Seria

interessante, um estudo mais detalhado sobre as outras emissões indiretas de CO<sub>2</sub> de uma fábrica: área administrativa, área de vendas, logística do produto acabado, manutenção, etc. Também é válido um estudo mais detalhado sobre o material que é deixado no campo (raiz, galhos, folhas), pois pode sofrer diferentes transições provocadas pelas múltiplas variáveis (clima, solo, temperatura, material genético).

Contudo, existem anúncios de empresas do mesmo setor no Brasil, analisando a oportunidade para o comentado crédito de carbono. Esta possibilidade pode existir, mas deve ser analisada e aferida, levando-se em consideração os pontos mencionados neste trabalho, pois pode ocorrer do estudo ser tendencioso.

A adesão ao mercado de crédito de carbono pode se transformar em uma ferramenta para geração de caixa para algumas empresas. O Protocolo foi elaborado com o objetivo de gerar projetos que tragam benefícios adicionais ao meio ambiente. A floresta de eucalipto, para a produção de celulose, é indispensável à atividade econômica da empresa e, portanto, pode não se enquadrar neste contexto ambiental.

O setor brasileiro de celulose e papel caminha para a liderança mundial deste segmento, portanto será necessário buscar soluções aos impactos ambientais, sóciopolíticos e econômicos, para que ocorra um aproveitamento saudável das oportunidades que estes negócios proporcionaram ao país e a humanidade.

## Referências Bibliográficas

ABNT. **Informação e documentação, referências e elaboração**. Rio de Janeiro: Abnt, 2002.

AMBIENTE BRASIL. **Ciclo do carbono**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agropecuario/index.html&conteudo=./agropecuario/artigos/ciclocarbono.html> >. Acesso em: 16 mai. 2006.

\_\_\_\_\_. **Fixação de carbono**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.html&conteudo=./gestao/fixacao.html>>. Acesso em: 03 fev. 2005.

AMORIM, Cristina. **Kyoto faz um ano com pouco a comemorar**. São Paulo: Jornal “O Estado de São Paulo”, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Especialistas buscam fórmula para salvar Protocolo de Kyoto**. São Paulo: Jornal “O Estado de São Paulo”, 2006b.

ANSOFF, Igor. **A Nova Estratégia Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

ARROJA, L; DIAS, A,C; CAPELA, I. **The role of eucalyptus globulus forest and products in carbon sequestration**. Madrid - Spain: Elsevier, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório Estatístico 2002**. São Paulo, 2003.

BALTEIRO, Luis Diaz; RODRIGUEZ, Luiz C. E. **Optimal rotations on eucalyptus plantations including carbon sequestration – a comparison of results in Brazil and Spain**. Forest Ecology and Management: Elsevier, 2006.

BIZZO, Waldir A. **Emissões atmosféricas da biomassa para fins energéticos**. 2007. Disponível em: <http://www.nipeunicamp.org.br/palestras/WaldirABizzo.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2008.

BNDES; MCT. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. Rio de Janeiro: Departamento de Relações Institucionais, 2007.

BRACELPA. **Associação Brasileira de Celulose e Papel**. 2006. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/br/index.htm>>. Acesso em: 16 mai. 2006.

CAZUZA, Marcos. **Ciclo do Carbono**. 2005. Disponível em: <<http://www.consulteme.com.br/biologia/microbiologia/cicarbonc1.htm>>. Acesso em: 16 mai. 2006.

CENAMO, Mariano Colini. **Mudanças climáticas, o protocolo de Kyoto e mercado de carbono**. Cepea: Esalq – USP, 2004.

CERTO, Samuel C. & Peter, J. Paul. **Administração estratégica: planejamento e implantação da estratégia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1993.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. São Paulo: Makron Books, 1993.

COBRA, Marcos. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 1992.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **A relevância dos valores mobiliários na estrutura de capital das companhias abertas do setor de papel e celulose**. 2007. Disponível em: <[http://www.cvm.gov.br/port/Public/publ/PAPEL\\_CELULOSE.doc](http://www.cvm.gov.br/port/Public/publ/PAPEL_CELULOSE.doc)>. Acesso em 22 ago. 2007.

CORREIA, A. C. P. **Floresta, Ciclo do Carbono e Alterações Climáticas**. 2006. Disponível em: <<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=2049&iLingua=1>>. Acesso em 22 ago. 2007.

ENERGIAS DE PORTUGAL. **Efeito estufa**. Disponível em: <<http://www.edp.pt/.../ClimaticChange/EfeitoEstufa.htm>>. Acesso em 18 jun.2007.

EPC. **Dilemas do século 21**. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0009/9332.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0009/9332.pdf)>. Acesso em 18 jun.2007.

ESCOBAR, Herton. **Livro de regras de Kyoto está pronto**. São Paulo: Jornal “O Estado de São Paulo”, 2004.

FELDMANN, F. Seqüestro de carbono. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, p.5 – 7, 2001.

FONSECA, Sebastião Machado, et al. **Cultura do eucalipto em áreas montanhosas**. Viçosa: SIF, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIRARDI, Giovana. **Brasileiro se preocupa com clima, diz pesquisa**. São Paulo: Jornal “O Estado de São Paulo”, 2007.

GORE, Albert. **A terra em balanço**. São Paulo: Augustus, 1993.

GREENPEACE. **Convenção sobre mudança do clima**. 2006. Disponível em: < [http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/convencao\\_onu.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/convencao_onu.pdf)>. Acesso em 18 jun. 2006.

INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA. **A empresa**. Disponível em: <<http://www.internationalpaper.com.br>>. Acesso em 20 jun. 2004.

INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA. **Manual fomento florestal**. São Paulo: International Paper, 2007.

INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA. **Orientações técnicas para implantação de florestas..** São Paulo: International Paper, 2007.

KASSAB, Celso. Dinheiro Verde. **Revista Mundo Corporativo – Deloitte**, São Paulo, p.18 – 22, 2005.

KONING, Free; OLESCHEWSKI, Roland; VELDKAMP, Edzo et al. **The ecological and economic potential of carbon sequestration in forests: examples from south america**. Royal Swedish Academy of Sciences: Ambio, 2005.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998.

LEAD, Livestock environment and development. **Biomass burning: Pressure Situation Answer indicators**. 2007. Disponível em: <http://www.virtualcentre.org/pt/dec/Toolbox/Indust/BioBurEA.htm>>. Acesso em 28 fev. 2007.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo, EDUSP, 1993.

LOPES, I. V. **O mecanismo de desenvolvimento limpo**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2002.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MARION, J. C.; DIAS, R.; TRALDI, M.C. **Monografia para os cursos de administração, contabilidade e economia**. São Paulo: Atlas, 2002.

MCT. **Ministério da Ciência e Tecnologia: convenção quadro das nações unidas sobre mudança de clima**. 2002. Disponível em: <http://200.130.9.7/Clima/convencao/decn1.htm>>. Acesso em 06 jun.2006.

MCT. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. 2007. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0021/21560.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21560.pdf)>. Acesso em 02 jan.2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Papel e celulose: diagnóstico**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/forCompetitividade/impZonLivComercio/12papelceluloseresumo.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2006

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA E SECRETARIA DE ENERGIA. **Balanço energético nacional**. 2006. Disponível em: <<http://ben.epe.gov.br>>. Acesso em 09 jul 2007.

MORA, Admir Lopes; GARCIA, Carlos Henrique. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

NATURE. **Carbon Cycle**. Disponível em: <<http://www.nature.com>>. Acesso em 30 ago 2006.

O ESTADO DE SÃO PAULO, Jornal. **Protocolo de Kyoto não foi ratificado por americanos**. São Paulo: Jornal "O Estado de São Paulo", 2004.

O ESTADO DE SÃO PAULO, Jornal. **Brasil sai na frente com leilões contra o efeito estufa**. São Paulo: Jornal "O Estado de São Paulo", 2005.

O ESTADO DE SÃO PAULO, Jornal. **Créditos de CO<sub>2</sub> podem ser irregulares**. São Paulo: Jornal "O Estado de São Paulo", 2007.

PACHECO, Maria Raquel Pereira dos Santos; HELENE, Maria Elisa Marcondes Helene. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO<sub>2</sub>. **Revista Estudos Avançados da USP**, São Paulo, v. 4, n. 9, Scielo, 1990.

PAPERLOOP. **Paperloop**. Disponível em: <<http://www.paperloop.com>>. Acesso em 30 jun.2006.

PATURY, Felipe. Mercado Verde. **Revista Veja**, São Paulo, p.50 – 51, 2006.

PILLA, Corretora de Valores Mobiliários e Câmbio. **Relatório setorial: papel & celulose**. 2006. Disponível em:<[http://www.pilla.com.br/pdf/papel\\_celulose.pdf](http://www.pilla.com.br/pdf/papel_celulose.pdf)>. Acesso em 23 ago. 2007.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

PRIMI, Lílian. **Carbono pode render R\$ 101 bilhões**. São Paulo: Jornal "O Estado de São Paulo", 2005.

REUTERS LIMITED. **Para Al Gore, acordo climático do G8 é "uma desgraça"**. 2007. Disponível em:<<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI1689608-EI8278,00.html>>. Acesso em 23 ago. 2007.

REZENDE, D.; MERLIN, S. **Carbono social: agregando valores ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Peirópolis, 2003.

RIPASA S/A. **A Ripasa**. Disponível em: <<http://www.ripasa.com.br>>. Acesso em 16 nov. 2003.

ROSCOE, Renato. Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no seqüestro de carbono. **Cardernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n.2, p. 209-223, 2003.

RUTH, Matthias; DAVIDSDOTTIR, Brynhildur. **Impacts of energy and carbon taxes on the US pulp and paper industry**. BUCEES, 1997. Disponível em:<<http://www.earthscape.org/p1/rum08/rum08.pdf>>. Acesso em 28 fev. 2007.

SAFATLE, Amália. A cruzada de Al Gore contra o efeito estufa. Disponível em:< <http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI1200878-EI6780,00.html>>. Acesso em 05 jun. 2007

SARAIVA, Fábio. **ABTCP 2002 apresenta avanços de um setor de celulose e papel integrado e pronto para as mudanças**. Revista O Papel. Ano LXIII N. 11, p. 46, Novembro 2002.

SHUKMAN, David. **Concentração de gás carbônico atinge novo recorde**. Folha Invest, 2006. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/bbc/ult272u51669.shtml>>. Acesso em 30 mai. 2006.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. Oportunidades para o setor florestal brasileiro com o advento do mercado de créditos de carbono. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, p.14 – 15, 2001.

SUZANO BAHIA SUL PAPEL E CELULOSE S/A. Institucional. Disponível em: <<http://www.suzano.com.br/suzano/institucional/>>. Acesso em 15/11/2003.

VALENÇA, Antonio Carlos Vasconcelos e MATTOS, René Luiz Grion. **Década de 90: Mercado Nacional de Papéis**. AO2/GESIS, 2000.

VALENÇA, Antonio Carlos Vasconcelos e MATTOS, René Luiz Grion. **Década de 90: Mercado Nacional de Celulose**. AO2/GESIS, 2001.

VALVERDE, S. R.; REZENDE, J. L. P.; CARVALHO, R. M. M. A. Mercado de créditos de carbono. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, p.8 – 10, 2001.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL S/A. Disponível em: <<http://www.vcp.com.br/Institucional/default.htm>>. Acesso em 15 nov. 2003.

WIKIPÉDIA. **Ciclo do carbono**. Enciclopédia livre, 2006. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/ciclo\\_do\\_carbono](http://pt.wikipedia.org/wiki/ciclo_do_carbono)>. Acesso em 16 mai. 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Anexo A<sub>1</sub>

# Livro de regras de Kyoto está pronto

Texto que estabelece regulamento para a efetivação do protocolo foi concluído na conferência da ONU em Buenos Aires

## AMBIENTE

**Herton Escobar**

Enviado especial  
BUENOS AIRES

Negociadores internacionais concluíram ontem a redação do livro de regras para a implementação do Protocolo de Kyoto, sete anos após a assinatura do acordo, em dezembro de 1997, e dois meses antes de sua entrada em vigor, em 16 de fevereiro de 2005. O capítulo final, que regulamenta a participação de projetos florestais de pequena escala no mercado de créditos de carbono, foi fechado ontem durante a 10.<sup>a</sup> Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-10), em Buenos Aires. E quem assina embaixo é uma brasileira: a pesquisadora Thelma Krug, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), que há três anos comanda as discussões sobre a inclusão de projetos florestais no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do protocolo.

“Hoje fechamos toda a regulamentação para implementação do Protocolo de Kyoto”, disse Thelma ao **Estado**. “Agora não falta mais nada. Tudo o que precisava ser decidido até 2012 foi decidido”, concluiu, referindo-se ao primeiro período de vigência do acordo.

A inclusão de projetos florestais no MDL sempre foi um tema polêmico e de alta complexidade técnica, o que fez com que ficasse por último. A pendência que faltava referia-se às regras para certificação de projetos de pequena escala. Eles foram definidos como projetos praticados por comunidades ou indivíduos de baixa renda, cuja remoção de gases da atmosfera não ultrapasse uma média anual de 8 mil toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Os empreendimentos terão exigências e taxas administrativas reduzidas em relação aos projetos de maior escala, de forma a facilitar a realização.

As complexidades são muitas e tiveram de ser costuradas ao longo de muitas reuniões. A definição de “indivíduos de baixa renda”, por exemplo, ficará a cargo de cada país, já que a pobreza pode ser interpretada de várias formas dentro de cada realidade.

### MECANISMO

O MDL é um mecanismo facilitador do protocolo, que permite aos países ricos comprar e computar para si créditos sobre a redução de emissões de gases nos países



FINAL – Thelma Krug, do Inpe: últimos acertos do protocolo

## ENTENDA A SITUAÇÃO

●● **CONVENÇÃO DO CLIMA:** A Convenção-Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas foi assinada na Rio 92 e entrou em vigor em 1994, com o intuito de estabilizar a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera e reduzir as mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global

●● **PROTOCOLO DE KYOTO:** É uma extensão da convenção, adotada em 97, exigindo que países industrializados reduzam as emissões de poluentes em 5% até 2012, com base nos níveis de 1990

●● **CRONOGRAMA:** O protocolo só obteve número suficiente de ratificações no mês passado, com a adesão da Rússia, e deve entrar em vigor em 16 de fevereiro. Suas metas devem ser cumpridas de 2008 a 2012

●● **PRINCÍPIO:** O protocolo não impõe metas de redução aos países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia, por entender que a responsabilidade maior cabe aos países industrializados, que emitem mais poluentes e há mais tempo

## A COP-10 entra na etapa final

**DISCUSSÕES:** Buenos Aires deve receber ministros de mais de 190 países a partir de hoje, início da etapa final da COP-10. Devem comparecer ao evento pelo Brasil os ministros de Ciência e Tecnologia, Eduardo Campos, e do Meio Ambiente, Marina Silva. Alguns dos temas em aberto que devem dominar as discussões até sexta-feira são a transferência de tecnologia e o financiamento para a adaptação dos países mais vulne-

ram desenvolvimento. No caso das florestas, não se trata da redução de emissões, mas da absorção de carbono da atmosfera pela vegetação em crescimento. Pelas regras gerais, valerão apenas projetos de reflorestamento de áreas desmatadas antes de 1990 (a data é para evitar que desmatamentos recentes sejam beneficiados). A simples preservação de áreas florestais não contará créditos.

Para o Brasil, que historicamente tem no desmatamento sua prin-

cipal fonte de emissão de gases do efeito estufa, abre-se a possibilidade de unir os benefícios ambientais da recuperação florestal aos benefícios financeiros do MDL. A participação das florestas no mercado de carbono é limitada. Até 2012, os países ricos só poderão usar créditos de MDL florestal correspondentes a 1% de suas emissões praticadas em 1990 – ano-base para os cálculos do protocolo. ● H.E.

cipal fonte de emissão de gases do efeito estufa, abre-se a possibilidade de unir os benefícios ambientais da recuperação florestal aos benefícios financeiros do MDL. A participação das florestas no mercado de carbono é limitada. Até 2012, os países ricos só poderão usar créditos de MDL florestal correspondentes a 1% de suas emissões praticadas em 1990 – ano-base para os cálculos do protocolo. ● H.E.



Anexo A<sub>2</sub>

## Protocolo de Kyoto não foi ratificado por americanos

**MUDANÇA CLIMÁTICA:** Os Estados Unidos não ratificaram o Protocolo de Kyoto, acordo global que prevê a redução de gases que provocam o efeito estufa (como o dióxido de carbono, produto da queima de combustíveis fósseis), ao alegarem que os termos do tratado coibiriam o desenvolvimento do país sem que o problema climático fosse resolvido.

O protocolo é um "filhote" da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – da qual os EUA fazem parte. No primeiro período, que termina em 2012, ele prevê a redução média de 5,2% da emissão dos gases em relação aos índices medidos em 1990 pelos países desenvolvidos.

- ◆ A decisão americana por pouco não afunda o acordo. Para entrar em vigor, ele precisava da ratificação de pelo menos 55 países que respondessem a 55% das emissões. Com a saída dos Estados Unidos, o maior poluidor do planeta, o acordo só passou a vigorar após a Rússia ratificá-lo, no fim do ano passado.
- ◆ O protocolo entrou em vigor em fevereiro com 140 nações – entre elas o Brasil, que em 2002 transformou o texto em lei. Juntas, elas respondem por 61,6% das emissões registradas em 1990; com os EUA, a soma chegaria a 97,7%. A União Europeia espera convencer a administração Bush a participar do segundo período do acordo, que começa em 2013. ●

## Anexo A3

## DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

# Carbono pode render R\$ 101 bilhões

Dinheiro poderá vir da venda de créditos de carbono para empresas consideradas grandes poluentes pela ONU

Lilian Primi

A entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, em fevereiro, deu o primeiro grande impulso no mercado do carbono, que poderá render ao Brasil já em 2006 € 355,7 milhões, ou R\$ 1,01 bilhão. Deste total, € 11,85 milhões (R\$ 33,9 milhões) poderão ir para o bolso dos suinocultores do Sistema Integrado Sadia que aderiram ao programa Suinocultura Sustentável Sadia (3S).

O programa começou a ser escrito em janeiro e tem como objetivo principal dar sustentabilidade às 3,5 mil propriedades, responsáveis pela criação de 70% dos 3,5 milhões de suínos abatidos anualmente pela empresa. "Temos consciência de que o futuro das propriedades rurais brasileiras depende de profissionalização e modernização. Esse programa tenta garantir isso", diz Meire de Fátima Ferreira, coordenadora para sustentabilidade da Sadia e diretora executiva do Instituto Sadia de Sustentabilidade.

O Instituto, criado para implantar o projeto, está sendo financiado pela venda dos créditos de carbono gerados pelo biodigestor da granja da empresa, em Faxinal dos Guedes, em Santa Catarina, onde tudo começou. A estimativa da Sadia é que a granja gere créditos de 260 milhões de toneladas de carbono em 10 anos. Meire diz que "só falta a liberação pelo Conselho da ONU para fechar a primeira venda".

A compra e instalação dos biodigestores nas propriedades dos fornecedores está sendo feita através de financiamento da Sadia, que será pago com os recursos obtidos com a venda dos créditos de carbono.

## SEQUESTRO DE CARBONO

## Roteiro para projetos



FONTE - DIRETORIA DE SUSTENTABILIDADE DA PRICEWATERHOUSECOOPERS

ARTESTADO

"O que sobrar, será entregue ao produtor, que deverá investir prioritariamente em ações de preservação ambiental", explica a coordenadora.

Os técnicos envolvidos neste projeto, como na maioria dos 85 outros já aprovados pela Comissão Intermunicipal de Mudança de Clima, não sabem quanto de carbono será retido em cada biodigestor, que só será medido

quando estiverem efetivamente em funcionamento. "Mas isso não impede as negociações de venda, feitas a partir de estimativa", diz Marco Antonio Fujihara, diretor de Sustentabilidade da Pricewaterhousecooper, empresa que dá consultoria para todos os projetos de sustentabilidade da Sadia.

A cotação da tonelada de carbono na União Européia, por

exemplo, está em € 19,45. Em fevereiro custava apenas € 7. Esse aumento está sendo provocado pela demanda, que começou a se aquecer com a definição das multas para quem não cumprir as exigências do Protocolo, em € 40 a tonelada de CO<sub>2</sub> excedente até 2007, e de € 100/t de 2008 até 2012.

"A compra dos créditos é interessante mesmo que a cota-

## NÚMEROS

**R\$ 1 bilhão**

deverá ser a renda obtida pelo país em 2006 com a venda de créditos de carbono

**18 milhões**

de toneladas de carbono é a quantidade estimada de redução de emissão pelos 85 projetos aprovados

**R\$ 171,6 bilhões**

é a demanda anual estimada da União Européia por créditos de carbono

**R\$ 33,9 milhões**

é o total de recursos que poderão ser obtidos com a venda de créditos de carbono pelo programa 3S da Sadia

**6 milhões**

de toneladas é a quantidade estimada de redução das emissões de carbono durante 10 anos pelo programa 3S

mento e a gestão de todo o processo, desde a implantação dos biodigestores, em troca dos créditos de carbono gerados por um período de 10 anos. O que pode ser interessante, já que o biodigestor, além de ser uma solução para os resíduos da granja, gera energia e fertilizante.

Fujihara diz que a solução do 3S é ideal para gerar renda a partir da venda de crédito de carbono por pequenos produtores. "Não porque não seja viável, mas pela dificuldade de atuação no mercado internacional", explica. Os suinocultores integrados da Sadia estão sendo beneficiados pelas relações internacionais da empresa. "Nossos agentes financeiros internacionais fazem essa ponte. Além disso, este ano já fomos à Expo Carbon Found, uma feira de negócios para compra e venda de carbono", conta Meire.

A União Européia, um dos principais mercados compradores, criou o Emissions Trading Scheme (ETS), para auxiliar os países membros a atingirem as metas estabelecidas pelo Protocolo. É um sistema de "cap-and-trade", em funcionamento desde janeiro, onde se permitida a comercialização de permissões de emissões e de reduções de emissões, entre as 12 mil instalações cobertas pelo ETS (empresas de geração de energia, produção de aço, cimento, cal, fusão de vidro, cerâmicas, celulose de materiais fibrosos e papel), responsáveis por 47% de toda a emissão de CO<sub>2</sub> da UE. O mercado total, ou seja, a demanda por créditos de carbono, é estimado em € 60 bilhões. ●

**Informações na página da Convenção sobre Mudança Climática:** [www.mct.gov.br/clima/Default.htm](http://www.mct.gov.br/clima/Default.htm)



**Anexo A<sub>4</sub>**

## **Brasil sai na frente com leilões contra o efeito estufa**

●●● O Brasil será o primeiro país da América Latina a fazer leilões para vender os chamados créditos de carbono, mecanismo previsto no Protocolo de Kyoto, que estabeleceu para os países industrializados metas de redução das emissões de gases que provocam o aquecimento global, conhecido como efeito estufa. O governo lança hoje na Bolsa de Valores do Rio o Banco de Projetos do Mercado Brasileiro de Carbono. A medida é o primeiro passo para a criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. O Ministério do Desenvolvimento prevê que os primeiros créditos de carbono serão leiloados até o fim do ano.

Fonte: Jornal “O Estado de São Paulo”, 15 de setembro de 2005.

## Anexo A5

# Créditos de carbono já dão lucro

Projetos de energia limpa trazem retorno para as empresas que apostaram nesse mercado

Andrea Vialli

O mercado de créditos de carbono, que teve sinal verde com a ratificação do Protocolo de Kyoto, em fevereiro de 2005, abriu amplas possibilidades para empresas brasileiras com projetos na área de energias limpas. Agora, elas começam a ganhar dinheiro com a negociação desses créditos, ao mesmo tempo em que o País atrai a atenção de investidores estrangeiros interessados em aportar recursos em projetos de energia limpa.

Um exemplo é Peter Sweatman, especialista em créditos de carbono que veio ao Brasil prospectar investimentos na área. O executivo dirige um fundo de capital de risco britânico, o Climate Change Capital, que vai investir de € 50 milhões a €

## Mercado de carbono movimentado hoje US\$ 10 bilhões no mundo todo

100 milhões, no período de 2 a 4 anos, em projetos brasileiros. "Hoje, o mercado de carbono já movimentou US\$ 10 bilhões em todo o mundo, e esse número deve dobrar no ano que vem. A expectativa é que 20% disso venha de projetos brasileiros", afirma Sweatman.

Algumas empresas já fecharam contratos. O consórcio for-



RETORNO - Gilberto Xandó, do Instituto Sadia: créditos de carbono beneficiam pequenos sítiantes

mado pela Biogás, o Unibanco e a Prefeitura de São Paulo - que opera a usina termelétrica do Aterro Bandeirantes, em São Paulo - fechou um acordo para vender 1 milhão de toneladas de carbono equivalente para o banco alemão KfW. O gás metano capturado no aterro é queimado e gera energia elétrica, evitando que o gás, um dos causadores do efeito estufa, vá para a atmosfera.

O valor do contrato não foi revelado, mas estima-se que vá render em torno de € 20 milhões para o Brasil. "Vai depender da cotação da tonelada de carbono no mercado internacio-

nal, que tem oscilado entre € 15 e € 25", diz Manoel Antonio Aveilino, diretor de desenvolvimento da Arcadis Logos, acionista da Biogás.

A Sadia também concretizou a venda de 2,7 milhões de toneladas de carbono equivalente para o fundo European Carbon Fund, formado por dois bancos europeus. O negócio deve resultar num retorno imediato para a empresa de R\$ 90 milhões. O projeto da empresa prevê a captação de metano nas criações de suínos de 3 mil produtores integrados, que serão os beneficiados diretos dos recursos provenientes da negocia-

ção, afirma Gilberto Xandó, diretor do Instituto Sadia de Sustentabilidade. "Inserimos o pequeno sítiante no mercado de carbono, e da mesma forma vamos reinvestir nessas propriedades", diz. O programa prevê a negociação de 15 milhões de toneladas de carbono num período de dez anos.

### VICE-LIDERANÇA

O Brasil foi o primeiro país no mundo a ter projetos de geração de créditos de carbono aprovados pelo comitê executivo da ONU que trata do tema. Hoje, há 223 projetos aprovados, sendo que 21% são brasileiros, em

áreas como co-geração de energia, aterros sanitários e siderurgia. Mas o País perdeu a liderança para a Índia, dona de 31% dos projetos, a maioria deles feitos por uma única empresa, a multissetorial Tata. A China também avança, com menos projetos (7%), mas de grande volume.

De acordo com Marco Antonio Fujihara, sócio do Instituto Totum, que presta consultoria na área de elaboração e negociação de créditos de carbono, há pelo menos 50 fundos na Europa e Japão dispostos a investir em projetos brasileiros, mas muitos ainda não sabem em que empresas colocar recursos.

"Queremos organizar o mercado dos vendedores de crédito de carbono no Brasil, que ainda está muito disperso", diz Fujihara. O consultor estuda uma aproximação com projetos da China e da Índia, para que seja oferecido um "pool" de projetos aos investidores. "O Brasil não pode entrar nesse mercado de modo amador."

A multinacional do setor químico Rhodia é outra que está de olho nesse mercado: acaba de criar uma divisão de consultoria dentro da subsidiária Rhodia Energy, para auxiliar empresas que querem desenvolver projetos de carbono. A nova divisão terá o apoio do grupo financeiro Societ Generale. ●

Fonte: Jornal "O Estado de São Paulo", 28 de junho de 2005.

Anexo A<sub>6</sub>

CLIMA

# Kyoto faz um ano com pouco a comemorar

Mesmo modestas, metas do protocolo de redução de gases não atraíram apoios essenciais

Cristina Amorim

O Protocolo de Kyoto, acordo mundial para evitar mudanças climáticas extremas, mal apagou a vela do primeiro aniversário e os convidados da festa já estão preocupados com sua maturidade. Os países com metas de redução da emissão de gases do efeito estufa até 2012 correm contra o tempo para cumpri-las. A Europa está na frente, com pacote de medidas para reduzir ou compensar o que é expelido na atmosfera. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), maneira de países em desenvolvimento participarem

do processo, enfrenta atrasos, dúvidas e críticas, mas caminha.

Só que esses instrumentos estão muito aquém do que é realmente necessário para conter o aquecimento global. Todo mundo sabe que Kyoto é apenas o primeiro passo, uma carta de intenções. "Kyoto não conseguiu conter a hemorragia", diz o secretário de Meio Ambiente de São Paulo, José Goldemberg.

A quantidade de gás carbônico presente na atmosfera já provoca uma reação inerte que levará a um aumento incontrolável de temperatura. Até 2050, o mundo pode estar 2°C mais quente - o

## NÚMEROS DO ACORDO

**5,2%** de redução

média na emissão de gases do efeito estufa em relação a 1990: esta é a meta para países ricos

**2012** é o limite

para que essa meta seja cumprida, o que dificilmente vai acontecer para todos os participantes

**700** milhões de toneladas

de carbono podem ser economizados com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

suficiente para derreter gelo dos pólos, elevar o nível dos oceanos e alterar o balanço climático essencial para o planeta. Para que a Terra continue do jeito que se conhece, metas bem mais ambiciosas seriam necessárias - e com a participação de mais países do que hoje - a partir de 2013, quando começa o que se convencionou chamar de "segundo período".

Os Estados Unidos, que são o maior emissor de poluentes, não participam do atual protocolo e nem gostam de usar a palavra "Kyoto", mas sua presença em qualquer acordo ambiental é essencial. "A ausência deles limita

qualquer possibilidade de ampliação do acordo", afirma Luiz Pinguelli Rosa, secretário-executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.

Brasil, China e Rússia não têm metas atualmente, pois são países em desenvolvimento, mas são grandes emissores. Qualquer plano precisaria incluí-los. Em maio, uma reunião em Bonn, na Alemanha, discutirá detalhes para o início do segundo período do protocolo. Nos bastidores, uma nova negociação já está ativa. Kyoto é, e precisa ser, apenas começo. ●

Fonte: Jornal "O Estado de São Paulo", 16 de fevereiro de 2006.



## Anexo A7

AQUECIMENTO GLOBAL

# Especialistas buscam fórmula para salvar Protocolo de Kyoto

Proposta divulgada ontem em São Paulo tenta agradar gregos e troianos

**Cristina Amorim**

Um grupo de especialistas formado por brasileiros e estrangeiros divulgou ontem, em São Paulo, uma proposta para tentar agradar gregos e troianos dentro do Protocolo de Kyoto. O documento dá sugestões de objetivos, regras e ganhos para países ricos e pobres participantes do acordo, que visa a reduzir as emissões de gases que provocam efeito estufa, como o gás carbônico e o metano, a partir de 2008.

Pelo protocolo, países ricos têm metas de redução. O documento prevê uma revisão anual para variar as metas dependendo do grau de dificuldade que enfrentam: se ela não for difícil de ser atingida, pode se tornar mais pesada no ano seguinte; se não, permanece inalterada. Por outro lado, a nação ficaria isenta de reduzir suas emissões por um ano se o PIB (produto interno bruto) cair mais de 1%.

No caso dos países pobres, que não têm cotas de redução (e aí entram Brasil, China e Índia, grandes emissores mundiais), o grupo propõe um cálculo que junta população, PIB per capita e emissões per capita que os faria assumir metas no futuro, mas numa data que acompanhe seu crescimento.

“O texto não estabelece metas, mas expectativas”, explica Farhana Yamin, coordenadora do projeto Basic, um grupo de pesquisa que elabora políticas ambientais e é responsável pela proposta. “Estabelecer o mesmo prazo para todos os países em desenvolvimento, do jeito que exist-



**RITMO PRÓPRIO** – Farhana Yamin e José Goldemberg: metas compatíveis com desempenho de cada país

te para os países desenvolvidos, não funciona, pois cada um deles apresenta realidades e necessidades completamente diferentes.”

Outra novidade da proposta é incluir um fundo de tecnologia, para que haja troca de informações entre os países ricos – e detentores da maior parte das patentes – e os pobres.

O texto também inclui a possibilidade de se colocar restrições comerciais a países que não sigam o protocolo, como os Estados Unidos – o maior emissor de gases estufa do mundo.

## FUTURO

A proposta se refere ao segundo período do Protocolo de Kyoto, com início em 2013. Parece um tempo muito distante, especialmente quando se lembra que o protocolo está em vigor há um ano. Mas, para governantes e empresas, a data está logo ali.

O debate entre os dois lados (ricos com metas e pobres sem metas) já acontece nas mesas e nos bastidores da negociação, ainda extremamente polarizado. A proposta de São Paulo é a primeira que tenta um meio-termo

– ainda que tenha sido escrito por um grupo de países em desenvolvimento e carregue um viés favorável a eles.

“Estamos buscando uma transição tranquila, que se encaixe nas habilidades e possibilidades de cada país”, diz Farhana.

Ela vai apresentar a proposta aos diplomatas na próxima reunião dos membros do protocolo, no Quênia, que ocorre em novembro. Espera que ela entre na pauta oficial de negociação. ●

**Anexo A<sub>8</sub>**

Fonte: Jornal "O Estado de São Paulo", 03 de junho de 2007.





## Anexo C

### Anexo I – países membros do Protocolo de Kyoto

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Alemanha                  | Islândia                                       |
| Austrália                 | Itália   |
| Áustria                   | Japão  |
| Belarus a/                | Letônia a/                                     |
| Bélgica                   | Liechtenstein *                                |
| Bulgária a/               | Lituânia a/                                    |
| Canadá                    | Luxemburgo                                     |
| Comunidade Européia       | Mônaco *                                       |
| Croácia a/ *              | Noruega  |
| Dinamarca                 | Nova Zelândia                                  |
| Eslovaquia a/ *           | Países Baixos                                  |
| Eslovênia *               | Polônia a/                                     |
| Espanha                   | Portugal                                       |
| Estados Unidos da América | Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte |
| Estônia a/                | República Tcheca a/ *                          |
| Federação Russa a/        | Romênia a/                                     |
| Finlândia                 | Suécia   |
| França                    | Suíça  |
| Grécia                    | Turquia  |
| Hungria a/                | Ucrânia a/                                     |
| Irlanda                   |  |

a/ Países em processo de transição para uma economia de mercado.

\* Nota do Editor: Países que passaram a fazer parte do Anexo I mediante emenda que entrou em vigor no dia 13 de agosto de 1998, em conformidade com a decisão 4/CP.3 adotada na COP 3.

Fonte: MCT (2002) e Greenpeace (2006)

**Anexo D****Anexo II – países desenvolvidos do Protocolo de Kyoto**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Alemanha                  | Islândia                                       |
| Austrália                 | Itália   |
| Áustria                   | Japão  |
| Bélgica                   | Luxemburgo                                     |
| Canadá                    | Noruega  |
| Comunidade Européia       | Nova Zelândia                                  |
| Dinamarca                 | Países Baixos                                  |
| Espanha                   | Portugal                                       |
| Estados Unidos da América | Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte |
| Finlândia                 | Suécia   |
| França                    | Suíça  |
| Grécia                    | Turquia  |
| Irlanda                   |  |

Fonte: MCT (2002) e Greenpeace (2006)