

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

**Jonathan Vargas Lopes**

A TECNOLOGIA MAIS LIMPA PARA PRODUÇÃO DE POSTES DA  
CEEE E SUAS IMPLICAÇÕES

Porto Alegre, 2009

Jonathan Vargas Lopes

A TECNOLOGIA MAIS LIMPA PARA PRODUÇÃO DE POSTES DA  
CEEE E SUAS IMPLICAÇÕES

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Administrativas da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Luís Felipe Machado do Nascimento

Porto Alegre  
2009

Jonathan Vargas Lopes

A TECNOLOGIA MAIS LIMPA PARA PRODUÇÃO DE POSTES DA CEEE E SUAS  
IMPLICAÇÕES

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Administrativas da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Bacharel em  
Administração.

Conceito final:

Aprovado em ..... de ..... de .....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.

---

Orientador – Prof. Dr. Luís Felipe Machado do Nascimento - UFRGS

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABPM – Associação Brasileira dos Preservadores de Madeira  
AND – Autoridade Nacional Designada  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
CDM – Clean Development Mechanism  
CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica  
CEEE-D – Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica  
CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento  
CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento  
COP – Conferência das Partes  
CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima  
DRFA – Divisão de Recursos Florestais e Ambientais  
DS – Desenvolvimento Sustentável  
GEE – Gases do Efeito Estufa  
GWP – Global Warming Potencial  
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia  
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo  
MME – Ministério de Minas e Energia  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PNUD – Programa da Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PPL – Pessoas, Planeta e Lucro  
PPP – People, Planet and Profit  
UN – United Nations  
UNEP – United Nations Environment Program  
UNFCCC – United Nations Framework Conference on Climate Change  
UNIDO – United Nations Industrial Development Organization  
WCED – World Commission on Environment and Development

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1. O GRUPO CEEE .....	8
<b>1.1.1. Divisão de recursos florestais e ambientais</b> .....	<b>9</b>
1.2. PROBLEMA.....	10
1.3. JUSTIFICATIVA .....	12
1.4. OBJETIVOS .....	13
<b>1.4.1. Objetivo geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.4.2. Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	15
2.2. PRODUÇÃO LIMPA .....	17
<b>2.2.1. O desenvolvimento da produção limpa</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2. Etapas da produção limpa</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.3. Mudança do produto</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.4. Estratégias governamentais para a produção limpa</b> .....	<b>23</b>
2.3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA .....	23
2.4. PROTOCOLO DE QUIOTO.....	31
2.5. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO.....	35
<b>2.5.1. Etapas do projeto de MDL</b> .....	<b>37</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>41</b>
<b>4. ANÁLISE</b> .....	<b>43</b>
4.1. HISTÓRICO DE POSTES DE MADEIRA PRESERVADA.....	43
4.2. HISTÓRICO DA ATIVIDADE FLORESTAL NA CEEE .....	45
4.3. O PROGRAMA DE PRODUÇÃO DE POSTES DE MADEIRA.....	46
<b>4.3.1. Os hortos florestais</b> .....	<b>48</b>
<b>4.3.2. As usinas de preservação de madeira</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3.3. Ciclo de produção</b> .....	<b>50</b>
<b>4.3.4. Impacto ambiental da preservação de madeiras</b> .....	<b>55</b>
<b>4.3.5. Postes de madeira versus postes de concreto</b> .....	<b>57</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>

<b>ANEXO A – ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO B – ÁREA DE CONCESSÃO DA DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO C – ORGANOGRAMA DA CEEE DISTRIBUIÇÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO D – ORGANOGRAMA DA DRFA .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO E – HORTOS FLORESTAIS E USINA DE PRESERVAÇÃO DA CEEE ....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO F – IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS POR HORTO FLORESTAL .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO G – CARACTERÍSTICAS DOS POSTES DE CONCRETO ARMADO .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO H – CUSTOS ENVOLVIDOS NA IMPLEMENTAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO.</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO I – PARTES DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO J – POSTES DE CONCRETO LICITADOS PELA CEEE-D .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO K – ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DOS EUCALIPTOS.....</b>	<b>77</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão acentuada do consumo de energia possibilitou, ao longo dos anos, o aumento da produção industrial, possibilitando inúmeros ganhos à sociedade, como o crescimento econômico e melhorias na qualidade de vida. Gerou também alguns aspectos negativos como a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia e o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade.

Desde o final dos anos de 1960, cientistas alertam sobre os riscos proporcionados pelo crescimento econômico contínuo baseado em fontes não-renováveis. Essa preocupação, aliada a crise do petróleo, foi de grande importância para que fossem estabelecidas políticas de proteção ambiental.

O aquecimento global, considerado um dos principais problemas ambientais, é resultado da emissão de gases causadores do efeito estufa na atmosfera e vem causando um aumento progressivo na temperatura média da superfície terrestre e no nível dos oceanos.

O crescimento da atividade industrial, com a conseqüente geração de maior quantidade de resíduos e poluentes e o crescimento da demanda por produtos e serviços, têm forçado ao desenvolvimento de novas tecnologias para os processos produtivos, simultaneamente à necessidade de novas técnicas administrativas voltadas ao gerenciamento dessas atividades, com preocupação ambiental.

No Brasil, o mercado de distribuição de energia elétrica, é formado por 63 concessionárias, responsáveis pelo atendimento de mais de 61 milhões de unidades consumidoras (ANEEL, 2005).

As distribuidoras são empresas que funcionam como elo entre o setor de energia elétrica e a sociedade, visto que suas instalações recebem das companhias de transmissão todo o suprimento destinado ao abastecimento no país.

O setor elétrico brasileiro possui uma matriz energética considerada limpa, com forte participação de fontes renováveis, pois mais de 80% do parque instalado é composto de usinas hidrelétricas que não se caracterizam pela emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE).

O setor elétrico pode participar do mercado de MDL com usinas movimentadas por fontes renováveis e alternativas, com programas de eficiência e conservação de energia e projetos de reflorestamento.

As empresas, como produtoras dos bens e serviços, estão hoje em grande evidência na questão ambiental. Sobretudo nos países desenvolvidos, as pressões exercidas pelas comunidades, ONGs e governos, têm forçado a uma postura pró-ativa na melhoria de seus processos produtivos, com a geração de menor quantidade de resíduos e poluentes e menor consumo de matérias-primas e energia.

Este trabalho se propõe a analisar os aspectos particulares do Programa de Reflorestamento e Produção de Postes de Madeira das redes de distribuição da CEEE-D como modelo de tecnologia limpa e disseminação do modelo de sustentabilidade e gestão ambiental adotado pela empresa.

### 1.1. O GRUPO CEEE

O Grupo CEEE faz parte da estrutura da administração indireta do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, seu acionista majoritário, estando subordinado a Secretaria de Infra-estrutura e Logística. A CEEE possui a concessão federal dos serviços públicos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica que são regulados e fiscalizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Em 13 de setembro de 2006, a Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul aprovou a Lei nº. 12.593, autorizando o Poder Executivo a promover a reestruturação societária e patrimonial da Companhia Estadual de Energia Elétrica, para ajustá-la às determinações da Lei Federal n.º 10.848, de 15 de março de 2004.

A partir desta reestruturação, foi criada a Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D), uma sociedade anônima, que tem como objeto projetar, construir e explorar sistemas de distribuição de energia elétrica e prestar serviços no setor de distribuição de energia elétrica, bem como a exploração da respectiva infra-estrutura para a prestação de outros serviços, desde que previstos no seu contrato de concessão ou autorizados na legislação. O organograma da CEEE-D consta no Anexo C deste trabalho.



A CEEE-D é uma empresa de economia mista, concessionária dos serviços de distribuição de energia elétrica na região sul-sudeste do Estado, originada do processo de reestruturação societária da Companhia Estadual de Energia Elétrica – (CEEE), do Rio Grande do Sul, concluído em novembro de 2006.

A CEEE-D está presente em 26% do território do Estado do Rio Grande do Sul, atendendo em 72 municípios, com cerca de 1,41 milhões de unidades consumidoras. Desse total, 85%, ou 1,2 milhão são residenciais e representam 32% do consumo. O mapa da área de concessão da CEEE-D está disponível no Anexo B deste trabalho.

A constituição formal da CEEE-D ocorreu em 27 de novembro de 2006, através de uma Assembléia Geral Extraordinária de acionistas, cujas atividades iniciaram em 1º de dezembro daquele ano.

Os principais acionistas da CEEE-D são a Companhia Estadual de Energia Elétrica Participações – CEEE-Par, com 67,05% das ações e a Eletrobrás, com 32,23% das ações. Na Tabela 1 abaixo pode ser verificada a participação acionária na CEEE-D:

**Tabela 1 – Participação acionária na CEEE-D**

ACIONISTA	ORDINÁRIAS		PREFERENCIAIS		TOTAL	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
CEEE-PAR	255.232.851.043	67,05	43.495.536	0,66	255.276.346.579	65,92
ELETROBRAS	122.681.436.671	32,23	3.505.584.087	53,44	126.187.020.758	32,59
MUNICIPIOS	1.327.306.533	0,34	2.036.745.598	31,05	3.364.052.131	0,87
BM&F BOVESPA	1.400.435.776	0,37	906.413.582	13,82	2.306.849.358	0,60
OUTROS	27.239.977	0,01	68.319.744	1,04	95.559.721	0,02
TOTAL	380.669.270.000	100	6.560.558.547	100	387.229.828.547	100

Fonte: CEEE, 2009.

### 1.1.1. Divisão de recursos florestais e ambientais

A Divisão de Recursos Florestais e Ambientais (DRFA) é vinculada a Diretoria de Distribuição, desde 2007, através da Resolução de Diretoria nº 233 de 14/11/2007, tendo sua estrutura atual aprovada em 2008, por meio da Resolução de

Diretoria nº 109 de 16/04/2008. O organograma da Divisão pode ser visto no Anexo F deste trabalho.

Tem como objetivo:

- Explorar as áreas de terra da Companhia, existentes ou adquiridas, bem como ampliar convênios com entidades públicas e privadas, promovendo o florestamento ou reflorestamento, que atenda suas necessidades em postes e outras peças de madeira preservada e procedendo o tratamento com vistas a sua preservação.
- Planejar e coordenar a gestão de programas e projetos ambientais necessários à expansão, manutenção, operação e desativação de sistemas de distribuição de energia elétrica, de forma a atender o estabelecido na Política e nas Diretrizes Socioambientais da Empresa, visando sua sustentabilidade.

Cabe à Divisão de Recursos Florestais e Ambientais a gestão da variável socioambiental, e produção de postes de madeira preservada, através da gestão dos hortos, viveiros e usinas.

## 1.2. PROBLEMA

A crise ecológica atual remete ao debate sobre sustentabilidade, o conflito entre crescimento econômico e o esgotamento dos recursos naturais. A natureza suporta cada vez menos a crescente busca por estes recursos e o crescimento populacional urbano, enquanto que a sociedade segue consumindo cada vez mais e tendo a necessidade do progresso material como base para o bem-estar.

O aquecimento global é considerado atualmente o principal problema ambiental global. Praticamente todas as atividades humanas causam a emissão na atmosfera de gases causadores do efeito estufa (GEE). O aumento da atividade industrial nos últimos séculos ocasionou uma significativa elevação no nível das emissões destes gases, porém somente cerca de 40% deles são assimilados e processados pela fotossíntese.

O chamado “efeito estufa” é decorrente do aumento da concentração destes gases, impedindo que os raios infravermelhos sejam refletidos para o espaço, elevando a temperatura da superfície do planeta. As alterações climáticas causam o degelo de calotas polares, aumento no nível do mar e muitas outras consequências que os cientistas relacionam as catástrofes ambientais ocorridas nos últimos anos, como terremotos, tsunamis, furacões e ciclones.

Os efeitos mais graves desse desenvolvimento são a explosão populacional ainda fora de controle, a exaustão dos recursos naturais não-renováveis, a perturbação da natureza e a introdução de elementos poluidores no meio ambiente.

Desde meados do século XX, lideranças mundiais vêm se reunindo com o objetivo de tornar possível o desafio do desenvolvimento sustentável, relacionando o crescimento econômico com o equilíbrio ecológico, possibilitando a manutenção dos recursos naturais para outras gerações.

As reuniões e conferências realizadas possibilitaram a criação de acordos multilaterais com enfoque na mudança climática. Nestes eventos, os países se propuseram a criar uma estratégia para proteção do meio ambiente para gerações futuras.

Constituído no final dos anos 90, o chamado “mercado da energia verde” está em expansão. Ele é resultado do compromisso para redução das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) assumidos pelas nações desenvolvidas na assinatura do Protocolo de Quioto e ratificadas pelo Tratado em 2005. Favorece, portanto, a adoção de tecnologia limpa em substituição aquela que ocasiona a geração de resíduos e gases causadores do efeito estufa.

Como efetivo objetivo de mitigação, a Convenção sobre Mudança do Clima estabeleceu que os países relacionados no Anexo I devem tomar a iniciativa no combate à mudança global do clima e, assim, deveriam retornar o nível das suas emissões de gases de efeito estufa aos níveis anteriores aos de 1990.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foi um dos instrumentos criados pelo Protocolo de Quioto e é o único que permite a participação ativa do Brasil através de desenvolvimento de projetos que podem gerar recursos financeiros que auxiliem o país no desenvolvimento sustentável através da venda de certificados de crédito de carbono no mercado internacional. Estes certificados comprovam que o projeto foi desenvolvido de maneira sustentável e que permite a

captura de CO<sub>2</sub>. Por convenção, uma tonelada de CO<sub>2</sub> corresponde a um crédito de carbono.

Segundo NASCIMENTO (2008), as organizações mais inovadoras estão atentas a todas as oportunidades, incluindo a geração de novas oportunidades e de ganhos a partir da otimização e de modificações no processo produtivo, e de um melhor atendimento às exigências dos consumidores e às pressões do mercado.

Surge, então, como oportunidade a questão ambiental. Empresas que anteriormente utilizavam a gestão socioambiental como uma ferramenta de marketing e como diferencial competitivo, agora podem se valer de incentivo financeiro para, através de mudanças no processo produtivo, aliar o bem-estar ambiental com o incremento de receita.

É nesse contexto que o presente trabalho será desenvolvido, na tentativa de analisar como as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica podem se valer de projetos de reflorestamento com adoção de tecnologia limpa na produção de postes para redução de emissões e a conseqüente adoção dos mecanismos de desenvolvimento limpo.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

Em função do crescente interesse e da conscientização da sociedade para a necessidade de uma mudança através da adoção de medidas que valorizem um método de produção sustentável com redução da utilização de recursos naturais, o meio empresarial vem tomando medidas para que haja uma mudança de paradigma, de valores e orientação no seus sistemas produtivos (SCHENINI, 2005).

O mercado globalizado e a forte pressão da concorrência exige um novo padrão de qualidade, com utilização de tecnologias limpas e ecologicamente corretas, tornando a gestão ambiental um requisito indispensável para a diferenciação da organização perante a sociedade.

Hoje, as empresas estão expostas à cobrança de posturas mais ativas com relação aos seus processos industriais, os resíduos e efluentes produzidos e descartados, o desempenho dos produtos e serviços com relação ao seu ciclo de vida, não sendo mais suficiente analisar apenas o processo produtivo, mas desde a

matéria-prima até seu descarte final. As empresas, consideradas pela sociedade como sendo as principais responsáveis pela poluição, ficaram vulneráveis a ações legais e a ações de boicote e de recusa por parte dos consumidores, que hoje consideram a qualidade ambiental como uma de suas necessidades principais, a ser atendida.

As estratégias das empresas em obter melhorias de desempenho ambiental estão inseridas na sua função social, pois além de atender à vontade de seus clientes, melhora os relacionamentos com os órgãos ambientais de controle, com as ONGs e com a sociedade em geral.

O estudo tem o intuito de colocar em pauta a questão ambiental e a utilização de tecnologias limpas alertando a relevância da situação climática atual, não visando apenas um diferencial competitivo e aumento do lucro para a organização, mas a criação de alternativas e a garantia de uma melhor qualidade de vida para as próximas gerações.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo geral

Identificar os benefícios e as oportunidades gerados pelo Programa de Reflorestamento e Produção de Postes de Madeira como modelo sustentável de produção limpa.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a redução de emissões de resíduos ocasionada pela adoção do Programa nos últimos anos;

- Identificar o impacto ambiental da utilização do modelo de produção limpa em relação ao modelo tradicional;
- Analisar a oportunidade de incremento de receita com a redução de emissões de resíduos através dos mecanismos de desenvolvimento limpo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Até a década de 60, o desenvolvimento era associado à idéia de progresso a qualquer custo. A mudança de paradigma ocorreu a partir de estudos realizados por diversos cientistas indicando que o incentivo ao consumo exagerado poderia ocasionar a escassez de recursos naturais provocando um impacto ambiental irreparável.

Oficialmente, essa nova visão apareceu, pela primeira vez, na primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em Estocolmo, Suécia, em 1972. O economista polonês, naturalizado francês, Ignacy Sachs, desenvolveu o conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentado ou ecodesenvolvimento: “um processo criativo de transformação do meio com ajuda de técnicas ecologicamente prudentes, impedindo o desperdício dos recursos e para que sejam empregados na satisfação das necessidades da sociedade” (NASCIMENTO et al., 2008).

O conceito de desenvolvimento sustentável apareceu pela primeira vez no relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), chefiada pela primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, em 1987. Seu significado está relacionado ao atendimento das necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações, satisfazendo as suas próprias necessidades (WCED, 1987).

No relatório, uma série de medidas são propostas para que os países possam promover o desenvolvimento sustentável. Entre elas:

- limitação do crescimento populacional;
- garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo;
- preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;

- aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
  - controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;
  - atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia).
- No âmbito internacional, as metas propostas são:
- adoção da estratégia de desenvolvimento sustentável pelas organizações de desenvolvimento (órgãos e instituições internacionais de financiamento);
  - proteção dos ecossistemas supra-nacionais como a Antártica, oceanos, etc, pela comunidade internacional;
  - banimento das guerras;
  - implantação de um programa de desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU).

O desenvolvimento sustentável se sustenta sobre três pilares conhecidos por *triple bottom line* (ou PPP - People, Planet and Profit, em português, PPL - Pessoas, Planeta e Lucro). São eles: desempenho econômico/financeiro, social e ambiental. Através deste conceito, a organização passa a trabalhar com um enfoque de crescimento sistêmico, reconhecendo que a sociedade depende da economia, que a economia depende do ecossistema global e que o ecossistema depende da sociedade.

Embora o significado esteja fortemente associado a uma visão de futuro dos recursos naturais e da qualidade ambiental, a abordagem é mais ampla, englobando também o contexto econômico e social. Não pode ser desvinculado ou subordinado a fatores somente econômicos, mas deve buscar uma evolução de forma integrada e articulada. Apesar de parecerem incompatíveis os objetivos do desenvolvimento sustentável com o crescimento econômico, é possível prever que futuramente o crescimento econômico das organizações somente será conseguido com a sustentabilidade dos seus processos e produtos.

Essa concepção destaca a necessidade do uso de recursos, porém de forma responsável e equilibrada, para que a sociedade possa se desenvolver de modo continuado. O assunto ganhou espaço nas organizações e nas comunidades locais, resultado de uma preocupação ecológica crescente, onde se tem buscado alternativas em ações isoladas ou de maior envergadura.



Nesse sentido desenvolveram-se inúmeras ações gerenciais e operacionais, hoje conhecidas como ações sustentáveis, esperando-se que através destas se alcance a sustentabilidade da sociedade. As ações dizem respeito à adequação a legislação vigente no país e também com as tecnologias limpas gerenciais e operacionais que podem ser utilizadas (SCHENINI, 2005).

Desde o início da década de 90, o setor empresarial vem promovendo uma mudança, quando assumiu uma atitude positiva para com o meio ambiente, mas não mais por obrigação pela rigidez da legislação ambiental, e sim de forma voluntária, por vislumbrar oportunidades de negócio, ao agregar a variável ambiental na dimensão empresarial (LAYRARGUES, 2000, p.84):

“Percebeu-se que o que era considerado um dejetos poderia muitas vezes tornar-se um recurso e, nesse sentido, o primeiro passo em direção à sustentabilidade correspondeu à economia de recursos naturais e energéticos, diminuindo, como consequência, o desperdício e a poluição. “

Além disso, as recentes inovações tecnológicas foram dirigidas para produção das tecnologias limpas como uma resposta às exigências da legislação ambiental, das seguradoras, dos *stakeholders* e da sociedade em geral, cobrando uma atuação empresarial mais responsável com o meio ambiente. Somente a partir da criação das tecnologias limpas, viabilizou-se a mudança de atitude empresarial.

A transição industrial orientada pela modernização tecnológica visa, em primeiro lugar, a redução dos custos para aumentar a competitividade. A variável ambiental aparece apenas como benefício adicional, pois o controle dos resíduos também representa uma economia de recursos. A aquisição de uma imagem empresarial positiva diante da opinião pública também se constitui num importante recurso altamente explorável nas campanhas de marketing (LAYRARGUES, 2000).

## 2.2. PRODUÇÃO LIMPA

Os sistemas de produção industrial exigem recursos materiais, a partir dos quais os produtos são feitos; energia, usada para transportar e processar materiais; bem como água e ar. Os sistemas de produção atuais são lineares e com frequência

usam substâncias nocivas e recursos finitos em vastas quantidades e ritmo acelerado.

O programa de Produção Limpa (PL), que foi uma proposta apresentada pela organização ambientalista não-governamental Greenpeace, em 1990, surge para questionar a necessidade real de um produto ou buscando alternativas para que essa necessidade possa ser satisfeita ou reduzida, atendendo a necessidade de produtos de forma sustentável, usando com eficiência materiais e energia renováveis, não-nocivos, evitando desperdícios e conservando a biodiversidade.

Os sistemas de Produção Limpa são circulares e usam menor quantidade de materiais, água e energia. Os recursos fluem pelo ciclo de produção e consumo em ritmo mais lento.

Os critérios para a Produção Limpa podem ser verificados no quadro abaixo:

**Quadro 1 – Critérios de Produção Limpa**

<b>Os sistemas de Produção Limpa para alimentos e produtos manufacturados são:</b>
• não-tóxicos
• eficientes no uso de energia
• feitos usando-se materiais renováveis, rotineiramente reaproveitados e extraídos de forma a manter a viabilidade do ecossistema e da comunidade da qual foram extraídos ou
• feitos de materiais não-renováveis, mas passíveis de reprocessamento de forma não-tóxica e eficiente em termos de energia.
<b>Os produtos são</b>
• duráveis e reutilizáveis
• fáceis de desmontar, reparar e remontar
• mínima e adequadamente embalados para distribuição, usando-se materiais reutilizáveis ou reciclados e recicláveis.
<b>Acima de tudo, os sistemas de Produção Limpa</b>
• não são poluentes em todo seu ciclo de vida útil
• preservam a diversidade na natureza e na cultura
• garantem às gerações futuras a satisfação de suas necessidades.
<b>O ciclo de vida útil inclui</b>
• fase de projeto de produto/tecnologia
• fase de seleção e produção de matéria prima
• fase de fabricação e montagem de produto
• fase de distribuição e comercialização
• fase de uso do produto pelo consumidor
• gerenciamento social dos materiais ao fim da vida útil do produto

Fonte: Greenpeace, 1997.

Segundo o Greenpeace (1997), são quatro os elementos da Produção Limpa:

a) Enfoque Precautório – Preocupação com a redução na utilização de materiais, água e energia – uma nova abordagem holística e integrada para questões ambientais centradas no produto. Essa abordagem assume como pressuposto que a maioria de nossos problemas ambientais é causada pela forma e ritmo no qual produzimos e consumimos os recursos. Além de considerar a necessidade da participação popular na tomada de decisões políticas e econômicas.

O enfoque prevê que cabe ao agente poluidor em potencial provar que uma substância ou atividade não causará danos ambientais, ao invés de as comunidades terem que provar esse dano. Com isto, rejeita o uso exclusivo da avaliação quantitativa do risco na tomada de decisões, reconhecendo as limitações do conhecimento científico para determinar se o uso de uma substância química ou atividade industrial é procedente.

b) Enfoque Preventivo – A prevenção ao invés do controle dos danos ambientais, procurando evitá-lo na fonte ao invés de tentar controlá-los em seu final. Isso leva em conta o fato de ser mais barato e eficiente prevenir danos ambientais do que tentar controlá-los ou remediá-los. A prevenção vai ao início do processo de produtivo para evitar a fonte do problema, em vez de tentar controlar os danos em seu final, com as tecnologias fim-de-tubo. Prevenir a poluição substitui o seu controle. Requer alterações de processos e produtos para impedir a geração de resíduos, sem ter que se preocupar com o seu descarte. Ao mesmo tempo, práticas de uso eficiente de energia, na demanda e na oferta, evita a necessidade de serem desenvolvidas novas fontes de energia a partir de combustíveis fósseis.

c) Controle Democrático – Envolvimento dos trabalhadores das indústrias, consumidores e comunidades (sociedade em geral), o que possibilita a mudança de cultura e consciência ambiental; o acesso a informações e a participação dos cidadãos na tomada de decisões assegura o controle democrático e permite que as comunidades tenham acesso às informações sobre a política de gestão ambiental das organizações e informações sobre seus produtos. As comunidades devem ter informações sobre emissões industriais e ter acesso a registros de poluição, planos de redução de uso de substâncias tóxicas, bem como aos dados sobre os ingredientes de um produto.

d) Abordagem Integrada e Holística – A sociedade deve adotar uma abordagem integrada para o uso e o consumo de recursos ambientais, não

permitindo que os poluentes sejam transferidos entre o ar, água e o solo, tratando-se corretamente o ciclo de vida útil do produto, desde sua produção até o descarte, e o impacto econômico da passagem para a Produção Limpa.

Atualmente, a administração do ambiente é fragmentada, com diferentes órgãos controlando o ar, a água e o solo, o que permite que os poluentes sejam transferidos entre eles. As reduções nas emissões de poluentes centradas nos processos de produção fazem com que o risco seja transferido para o produto. Esse risco pode ser minimizado tratando-se corretamente todos os fluxos de materiais, água e energia.

### **2.2.1. O desenvolvimento da produção limpa**

Tradicionalmente, os governos abordam o gerenciamento ambiental estabelecendo limites de poluição admissíveis para terra, água e ar. A indústria adapta seus equipamentos só nos dispositivos de final de processo para manter esses padrões de emissão.

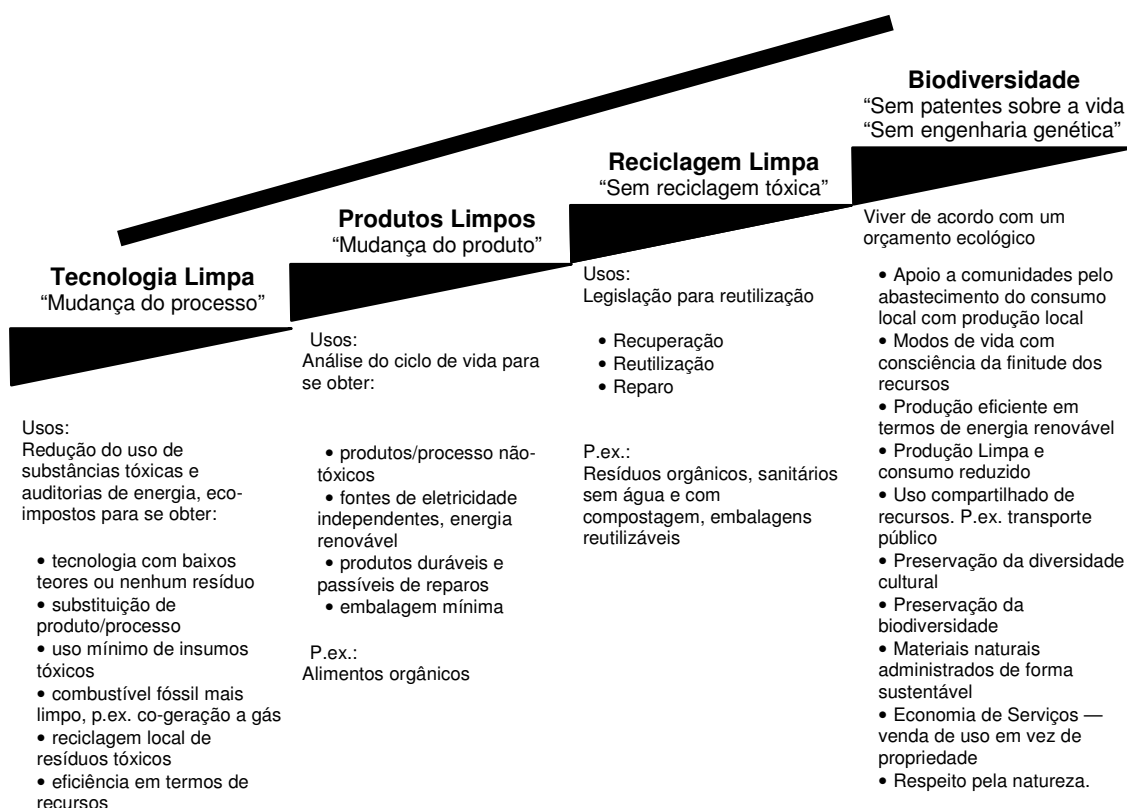
A contínua degradação do ambiente é prova de que essa abordagem tem falhas graves. Ela supõe que o ambiente pode tolerar certa quantidade de poluição e não trata a geração de resíduos como desperdício, mas como algo inevitável. Além disso, como água, ar e terra em geral são regulamentados por autoridades diferentes, essa fragmentação resulta na troca de substâncias tóxicas entre ar, água e solo.

A estratégia mais bem-sucedida na eliminação de substâncias tóxicas do processo produtivo foi a introdução de proibições e reduções progressivas em âmbito nacional e regional. Contudo, interesses econômicos muitas vezes são priorizados e permissões são dadas em alguns locais, fazendo que a poluição continue a circular no ambiente.

## 2.2.2. Etapas da produção limpa

A Produção Limpa é tanto um processo quanto um objetivo. O primeiro passo para esse objetivo é mudar o processo de produção. Isso inclui melhorias na manutenção (evitando vazamentos e derramamentos), redução no uso de substâncias tóxicas, e introdução de sistemas de reciclagem para reaproveitamento de materiais e resíduos que em outra situação seriam perdidos. Estas iniciativas podem ser implementadas sem custo ou com baixo investimento e com economia considerável, podendo inclusive gerar uma nova demanda, provocando aquecimento no mercado pela adoção de novas tecnologias. A Figura 1 abaixo mostra as Etapas da PL:

**Figura 1 – Etapas da Produção Limpa**



Fonte: Greenpeace, 1997.

Segundo o Greenpeace (1997), a abordagem da Produção Limpa envolve oito etapas:

1. Identificação da substância perigosa a ser gradualmente eliminada com base no Princípio Precautório.
2. Execução de análises química e de fluxo de material.
3. Estabelecimento e implementação de um cronograma para a eliminação gradual da substância nociva do processo de produção, bem como de correspondente tecnologia de gerenciamento de resíduos.
4. Implementação de processos de produção limpa para produtos existentes e pesquisa de novos.
5. Treinamento e fornecimento de apoio técnico e financeiro.
6. Ativa divulgação de informações para o público e garantia de sua participação na tomada de decisões.
7. Viabilização da eliminação gradativa da substância poluente através de incentivos normativos e financeiros.
8. Viabilização da transição para a Produção Limpa com planejamento social, envolvendo trabalhadores e comunidades afetados.

### **2.2.3. Mudança do produto**

Além de mudar os processos, a transição para a Produção Limpa também requer o exame do produto. O projeto técnico de um produto tradicionalmente visa a redução dos custos de produção, porém a sociedade deve utilizar a 'contabilidade de custo total' para que sejam considerados os custos ambientais, sociais e monetários do esgotamento de recursos e da geração de resíduos.

Os governos estão desenvolvendo e implementando políticas ambientais orientadas para o produto, que examinam todos os impactos ambientais de um produto e também o uso de recursos para a sua produção. Através do questionamento a respeito da necessidade do produto e se ela poderia ser satisfeita ou reduzida de outra maneira, são analisadas oportunidades para redução de volume e o ritmo do fluxo de recursos na produção. Segundo o Greenpeace (1997), a estratégia de projeto do produto pode ser classificada como:

- a) Para o consumo reduzido de recursos - Visa a reduzir a quantidade de materiais consumidos e favorece materiais recicláveis ou renováveis

- b) Para prolongar a vida útil do produto - Considera a durabilidade dos materiais e o uso de componentes que podem ser substituídos com facilidade e upgrades que encorajem o uso por longo prazo.
- c) Para reciclagem - Favorece o uso de materiais que possam ser recuperados (por reciclagem, regeneração ou reutilização) e evita materiais perigosos ou compostos.
- d) Para desmontagem - Facilita a separação de componentes e materiais em produtos usados, para incentivar a reciclagem e a reutilização.

#### **2.2.4. Estratégias governamentais para a produção limpa**

Os governos devem apoiar o desenvolvimento da produção mais limpa e de produtos mais limpos. Novas estratégias técnicas e comerciais de apoio à utilização da Produção Limpa somente evoluirão no contexto de uma estrutura que deve ser fornecida pelos governos.

Em vez de centrar sua ação em políticas e leis de tratamento de lixo, os governos precisam desenvolver políticas que favoreçam produtos duráveis, uso de energia renovável e materiais naturais, reduzindo a geração de resíduos e facilitando o fechamento dos ciclos de recursos.

### **2.3. PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

O programa de Produção mais Limpa (P+L) aparece, em 1991, como uma abordagem intermediária entre a Produção Limpa e a prevenção de resíduos, uma vez que inclui processos mais simples, não necessariamente requerendo a implementação de tecnologias mais sofisticadas, podendo atingir um número maior de organizações, que não têm acesso ao desenvolvimento tecnológico. A produção mais limpa, que prioriza a prevenção da poluição, revelou-se como uma importante ferramenta para diminuição dos impactos no meio ambiente, utilizando-se de recursos mais próximos à realidade das organizações.

De acordo com a UNEP (1995), a produção mais limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente. Seriam ajustes no processo produtivo que permitem a redução da emissão/geração de resíduos diversos, podendo ser feitas desde pequenas reparações no modelo existente até a aquisição de novas tecnologias (simples e/ou complexas).

A intenção é aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia por meio da diminuição ou eliminação do uso de resíduos, ou ainda com reciclagem. A iniciativa traz benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos, pois trabalha com tecnologias limpas.

Em relação ao formato dos produtos, a Produção Mais Limpa busca direcionar o design para a redução dos impactos ambientais negativos, além da segurança dos produtos em todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até a disposição final do produto.

Em relação aos processos de produção, busca a economia de matéria-prima, água e energia, a eliminação do uso de materiais tóxicos e/ou perigosos e a redução nas quantidades e toxicidade de todas as emissões e resíduos na fonte geradora durante o processo produtivo, de modo isolado ou combinado.

Em relação aos serviços, direciona o foco para incorporar as questões ambientais no projeto, na realização e na entrega de serviços.

A produção mais limpa adota uma abordagem preventiva, em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de final de tubo, voltando-se para a prevenção.

O aspecto mais fundamental da produção mais limpa é que a mesma requer não somente a melhoria tecnológica e a mudança de atitudes, mas a adoção das melhores técnicas de gestão, fazendo alterações por meio de soluções próprias e revisando políticas e procedimentos quando necessário. Esses três fatores reunidos é que fazem o diferencial em relação a outros programas ligados a processos de produção (UNEP, 1995).

Mudança de atitude significa encontrar uma nova abordagem para o relacionamento entre a indústria e o ambiente, pois repensando um processo industrial ou um produto pode ocorrer a geração de melhores resultados, sem requerer novas tecnologias (UNEP, 1995).



Produção mais Limpa (*Cleaner Production*) é o conceito definido pela UNIDO/UNEP que estimula atitudes voluntárias por parte das indústrias de produção limpa, independente do alcance da legislação ambiental.

Tecnologia mais Limpa (*Cleaner Technology*) é um conjunto de soluções que começam a ser estabelecidas e disseminadas, por sua ampla utilização, a fim de prevenir e resolver problemas ambientais. Elas seguem o princípio de proteger e/ou conservar o meio ambiente, evitando o desperdício de recursos e a degradação ambiental, almejando o desenvolvimento sustentável. As tecnologias mais limpas dependem de novas maneiras de pensar e agir sobre os processos, produtos, serviços e formas gerenciais em uma abordagem mais holística.

Tecnologias Fim de Tubo (*End of Pipe Technologies*) são utilizadas para o tratamento, minimização e inertização de resíduos, efluentes e emissões. Estas tecnologias são muito utilizadas nas empresas. São exemplos: os filtros de emissões atmosféricas, as estações de tratamento de efluentes líquidos (ETE) e as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos. Diferentemente da Produção Limpa, que atua na prevenção a poluição, atuam visando remediar os efeitos da produção, ou seja, depois que a poluição foi gerada no processo produtivo.

Pode-se verificar que existem diferenças entre os conceitos de “Produção Mais Limpa” e “Produção Limpa” no que se refere à concepção de processos e produto, conforme demonstra o Quadro 2.

**Quadro 2 – A concepção de produto e processo na PL e P+L**

<b>Processo em Produção Mais Limpa</b>	<b>Processo em Produção Limpa</b>
Redução de toxicidade das emissões e resíduos	Atóxico
Conservação de materiais, água e energia	Energia Eficiente
Eliminação de materiais tóxicos e perigosos	Materiais Renováveis
<b>Produto em Produção Mais Limpa</b>	<b>Produto em Produção Limpa</b>
Redução do impacto ambiental e para saúde humana durante a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extração</li> </ul>	Deve apresentar características como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durável e reutilizável</li> <li>• Fácil de desmontar e remontar</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufatura</li> <li>• Consumo/Uso</li> <li>• Disposição/Descarte Final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo de embalagem</li> <li>• Utilização de materiais reciclados e recicláveis</li> </ul>
--	---

Fonte: UNIDO/UNEP, 1995.

A diferença entre “Tecnologia Limpa” e “Tecnologia mais Limpa” é semelhante ao caso da PL e P+L. Tecnologias Limpas são metas que devem ser perseguidas, mas difíceis de serem atingidas na prática, pois sempre haverá algum tipo de impacto ambiental, o que fará com que esta tecnologia não seja totalmente limpa. Já as Tecnologias mais Limpas, são tecnologias que causam menor impacto do que outra tecnologia com a qual se está comparando.

Independentemente do nome dado às práticas de melhorias ambientais adotadas em uma organização, a empresa que estiver realmente interessada em abordar a questão dos resíduos não pode ficar apenas na mudança de discurso e na utilização de terminologias como: empresa ecológica ou ambientalmente correta. Deve fazê-lo de maneira consciente, objetiva e transparente, devendo tomar precauções para não usar da “maquiagem verde”, a fim de evitar ações civis ou a crítica dos consumidores, de organizações ambientalistas e dos próprios concorrentes, podendo gerar prejuízos e danos inevitáveis à imagem da empresa.

Atualmente, a indústria tem uma participação mais ativa no cumprimento de sua responsabilidade com o meio ambiente. A globalização exige da indústria um produto de baixo custo, mantendo a qualidade de seus processos, produtos e serviços, para continuar competitiva no mercado. Por trás desta meta, uma nova tendência na proteção ambiental industrial começa a ser notada: é a ecoeficiência. A ecoeficiência combina desempenho econômico e ambiental. Sendo assim, pode-se dizer que os objetivos gerais de uma empresa que busca a ecoeficiência, por meio de investimentos em produção mais limpa, são:

- a) melhorar sua situação econômica;
- b) reduzir impactos ambientais;
- c) usar mais racionalmente matérias-primas e energia;
- d) cuidar da saúde dos seus empregados;
- e) reduzir os riscos de acidentes; e
- f) melhorar sua relação com as partes interessadas.

Com isso, a estratégia geral para alcançar os objetivos é de sempre mudar as condições na fonte em vez de lutar contra os sintomas. Pela definição do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente de 1994, a produção mais limpa é a melhoria contínua dos processos industriais, produtos e serviços, visando:

- a) Reduzir o uso de recursos naturais;
- b) Prevenir na fonte a poluição do ar, da água; e do solo; e
- c) Reduzir a geração de resíduos na fonte, visando reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Somente depois das técnicas de prevenção terem sido adotadas por completo é que se deverá utilizar a opção de reciclagem. E, somente depois dos resíduos terem sido reciclados é que se pode pensar em realizar o tratamento dos resíduos. Portanto, a produção mais limpa não significa maximizar o uso de reciclagem ou as tecnologias de controle da contaminação, conhecidas como fim de tubo, mas sim saber aproveitar os equipamentos e as tecnologias existentes.

A produção mais limpa possibilita à indústria manejar os seus problemas de processos, produtos e serviços, com uma melhor seleção e planejamento da tecnologia, que também conduzirá a uma redução da necessidade por tecnologia fim de tubo e pode, em alguns casos, eliminar a necessidade de todas juntas.

Segundo a UNIDO/UNEP (1995), os pontos-chave da produção mais limpa são:

- a) A produção mais limpa reduz a geração de resíduos e/ou desperdícios em todos os estágios do processo de produção e que necessitariam ser tratados no fim do processo;
- b) Os termos “prevenção da poluição”, “redução na origem” e “minimização de resíduos” são, freqüentemente, em alguns países, usados como sinônimos de produção mais limpa;
- c) Produção mais limpa pode ser realizada por meio de boas praticas de produção, modificação em processo, mudanças de tecnologia, substituição de matéria-prima e redesenho ou reformulação do produto;
- d) As vantagens econômicas da produção mais limpa estão mais na redução de seus custos efetivos do que no controle da poluição. Tornar os processos mais eficientes e de melhor qualidade faz com que os custos

de tratamento e disposição final dos resíduos sejam reduzidos e, em alguns casos, eliminados;

- e) A vantagem ambiental da produção mais limpa é que ela reduz o problema dos resíduos na fonte. Convencionalmente, o tratamento de fim de tubo somente transfere os resíduos de um ambiente para outro;
- f) A razão pela qual a produção mais limpa está demorando a ser aceita é mais por um fator cultural (humano) do que por fatores técnicos. As práticas de fim de tubo são conhecidas e aceitas pela indústria e engenheiros. As políticas e leis governamentais, freqüentemente, favorecem as soluções de fim de tubo, pois para investimentos dessa natureza existem possibilidades de financiamento. Além disso, os gerentes e trabalhadores que sabem que as indústrias são ineficientes não são recompensados pelas melhorias sugeridas;
- g) A produção mais limpa ataca o problema em todos os seus níveis, introduzindo um programa em nível de fábrica, requerendo o consentimento dos principais responsáveis pelo gerenciamento e um método sistêmico de produção em todos os aspectos do processo de produção.

De acordo com a UNIDO/UNEP (1995), existe uma grande relutância para a prática de produção mais limpa. Os maiores obstáculos ocorrem em função da resistência à mudança; da falta de informação sobre a técnica e a importância dada ao meio ambiente; a não existência de políticas nacionais que dêem suporte às atividades de produção mais limpa; barreiras econômicas (alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos) e barreiras técnicas (novas tecnologias).

Nos países desenvolvidos, o trabalho está mais focado na implementação de estratégias preventivas de contaminação, a partir do desenvolvimento de tecnologias mais limpas que otimizam o consumo dos recursos naturais e matérias-primas e minimizam a geração de resíduos em todas as suas formas. Além disso, há uma crescente preocupação na criação de uma consciência ambiental, de instrumentos econômicos e/ou regulatórios, na difusão de informações e na geração de programas de capacitação para o tema.

Já nos países em desenvolvimento, como o Brasil, identificam-se alguns elementos comuns, que mostram como é importante a rápida expansão das políticas

ambientais locais. A experiência específica sobre produção mais limpa é recente, há falta de informação sobre o estado atual da qualidade ambiental e existe uma excessiva e contraditória legislação ambiental.

Não se sabe como reestruturar processos de produção e incrementar a produtividade, ao mesmo tempo em que se procura reduzir seus impactos ambientais, pois é necessário comprovar a eficiência e efetividade dos instrumentos aplicados para a adoção de produção mais limpa. Existe pouco conhecimento sobre tecnologias mais limpas apropriadas às estruturas produtivas locais (UNIDO/UNEP, 1995).

As experiências no desenvolvimento da produção mais limpa em diversos segmentos de atuação em ambos os países em desenvolvimento e desenvolvidos, mostram que essa nova abordagem não somente produz um ambiente limpo como também traz benefícios econômicos para a indústria e a sociedade.

Como qualquer investimento, a decisão de investir em produção mais limpa depende da relação custo-benefício. Na prática, frente às restrições de capital para os investimentos, opta-se pela adoção de estratégias corretivas, com tratamento no final do processo, em vez de estratégias de produção mais limpa que atuam na prevenção.

Ao comparar as mudanças que são geradas na estrutura dos custos totais, quando se decide investir em produção mais limpa, os custos diminuem significativamente, devido aos benefícios gerados com o aumento da eficiência dos processos e dos ganhos, com melhor aproveitamento de matérias-primas e energia e na diminuição de resíduos e emissões contaminantes.

A implementação de P+L faz com que a empresa aumente seus lucros com melhorias voltadas à melhor utilização dos recursos naturais, buscando a redução dos custos ambientais.

Os custos ambientais geralmente não são mensurados nas relações de mercado, devido à falta de regulamentação de limites de degradação da empresa (independente dos direitos legais de ação dentro de sua área de propriedade), pois a degradação não incide sobre os que degradam, mas recai sobre a sociedade como um todo e sobre as gerações futuras.

As externalidades (custos ambientais) não são captadas pelo sistema de preços e ficam alheias às funções de custo e de demanda. Com isto, o mercado não

incentiva da maneira apropriada o uso eficiente dos recursos naturais que, tratados como recursos livres ou de custo muito baixo, tendem a ser superexplorados.

Porém, já é reconhecida a necessidade de internalizar os custos ambientais nas atividades de produção e consumo, de forma a induzir a mudança do padrão de uso dos recursos naturais, assim como possibilitar a cobrança do reflexo dessas atividades na comunidade.

A produção mais limpa se focaliza no potencial de ganhos diretos no mesmo processo de produção e de ganho indireto pela eliminação de custos associados com o tratamento e a disposição final dos resíduos, desde a fonte, ao menor custo, e com períodos curtos de amortização dos investimentos. A produção mais limpa geralmente oferece redução nos custos e melhora a eficiência das operações, facilitando às organizações alcançar suas metas econômicas, ao mesmo tempo em que melhor o ambiente.

No contexto microeconômico, a produção mais limpa pode alterar as ineficiências com processos internos, modificando a posição competitiva da empresa. A vantagem competitiva aparece de forma objetiva inserindo as questões ambientais não somente como um custo, mas como uma possibilidade de obtenção de ganhos.

É necessário que se perceba as questões ambientais como um recurso para a obtenção de vantagem competitiva. Foi somente na década passada que emergiu a teoria dos recursos internos, articulando o relacionamento entre os recursos da firma, suas capacidades e a vantagem competitiva.

Para a produção mais limpa, talvez o mais importante sejam as habilidades básicas e o conhecimento tácito das empresas. O conhecimento melhora a eficiência e leva à incorporação de novas técnicas de gestão, tais como o monitoramento contínuo do fluxo de materiais e resíduos de todas as etapas do processo produtivo. Com isso, são geradas informações confiáveis para a aplicação de melhorias técnicas e tecnológicas de baixo custo, baseando-se na experiência acumulada das pessoas e seu refinamento com a prática, enfatizados na teoria dos recursos internos.

Para a produção mais limpa tornar-se relevante, as empresas deverão internalizar os desafios criados pelo meio ambiente, abraçando a idéia da racionalidade ambiental, orientando os recursos e as capacidades como uma fonte sustentável de vantagem competitiva.

A P+L interage nas capacidades internas das organizações, alavancando as competências centrais da empresa, além de atuar na eficiência dos processos, gerando inovações muitas vezes e a redução de custos.

Apesar dos benefícios que podem ser gerados, ainda há dificuldades na adoção da P+L por micro e pequenas empresas. Os principais obstáculos observados são:

- Resistência à mudança;
- Percepção equivocada sobre a predominância das vantagens ambientais, sobre o aperfeiçoamento das técnicas e sobre redução dos custos operacionais;
- Inexistência de políticas nacionais que deem suporte tecnológico e financeiro às empresa que adotem o modelo de Produção Mais Limpa;
- Alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos;
- Falta de conhecimento técnico.

As preocupações econômicas de curto prazo, a falta de informações e a atitude dos gerentes são as principais barreiras que impedem a visualização dos diversos benefícios econômicos, ocupacionais e ambientais do programa.

Os benefícios mais imediatos são a melhoria da competitividade (por meio da redução dos custos e/ou melhoria da eficiência produtiva) e a redução dos encargos ambientais e sociais gerados pela atividade produtiva.

## 2.4. PROTOCOLO DE QUIOTO

Em 1990, surgiu o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), primeiro mecanismo de caráter científico, tendo como intenção alertar o mundo sobre o aquecimento do planeta, além disso, ficou constatado que alterações climáticas são principalmente provocadas por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido pela queima de combustíveis fósseis.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) é um acordo multilateral aprovado e aberto para assinatura pelas Partes durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em 1992. Neste tratado internacional, os

governos reconheceram que a Convenção poderia ser a propulsora de ações mais enérgicas no futuro. Ao estabelecer um processo permanente de revisão, discussão e troca de informações, a Convenção possibilita a adoção de compromissos adicionais em resposta a mudanças no conhecimento científico e nas disposições políticas.

A Convenção sobre Mudança do Clima estabeleceu que os países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança global do clima de acordo com as responsabilidades históricas de cada nação pela elevada concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Assim, deveriam retornar o nível das suas emissões de gases de efeito estufa por volta do ano 2000 aos níveis anteriores aos de 1990.

No seu Artigo 7, foi estabelecida a Conferência das Partes, órgão supremo da Convenção, que se reúne uma vez por ano para deliberar sobre assuntos relativos à sua efetiva implementação. Sua responsabilidade é monitorar e promover a implementação da Convenção e de quaisquer instrumentos legais a ela relacionados.

Na primeira Conferência das Partes, em Berlim, chegou-se à conclusão de que a grande maioria dos países desenvolvidos não conseguiria retornar suas emissões aos níveis de 1990 por volta do ano 2000, conforme compromissos firmados no âmbito da Convenção sobre Mudança do Clima. Foi, assim, necessário estabelecer uma Resolução, denominada Tratado de Berlim, com o objetivo de rever esses compromissos.

O Mandado de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas, determinado na Convenção, estabelecer num Protocolo ou em outro instrumento legal metas quantitativas de redução de emissão, bem como descrever as políticas e medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas, com um prazo até a terceira Conferência das Partes (COP-3), que seria realizada em 1997.

Passados dois anos, na COP-3, evento que reuniu cerca de 10.000 delegados, observadores e jornalistas realizado em Quioto, Japão, em dezembro de 1997, após intensas negociações, foi adotado o Protocolo de Quioto, que estabeleceu compromissos quantificados para os países industrializados de redução ou limitação das emissões de gases de efeito estufa.



O compromisso de redução ou limitação assumido por cada país industrializado no âmbito do Protocolo de Quioto decorreu da disposição política de cada país. Na reunião, 84 países se dispuseram a aderir ao Protocolo e o assinaram, se comprometendo a implantar medidas com intuito de diminuir a emissão de gases e substituir produtos oriundos do petróleo por outros que provocam menor impacto. O acordo só entrou em vigor no âmbito internacional em 16 de fevereiro de 2005, após a ratificação pela Federação Russa no fim de 2004.

O Protocolo de Quioto define metas de emissões juridicamente vinculantes para as Partes no Anexo I (que pode ser visto no Anexo F deste trabalho), estabelece mecanismos para atendimento dessas metas em várias atividades econômicas e estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas ações básicas:

- Reformar os setores de energia e transportes;
- Promover o uso de fontes energéticas renováveis;
- Eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção;
- Limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos; e
- Proteger florestas e outros sumidouros de carbono.

As metas estabelecem que as Partes no Anexo I não podem exceder a limites estabelecidos e que em conjunto significam uma redução em torno de 5,2% em relação aos níveis verificados no ano de 1990. Essas metas deverão ser atingidas no período compreendido entre 2008 e 2012, conhecido como primeiro período de compromisso.

As metas de redução de gases não são iguais para todos os países, colocando níveis diferenciados de redução para os 38 países que mais emitem gases. O protocolo prevê ainda a diminuição da emissão de gases dos países que compõe a União Européia em 8%, já os Estados Unidos em 7% e Japão em 6%. Países em desenvolvimento como Brasil, México, Argentina, Índia e principalmente a China, não receberam metas de redução, pelo menos momentaneamente.

Diante das metas estabelecidas o maior emissor de gases do mundo, Estados Unidos, se desligou em 2001 do Protocolo, alegando que a redução iria comprometer o desenvolvimento econômico do país. Um dos fatores alegados pelos

Estados Unidos para a não ratificação do Protocolo de Quioto foi a inexistência de metas de redução das emissões de gás carbônico para os países em desenvolvimento.

Apesar de não serem obrigados a cumprir metas de redução, tais países já respondem por quase 52% das emissões de CO<sub>2</sub> mundiais e por 73% do aumento das emissões em 2004.

O não cumprimento das metas estabelecidas no Protocolo, pelas Partes no Anexo I, acarreta conseqüências juridicamente vinculantes (*legally binding*) nos termos do artigo 18 do Protocolo de Quioto.

O Protocolo de Quioto estabeleceu três Mecanismos Adicionais de Implementação, em complementação às medidas de redução de emissão e remoção de gases de efeito estufa domésticas implementadas pelas Partes no Anexo I: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, MDL (*Clean Development Mechanism – CDM10*); a Implementação Conjunta (*Joint Implementation - JI11*); e o Comércio de Emissões (*Emissions Trading – ET12*).

A regulamentação complementar que era necessária para a implementação do MDL fez parte do Acordo de Marrakeche (COP-7), estabelecidos em novembro de 2001. Nas Conferências seguintes essa regulamentação básica foi complementada. Na COP-8, foram regulamentados os projetos de pequena escala, na COP-9 os projetos florestais e na COP-10 os projetos florestais de pequena escala. A partir da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, novas adições e detalhamentos de questões relacionadas ao MDL vêm ocorrendo no âmbito da COP/MOP.

O primeiro período do acordo expira em 2012, e já há o compromisso da ONU e de alguns governos para o delineamento de um novo acordo ou o que é mais provável de uma emenda no Protocolo de Quioto, que estabeleceria novas metas a serem cumpridas após 2012. As discussões começaram em 16 de fevereiro de 2007 em Washington, os chefes de diversas nações concordaram em princípio sobre o esboço de um sucessor para o Protocolo de Quioto. Eles discutiram, em especial, a criação de um limite máximo para o comércio dos créditos de carbono, bem como a aplicação de metas de redução das emissões de CO<sub>2</sub> aos países em desenvolvimento, e se propuseram a delinear tal esboço até o término de 2009, na Conferência de Copenhague (COP-15).

## 2.5. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL, ou *Clean Development Mechanism*, CDM, em inglês) teve origem na proposta brasileira de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que seria formado por meio de recursos financeiros dos países desenvolvidos que não cumprissem suas obrigações quantificadas de redução ou limitação de emissões de gases de efeito estufa, de acordo com o Princípio do Poluidor-Pagador. O fundo seria utilizado para desenvolver projetos em países em desenvolvimento. Esse conceito não foi aceito por alguns países desenvolvidos e a idéia do fundo foi modificada, transformando-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Esse mecanismo consiste na possibilidade de um país que tenha compromisso de redução de emissões (país no Anexo I) adquirir Reduções Certificadas de Emissões (RCE), geradas por projetos implantados em países em desenvolvimento (países não-Anexo I), como forma de cumprir parte de suas obrigações quantificadas no âmbito do Protocolo.

O objetivo do MDL, como definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto, é assistir:

(i) às Partes não-Anexo I para que contribuam com o objetivo final da Convenção (alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático) e para que atinjam o desenvolvimento sustentável por meio da implementação de atividades de projeto; e

(ii) às Partes no Anexo I para que cumpram suas obrigações quantificadas de limitação e reduções de emissões.

O mecanismo é uma contribuição voluntária significativa das Partes não-Anexo I para mudar, efetivamente, a tendência do aquecimento global de forma consistente com a Convenção, com o Protocolo de Quioto e com o princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas. Por intermédio do MDL, os países em desenvolvimento continuarão a se desenvolver, de forma sustentável, combatendo a pobreza e contribuindo, ao mesmo tempo, para o esforço global de mitigação do efeito estufa.

O MDL é baseado no desenvolvimento de projetos e tem como responsável por parte de seu grande sucesso a iniciativa do empresariado. As atividades de projeto de MDL nos países em desenvolvimento têm que apresentar benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança global do clima; e estar diretamente relacionadas aos gases de efeito estufa, podendo reduzir as emissões de GEE ou aumentar a remoção de CO<sub>2</sub>.

Os projetos podem envolver substituição de energia de origem fóssil por outras de origem renovável, racionalização do uso da energia, atividades de florestamento e reflorestamento, serviços urbanos mais eficientes, entre outras possibilidades. Os projetos devem envolver um ou mais dos gases previstos no Anexo A do Protocolo de Quioto. Podem participar de uma atividade de projeto de MDL entidades públicas, privadas e parcerias público-privadas das Partes no Anexo I e das Partes não-Anexo I, desde que devidamente autorizadas pelos respectivos países.

A redução de emissões de GEE e/ou o aumento de remoções de CO<sub>2</sub> decorrentes da atividade de projeto são medidas em toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e) calculada de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (em inglês, *Global Warming Potential* - GWP). O GWP serve para comparar e somar as quantidades dos diversos GEE em termos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e). Para o primeiro período de compromisso (2008-2012), deve ser adotado o GWP para 100 anos, publicado no Relatório de Avaliação do IPCC (1995).

As RCEs podem ser utilizadas na forma de um ativo financeiro transacionável pelas Partes no Anexo I que tenham ratificado o Protocolo de Quioto como parte do cumprimento de suas obrigações quantificadas de redução ou limitação de emissões de GEE. Assim, o MDL permite que uma Parte com metas no âmbito do Protocolo cumpra parte de suas metas a um custo mais baixo e, ao mesmo tempo, invista em Partes não-Anexo I, contribuindo para o desenvolvimento sustentável desses países. Este benefício externo será internalizado na forma de entrada de recursos prevista desde o início da concepção do projeto.

Finalmente, o proponente do projeto terá a oportunidade de receber o benefício integral da venda das RCEs (créditos de carbono) pelo preço de mercado.

Portanto, o MDL é uma solução para uma questão complexa tratada pela Conferência das Partes que:

- entendeu que o custo de redução das emissões de gases de efeito estufa nas Partes no Anexo I é muito maior do que nas Partes não-Anexo I;
- determinou que cabe aos países industrializados tomar a iniciativa de reduzir suas emissões de GEE, face à sua responsabilidade histórica desde a Revolução Industrial;
- procurou garantir a efetividade das reduções e/ou remoções de gases de efeito estufa, instituindo mecanismos de acompanhamento e aferição sofisticados e rígidos – como o Conselho Executivo e outras instâncias políticas, técnicas e científicas;
- incorporou aos critérios de elegibilidade a necessidade adicional de contribuir para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar social dos países hospedeiros das atividades de projeto;
- mobilizou instituições financeiras, sobretudo aquelas voltadas a mercado de capitais, e criou um ambiente propício para os agentes econômicos adotarem processos e tecnologias mais limpas e eficientes; e
- trouxe o sentido de urgência e de ameaça à qualidade ambiental global, inclusive por meio da publicidade dos Relatórios de Avaliação do IPCC, de cunho científico inquestionável e, conseqüentemente, desencadeou o processo inclusivo do tema da mudança global do clima nas agendas políticas e empresariais.

### **2.5.1. Etapas do projeto de MDL**

Há uma série de estágios até o ponto em que seja possível aprovar os projetos do MDL:

1º estágio: Elaboração do projeto. Esta etapa é realizada pelas empresas participante do projeto, que pretendem se beneficiar do mecanismo. É preparado o Documento de Concepção do Projeto (DCP), em formato padronizado, definido pelo Comitê Executivo do MDL, contendo todas as informações necessárias para a validação, registro, monitoramento e verificação das atividades do projeto. São definidas, com detalhes, as atividades do projeto, a metodologia, a linha de base e o período de geração do crédito.

2º estágio: Validação do projeto, pela Entidade Operacional Designada (EOD). A EOD revisa o documento de concepção do projeto, verifica o atendimento a algumas exigências como a voluntariedade (somente são aceitos projetos voluntários, ou seja, aqueles em que a empresa não seria obrigada a realizar, por força de lei). Também são avaliados quais seriam os impactos ambientais acarretados, a adequação da metodologia para definir a linha de base, o plano de monitoramento e os grupos de interesse.

3º estágio: Registro do projeto na Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, que é a Autoridade Nacional Designada (AND), atuando como entidade do governo brasileiro responsável por definir critérios e indicadores de sustentabilidade para os projetos, elaborar análises e pareceres sobre os projetos elegíveis ao MDL e aprovar ou não esses projetos, segundo os critérios definidos. Essa Comissão é composta por representantes de nove ministérios, sendo presidida pelo Ministro da Ciência e Tecnologia. A seguir, o projeto é enviado para avaliação e registro no Comitê Executivo do MDL.

4º estágio: Implementação do Projeto, pelas empresas.

5º estágio: Monitoramento do projeto e dos resultados, pelas empresas.

6º estágio: Emissão de Relatório de demonstração dos resultados, pelas empresas.

7º estágio: Verificação das reduções de emissão, pela Entidade Operacional Designada.

8º estágio: Certificação das Reduções de Emissão ou seqüestro de carbono, pelo Comitê Executivo do MDL, com apoio a Entidade Operacional Designada.

9º estágio: Emissão dos Certificados de Redução de Emissões (RCE), também conhecidos como Créditos de Carbono, pelo Comitê Executivo.

A linha de base para uma atividade de projeto no âmbito do MDL é o “cenário que representa de forma razoável as emissões antrópicas por fontes de GEE que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta”. Ela deve cobrir emissões de todos os gases emitidos por setores e fontes que estejam dentro do limite do projeto.

O estabelecimento da linha de base para uma atividade de projeto é uma das fases cruciais do desenvolvimento de um projeto. Ela precisa ter credibilidade e ser estabelecida sem ambigüidades, pois a redução de emissões ou remoções de GEE

da atividade de projeto são calculadas a partir da linha de base. Existem alguns procedimentos padrão para estabelecer a linha de base que avaliam e demonstram a adicionalidade identificando o cenário da linha de base. Também existem procedimentos simplificados para projetos de pequena escala. Todos os procedimentos incluem a identificação de cenários hipotéticos na ausência da atividade de projeto e procedimentos para avaliar se o projeto seria desenvolvido sem o MDL. O cenário hipotético selecionado serve como base de comparação com o projeto de MDL para avaliação da redução de emissões ou remoções de GEE e para a futura emissão de Reduções Certificadas de Emissões.

O MDL se mostra também um instrumento poderoso para a difusão e aquisição de tecnologias mais produtivas e limpas que, em outro contexto, teriam custos de transferência e aquisição bem mais altos. O interesse geral na eficiência dos resultados dos projetos de MDL abre uma porta importante de acesso a práticas inovadoras e modernas, resultando em evidentes ganhos de produtividade e competitividade empresarial.

Dentre as áreas de interesse prioritário para o desenvolvimento de projetos de MDL (setores e atividades não controversos aos propósitos da redução do efeito estufa e compatíveis com os objetivos nacionais de desenvolvimento econômico, social e ambiental), podemos distinguir três modalidades de projetos:

De todas as modalidades possíveis de projetos de MDL, a Redução de Emissões é a que apresenta a maior facilidade e o maior nível de clareza para a identificação de sua adicionalidade e de sua linha de base para aferição de emissões.

Diante de um padrão de emissão já existente, os ganhos e benefícios que podem ser obtidos a partir de melhoras tecnológicas, substituição de combustíveis, conservação de energia e/ou aumento da eficiência energética, por exemplo, são facilmente mensuráveis.

Os critérios de sustentabilidade requeridos também são atendidos sem maiores dificuldades nessa modalidade de projeto, pois atraso tecnológico e desperdício (com o seu conseqüente potencial de geração de resíduos e poluição) agridem a saúde ambiental e social do processo produtivo.

Para efeito do cálculo de sua adicionalidade, um projeto na área de Emissões Evitadas necessariamente envolve extrapolações dos padrões de oferta e consumo

de energia praticados no presente e a elaboração de um modelo consistente de emissões para o futuro, no caso de ausência do referido projeto.

Nesse caso, a adicionalidade será mensurável mediante os planos públicos nacionais, regionais e locais de suprimento e abastecimento futuro e, ainda, se forem consideradas (com o amparo de estudos sólidos e de análises de credibilidade) as bases de abastecimento comercialmente usuais que teriam lugar para atender ao suprimento da mesma demanda energética, sem o incentivo do MDL.

Além de alguns projetos que podem promover o seqüestro de CO<sub>2</sub> atmosférico e sua estocagem em reservatórios geológicos, o MDL de Resgate de Carbono se vincula basicamente às iniciativas de Florestamento, Reflorestamento e Uso do Solo (em inglês *Land Use, Land Use Change and Forestry* - LULUCF).

Essa modalidade é a que apresenta o maior grau de complexidade para a definição da sua adicionalidade como projeto de MDL. Apesar das evidentes vantagens ambientais (que se traduzem em maior preservação e uso sustentável dos recursos naturais) e das oportunidades que o Brasil oferece para projetos nessa área, cada ecossistema, cada padrão particular de degradação de áreas florestais, cada metodologia de plantio, de recuperação e/ou de preservação florestal exigem estudos muito bem amparados em bases científicas.

Além disso, mais do que em qualquer outra modalidade de MDL, o resgate de carbono baseado em atividades florestais envolve questões sensíveis que dizem respeito às políticas nacionais de destinação e uso do solo. Quando se desenvolve um projeto de resgate tendo por base o plantio ou a recuperação de uma floresta (ainda que para uso industrial, como é o caso do plantio de eucaliptos para produção de postes), é preciso levar em consideração a sua duração e a sua permanência.

O tempo em que a área florestal funcionará como elemento de resgate e sumidouro de carbono. Esse aspecto, além de dar ao RCE uma duração específica, envolve de modo direto a questão da propriedade da terra e de sua destinação de uso, diante da legislação em vigor (área de proteção, área de proteção permanente, área não protegida etc.).



### 3. METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi utilizado o método de estudo de caso caracterizado por pesquisa de natureza exploratória. Segundo Gil (1999), este tipo de pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Para Yin (2005), o estudo de caso mostra as funções explanatórias, e não apenas descritivas ou exploratórias.

O estudo de caso se justifica, nesse trabalho, porque é feita a análise de uma organização específica e investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real (Yin, 2005).

As questões do estudo giram em torno do processo diferenciado pelo qual a Empresa trata a rede de distribuição de energia elétrica, utilizando postes de madeira reflorestada através de um modelo de Produção Limpa e como pode ser conduzida a obtenção de certificação pela redução de emissões de gases do efeito estufa através dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo definidos no Protocolo de Quioto.

Como método qualitativo, a fonte principal de coleta de dados utilizada foi a documentação fornecidos pela organização como o perfil da malha de postes da empresa e quantidade de postes que são fornecidos anualmente para a substituição e/ou implantação da rede, fazendo uma relação com a situação da empresa e os impactos que poderiam ser causados ao meio ambiente na ausência do Programa. Segundo Forster (1994, apud Roesch, 2009, p. 166):

[...] documentos têm um valor em si mesmo – representam sistemas e estruturas da organização. Sua análise permite o entendimento de situações; permite conceituar a organização com base em uma visão de dentro, em contraste com métodos que se propõem testar hipóteses e partem de uma visão de fora, em que o pesquisador se distancia da realidade pesquisada e utiliza instrumentos estruturados em conceitos externos (teóricos).

Outros dados são provenientes de artigos, publicações, internet, revistas e livros, buscando sempre dados reais para a análise quantitativa e qualitativa da busca da solução da situação problemática. Para Yin (2005), esta utilização de múltiplas fontes de dados seria não apenas uma possibilidade dos estudos de caso,

mas acima de tudo uma necessidade, pois com a coleta destes dados seria possível cruzar as informações e confirmá-las ou enriquecê-las.

Com base nestes dados, foi coletada informação técnica sobre a estimativa de resíduos que poderiam ser emitidos na atmosfera sem a utilização do modelo de Produção Limpa. Como fonte auxiliar para a coleta de dados foram realizadas reuniões com o chefe da Divisão de Recursos Florestais e Ambientais da Empresa, bem como, conversas com outros profissionais das áreas relacionadas com o intuito de captar informações e fatos que não constam dos documentos oficiais da empresa.

A abordagem quantitativa foi necessária para avaliar a quantidade de eucaliptos provenientes dos Hortos Florestais utilizados nos postes das redes de distribuição de energia e o impacto ambiental que causa na redução de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Com estas informações, foi calculada a quantidade de anos que estas árvores se mantêm capturando o dióxido de carbono na atmosfera e gera a possibilidade de estabelecer um método próprio para a organização obter créditos de carbono através da redução de emissões. Estes dados são apresentados em forma de gráficos, tabelas e análises, possibilitando ilustrar as informações coletadas na pesquisa.

## 4. ANÁLISE

### 4.1. HISTÓRICO DE POSTES DE MADEIRA PRESERVADA

O Eucalipto é uma árvore de ciclo curto, cultivado em reflorestamento. Sendo uma árvore exótica, não pertence à flora natural do Brasil, é originário da Austrália e foi introduzido no Brasil em torno de 1865 como árvore decorativa, começando a ser plantado para fins industriais em 1903, tendo sido identificadas mais de 672 espécies do gênero *Eucalyptus*.

Tentativas de utilização da madeira de eucalipto como poste foram feitas desde 1909, mas foi somente em 1935 que a Companhia Telefônica Brasileira utilizou pela primeira vez postes de eucalipto preservado com Carbolineum pelo processo Banho Quente-Frio. Esses postes foram instalados em um campo de apodrecimento da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, e após 26 anos encontravam-se em perfeito estado.

Posteriormente, estudos realizados em postes de eucalipto tratados pelo processo Boucherie, Quente-Frio e Vácuo-Pressão em autoclave, instalados entre 1935 e 1955 também pela Companhia Telefônica Brasileira, apontam que o poste de eucalipto submetido a um tratamento preservativo adequado tem uma expectativa de vida média de 40 anos. No entanto, somente a partir da instalação da primeira usina produtora de postes, operando pelo processo vácuo-pressão, em 1945, que o poste de eucalipto preservado foi aos poucos surgindo como mais uma alternativa para uso em sustentação de redes de elétricas e de telefonia devido à escassez de espécies nativas de boa resistência natural e ao aumento gradativo das necessidades de expansão das redes.

No Brasil, as empresas de energia elétrica começaram a utilizar mais intensamente o poste de eucalipto na década de 1960. Na época, o usuário, assim como o fabricante, não possuíam referenciais quanto aos processos e produtos utilizados. Frequentemente adotavam normas ou especificações estrangeiras, que nem sempre referiam-se à madeira de *Eucalyptus sp* ou às condições de uso brasileiras, ou até mesmo, estabeleciam critérios baseados na experiência prática que possuíam.

Na década de 70, o setor madeireiro, e em particular o de preservação de madeiras, ganhou um grande impulso em função do aperfeiçoamento tecnológico das indústrias e do surgimento de empreendimentos florestais, principalmente de eucalipto, como resultado da política governamental de incentivos fiscais para o reflorestamento, o que deu origem a uma tecnologia silvicultural de florestas plantadas, hoje reconhecida em todo o mundo.

O uso de postes de madeira preservada é muito grande nos países desenvolvidos. Somente nos EUA, existem 120 milhões de postes de madeira implantados. Os EUA produzem anualmente 6 milhões de postes de madeira, a Itália 620 mil, o Japão 390 mil, a Alemanha 200 mil e o Brasil 300 mil.

Nos Estados Unidos todos os circuitos aéreos de comunicação telefônicas, telegráficas, de transmissão e distribuição de energia elétrica até 69 kV estão construídos com postes de madeira. Também boa parte das linhas de transmissão em 115, 138, 161, 230 e 345 kV. O consumo de postes de madeira preservada representa por ano, mais de 99% de todos os postes empregados, sendo estimada uma vida média de 30 a 35 anos.

A experiência mundial indica que não só os países de grande vocação florestal, notadamente a Alemanha, Suécia, Estados Unidos, Finlândia entre outros países, utilizam intensamente os postes de madeira. Até a Inglaterra, com poucas florestas, mas rica em cimento, carvão e ferro, prefere importar postes de madeira para suas redes elétricas.

Uma comparação entre a utilização de postes de madeira preservada no Brasil e nestes países confirma o fato de que não estamos empregando este material à altura do seu potencial.

Na América do Sul, países como o Uruguai, Peru, Chile, Colômbia e Argentina vêm usando postes de madeira há longos anos, com ótimos resultados.

Hoje, com o surgimento das normas técnicas e por meio do convênio Associação Brasileira dos Preservadores de Madeira (ABPM) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), está parcialmente resolvido o problema da falta de referenciais.

## 4.2. HISTÓRICO DA ATIVIDADE FLORESTAL NA CEEE

A história dos reflorestamentos na CEEE coincide com a própria história da Companhia, precedendo e coincidindo com seu desenvolvimento. Em breve resumo sobre a atividade florestal e de produção de postes na CEEE, a evolução foi a seguinte:

1951 – Início das atividades de preservação de madeira no Serviço Volante de Tratamento de Postes de Madeira – SVTPM. A quantidade mensal preservada era de aproximadamente 150 unidades.

1953 – Implantação do primeiro Viveiro Florestal em Bugres no Sistema Salto.

1954 – Aquisição do Horto Florestal Granja Carola, com área de 1.080 hectares, através da resolução 323 de 27 de outubro de 1954. Nesta data, já existia o Serviço de Tratamento de Madeira de Phylipson. A previsão de consumo para aquele ano era de aproximadamente 30.000 unidades de postes.

1960 – A demanda por postes de madeira preservada era crescente. Neste ano foi instalada a primeira Usina de Preservação de Madeira pelo sistema de autoclave, reconhecido como melhor. A Usina foi implantada em Barreto, município de Triunfo.

1968 – Aquisição do Horto Florestal Renner, com área de 1594,9 hectares, no município de Triunfo. Sua aquisição foi altamente estratégica, pois é localizado ao lado da Usina de Preservação de Madeira de Barreto (UPMB).

1975 – Instalação da segunda Usina de Preservação de Madeira, no município de Alegrete. Tinha como objetivo principal dar cobertura ao atendimento de postes para toda a fronteira Oeste.

1980 – Aquisição do Horto Florestal Giruá, com área de 2.440 hectares, no município de Alegrete. Foi implantado no período 1981-1986, destinando-se basicamente ao abastecimento de matéria prima para postes da UPM Alegrete.

1991 – Instalação do Viveiro Suspenso de Alegrete com capacidade de produção anual de 1.500.000 mudas.

1997 – Privatização parcial da CEEE com a conseqüente passagem do Horto Florestal Renner e UPM Barreto para a AES Sul.

1997 – Transferência para a Geração Hídrica/CEEE a gestão dos Hortos Florestais de Proteção e Viveiros de Produção de Mudas do Jacuí e Capigüí.

1999 – Retorno para a área de Postes e Reflorestamento/CEEE da gestão dos Hortos Florestais de Proteção e Viveiros Florestais.

2000 – Criação da Divisão de Recursos Florestais e Ambientais (DRFA).

2001 – Implantação da Usina de Preservação de Madeira Carola, em julho.

2002 – Implantação de Viveiro de Produção de Mudas do Horto Carola.

2003 – Passagem da DRFA da área de Distribuição para a área Administrativa.

2006 – Restituição do Horto Renner e UPM Barreto.

2007 – Passagem da DRFA da Área Administrativa para a Área de Distribuição.

2008 – Foi criado o Departamento de Meio Ambiente, para tratar das questões socioambientais da CEEE-D.

#### 4.3. O PROGRAMA DE PRODUÇÃO DE POSTES DE MADEIRA

A CEEE utiliza postes e peças curtas de madeira preservada em suas redes elétricas. Desde 1975 produz esses materiais em suas duas usinas: Usina de Preservação de Madeira Carola, em Charqueadas, e Usina de Preservação de Madeira Alegrete, em Alegrete. Elas juntas têm a capacidade de produzir 50 mil postes de madeira tratada por ano.

Nestas instalações os postes, de 9 a 24 m de altura, recebem o tratamento preservativo contra o ataque de fungos, o que confere a eles vida útil de no mínimo 15 anos.

Além de produzir postes e cruzetas preservadas para as áreas de Distribuição e Transmissão da CEEE, a DRFA atende a outras concessionárias de energia elétrica e clientes avulsos.

A Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul (CEEE) é a única empresa do país que investe, cultiva e sustenta em larga escala o modelo de construção de redes de transmissão e distribuição de energia com postes de madeira reflorestada.

O Programa de Reflorestamento e Produção de Postes de Madeira da CEEE atende diretamente as exigências legais de proteção ambiental. Entre elas a

compensação da perda de florestas provocada nas inundações e formações de lagos das represas de cada empreendimento hidrelétrico – modelo de geração elétrica predominante no Brasil. A mesma razão deve ser mantida nas implantações de linhas de transmissão. A razão de 1:15 determina que, para cada árvore devam ser plantadas outras 15 que a compensem. Esta é a origem legal dos 13 hortos de preservação da CEEE e da produção própria de 600 mil mudas de espécies nativas ao ano pelo viveiro da companhia – o maior do Rio Grande do Sul. A recomposição de faixas ciliares de reservatórios com mudas de árvores nativas é outra parte do processo de reconstituição e compensação ao ambiente atingido pelo empreendimento hidrelétrico.

Na CEEE, os postes produzidos na faixa de 9 a 14 metros de comprimento são utilizados nas redes de distribuição da Empresa. A CEEE produz também postes para as linhas de transmissão, que variam de 15 a 24 metros de comprimento. O Quadro 3 abaixo mostra a estrutura das linhas de transmissão na CEEE-D:

**Quadro 3 – Estruturas de linhas de transmissão**

LINHAS DE TRANSMISSÃO				
Nº ESTRUTURAS DE			TOTAL	%MADEIRA
MADEIRA	METAL	CONCRETO		
17585	13765	414	31764	55,4%

Fonte: CEEE, dados julho/97.

Até setembro de 1997 (antes da privatização parcial), dos seus mais de 120.000 km de redes de distribuição, 95% estavam amparadas por postes de madeira preservada. São 1.800.000 postes implantados. A demanda média da empresa era de 55.000 postes de madeira por ano.

Nos últimos 15 anos foram implantados 800.000 postes de eucalipto preservado. Hoje a empresa tem mais de um milhão de postes de madeira implantados com idade superior a constante na norma brasileira (NBR 8456 - durabilidade mínima 15 anos).

Dessa atividade industrial, podem ser destacados vários benefícios, como:

- Seqüestro de CO<sub>2</sub> da atmosfera, contribuindo para a diminuição do efeito estufa, já sensível em termos globais: para cada tonelada de madeira produzida a árvore retira 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>, devolvendo cerca de 1,3 toneladas de O<sub>2</sub>;

- Por ser um recurso natural renovável e de ciclo curto, o uso intensivo do poste de eucalipto tratado apresenta-se como a solução ecológica mais viável para o abastecimento de um país de dimensões continentais e elevada carência de linhas de distribuição elétrica;

- O poste de eucalipto tratado é um produto industrializado, o que significa dizer que sua produção é controlada, possibilitando que parâmetros com retenção e penetração de produtos químicos possam ser atingidos em conformidade com as normas existentes para o setor de eletrificação;

- Conforme a lei nº 4.797 de 20 de outubro de 1965 e a Instrução Normativa Conjunta Ibama e Anvisa, que disciplinam o setor Preservação de Madeiras no Brasil, o tratamento preservativo de madeiras é obrigatório. A lei é válida para peças ou estruturas de madeira, encontrando-se entre elas o poste de madeira para distribuição de energia elétrica.

#### **4.3.1. Os hortos florestais**

A CEEE possui três hortos de produção de madeira cujo objetivo é abastecer as usinas de preservação com matéria-prima florestal para a produção de materiais (postes e peças curtas) utilizados nas redes de distribuição e transmissão de energia elétrica. Eles estão localizados nos municípios gaúchos de Alegrete (Horto de Giruá), de Charqueadas (Horto Carola) e Candiota (Horto Candiota). Esses hortos têm capacidade de produção de 50 mil postes ao ano. O Anexo F mostra a implantação de florestas por horto florestal de 1982 a 2008.

O horto de Giruá, com área total de 2.440 hectares, foi totalmente implantado numa área em processo de arenização. O êxito deste projeto possibilitou que a CEEE firmasse convênio com o Exército Brasileiro para implantação de florestas em áreas de uso militar que também se encontravam em processo de arenização, reduzindo os efeitos da chuva e do vento, e atuando na sua recuperação, proteção e conservação. O Quadro 4 abaixo mostra a ficha técnica dos hortos florestais:



Quadro 4 – Ficha técnica dos hortos florestais

	<b>HORTO CAROLA</b>	<b>HORTO GIRUÁ</b>	<b>HORTO CANDIOTA</b>	<b>HORTO RENNER</b>
ÁREA TOTAL (hectares)	1.080	2.440	960	1.530
ÁREA PLANTADA (ha)	850	1.964	360	-
LOCALIZAÇÃO	Charqueadas	Alegrete	Candiota	Triunfo
ANO DE AQUISIÇÃO	1.953	1.980	-	-
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO nº postes/ano	10.000	40.000	-	-
PERFIL DA MATÉRIA PRIMA (MADEIRA IN NATURA)	Postes para a distribuição e transmissão. Toras para a serraria	Postes para distribuição	Postes para a distribuição	Postes para a distribuição

Fonte: DRFA, 2009.

Outros 13 hortos de proteção ambiental (constituídos por mata nativa) completam 7.991 hectares do mapa de um manejo ambientalmente sustentável e responsável de longo prazo.

A CEEE possui também viveiros com capacidade de produção de 600 mil mudas nativas e 1 milhão de mudas exóticas anualmente. São mais de 60 espécies de mudas nativas que são utilizadas no adensamento dos hortos de proteção ambiental, na proteção das orlas dos reservatórios das hidrelétricas, nos projetos de recuperação de solos degradados, e nos programas de educação ambiental. As mudas exóticas, compostas sobretudo de eucalipto, abastecem os hortos de produção de madeira.

#### **4.3.2. As usinas de preservação de madeira**

As Usinas de Preservação de Madeira (UPM) são unidades industriais que pela impregnação de produtos preservativos na madeira aumentam a sua vida útil. Sem preservação as madeiras teriam a durabilidade de no máximo 3 anos e preservadas este horizonte passa a ser de 20 a 25 anos, permitindo que neste período as florestas abastecedoras voltem a fornecer novos indivíduos para a

produção de postes. A impregnação é realizada em autoclaves, sob pressão, e com preservativos como o CCA. Técnicas de retratamento em postes já instalados elevam sua vida útil para até 40 anos.

A usina mais moderna de tratamento de madeira para finalidade de produção de postes da América Latina está no Horto Carola, a 50 quilômetros de Porto Alegre. Foi planejada pelo corpo técnico da CEEE e tem uma autoclave capaz de tratar postes de até 20 metros de comprimento, em grande escala. Outra usina de propriedade da CEEE, com capacidade para tratar postes de até 24 metros, está hoje instalada em Alegrete. A Tabela 2 abaixo mostra o total de madeira preservadas entregues para a CEEE-D de 2002 à 2009:

**Tabela 2 – Entrega total de madeiras preservadas para CEEE-D (2002 até out/2009)**

<b>Ano</b>	<b>Postes</b>	<b>Cruzetas</b>	<b>Canaletas</b>
2002	33.685	25.655	10.147
2003	30.323	19.351	6.052
2004	32.181	17.919	5.171
2005	21.678	12.130	4.961
2006	31.685	12.786	9.933
2007	37.960	15.454	12.743
2008	31.598	14.637	13.024
2009	23.981	15.191	6.822
<b>Total</b>	<b>243.091</b>	<b>133.123</b>	<b>68.853</b>

Fonte: DRFA, 2009

### **4.3.3. Ciclo de produção**

A produção de postes de madeira preservada na CEEE atende rigorosamente a especificação contida nas normas NBR 8456 e 8457 (Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição de energia elétrica) da ABNT. No Anexo J pode-se verificar a tabela dos Elementos Característicos do Eucalipto.

O ciclo completo de produção de postes de madeira é longo e não se estabelece com eficiência se não for fortemente orientado e gerido etapa por etapa,

para este objetivo. Praticamente todas as etapas são decisivas para um manejo eficiente e economicamente viável.

O processo de preservação é o conjunto de operações destinadas a aplicar o preservativo na madeira, resultando numa impregnação adequada dos tecidos lenhosos, sem ocasionar lesões prejudiciais à estrutura das peças, ou alterações sensíveis em suas características físico-mecânicas. Poste preservado é aquele cujo alburno contém preservativo em quantidade suficiente para protegê-lo dos agentes biológicos de deterioração.

As qualidades selecionadas para a produção de excelentes postes, demonstraram encontrar nas espécies *Saligna*, *Citriodora*, *Tereticornis* e *Paniculata* sua melhor expressão. Altura, perfil retilíneo e densidade da madeira produzem uma performance que, com a manutenção adequada, chega a ultrapassar os 40 anos de uso de um poste em perfeitas condições nas redes de distribuição e transmissão de energia. A Tabela 3 abaixo mostra o percentual de cada espécie de eucalipto por horto florestal:

**Tabela 3 – Espécies de eucaliptos por horto**

<b>ESPÉCIE</b>	<b>H. CAROLA</b>	<b>H. GIRUÁ</b>	<b>H. CANDIOTA</b>
tereticornis	46,5%	79,5%	90,0%
saligna	26,8%	9,5%	0%
citriodora	13,5%	0%	0%
paniculata	1,2%	2%	5,0%
alba	0%	0%	0%
grandis	0%	0%	0%
urophyla	0%	1,5%	0%
viminalis	0%	0,5%	0%
camaldulensis	0%	0%	5,0%
botryoides	12%	7%	0%

Fonte: DRFA, 2009.

Na CEEE as árvores abatidas para a produção de postes têm pelo menos 11 anos de idade, uma vez que o prazo mínimo praticado de acordo com a legislação seja de 8 anos.

Os postes são cortados de árvores vivas, razoavelmente retas, sãs e bem desenvolvidas; devem conter a base natural da árvore, isto é, são serradas tão próximo ao solo quanto possível e, de modo algum, deve-se retirar, serrar ou cortar qualquer pedaço de base, a ponto de reduzir suas dimensões naturais em relação

ao diâmetro das peças. O desbaste é feito sem remoção desnecessária da madeira sã e de forma a impossibilitar acumulação de água no local.

Após o abate, a secagem passa a ser o novo processo crítico. As árvores recém-cortadas passam por um período de três a seis meses em processo de secagem a céu aberto, de modo a atingir o teor de umidade de 30%, para impregnação com preservativos hidrossolúveis.

A secagem é um dos fundamentos da produção de postes com qualidade internacional. Alternativas de secagem apressada utilizadas por alguns fornecedores do mercado, em ações de foco basicamente econômico, demonstraram que a meta de tornar o poste comercializável mais rapidamente sempre resulta em perda de qualidade e performance, exigindo mais custo de manutenção, substituição e riscos assumidos pelo mau desempenho da unidade finalizada fora do padrão.

Quando as condições climáticas para secagem ao ar livre possibilitam deterioração, pode-se usar condicionamento artificial, mediante:

- a) vapor;
- b) aquecimento em preservativo à pressão atmosférica;
- c) aquecimento em óleo, sob vácuo, ou;
- d) secagem ao ar quente forçado.

Em qualquer dos casos a temperatura não ultrapassa 105 °C.

Os postes são separados em grupos de mesmas espécies, forma, dimensões, conteúdo de umidade e receptividade ao tratamento preservativo, evitando-se, na mesma carga, postes grandes e pequenos, verdes e secos.

Com relação ao tratamento preservativo da madeira, deve ser considerada a utilização de produtos preservativos e processo de tratamento de menor impacto ao meio ambiente e à higiene e segurança e também a disponibilidade de produtos no mercado brasileiro.

O processo de tratamento dos postes para conservação promove a introdução de preservativos de madeira sob intensa pressão, para produzir a máxima penetração dos produtos conservantes na madeira sem, no entanto, danificá-la mecanicamente.

Preservativo de madeira são substâncias ou formulação química de composição e características definidas, que deve apresentar as seguintes propriedades:

- a) alta toxidez aos organismos xilófagos;
- b) alta penetrabilidade através dos tecidos lenhosos permeáveis;
- c) alto grau de fixidez nos tecidos lenhosos permeáveis;
- d) alta estabilidade química;
- e) incorrosividade aos metais;
- f) imprejudicabilidade às características físicas e mecânicas da madeira;
- g) segurança para manipulação.

Só devem ser utilizados os produtos preservativos devidamente registrados e autorizados pelo Ministério do Meio Ambiente, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que avalia os resultados dos teste para classificação da Periculosidade Ambiental.

O preservativo hidrossolúvel é um sal solúvel em água que possui compostos químicos com ação inseticidas e fungicidas que são introduzidos na madeira pelo emprego do processo de vácuo pressão e insolubilizados no interior da madeira através de reações de fixação com a parede celular. Dentre os inúmeros tipos de sais existentes, a CEEE usa em seus tratamentos preservativos o Arseniato de Cobre Cromatado (CCA – tipo C) que tem como ingredientes ativos: Cromo hexavalente ( $\text{CrO}_3$ ); Cobre bivalente ( $\text{CuO}$ ) e Arsênio pentavalente ( $\text{As}_2\text{O}_5$ ).

Isto equivale a dizer que, ainda do ponto de vista ecológico, a utilização do poste de madeira tratada é bastante segura, tendo em vista que as formulações comerciais existentes e estabelecidas por normas nacionais e internacionais são balanceadas em função da máxima eficiência em relação aos agentes xilófagos (microrganismos e insetos) e mínima lixiviação dos elementos químicos, ficando sempre abaixo dos valores de toxidez toleráveis para o meio ambiente.

Os valores aceitáveis de retenção e penetração de produtos químicos no poste de madeira são especificados por norma o que possibilita um controle de qualidade rigoroso, tanto da solução preservativa como da madeira tratada. Além do Convênio mantido entre o IPT e a ABPM, que controla a qualidade do produto acabado, é essencial que cada usina tenha um laboratório em suas dependências, possibilitando a diminuição do número de rejeitos, quando da inspeção final. A Tabela 4 mostra os valores aceitáveis de retenção de preservativo:

Tabela 4 – Retenção de preservativo (kg/m<sup>3</sup>)

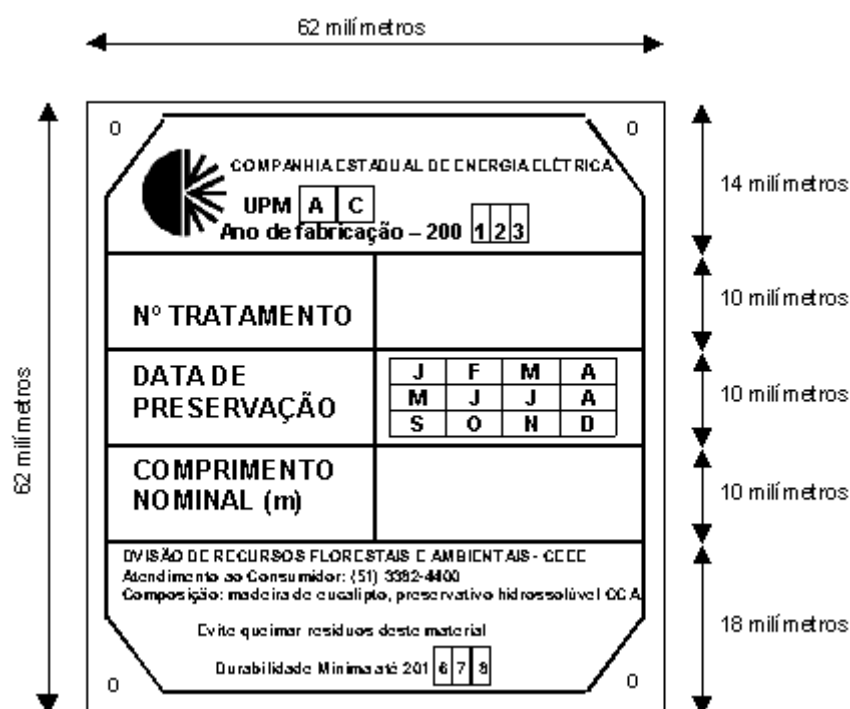
Preservativo	Mínimo	Médio	Máximo
CCA tipo C	9,6	11,1	-

Fonte: ABNT, NBR 8456.

Os postes que não estiverem de acordo com as exigências de penetração e retenção requeridas após o tratamento preservativo, podem ser submetidos novamente ao tratamento, desde que não sejam tratados mais do que três vezes.

Concluído o tratamento, os postes de eucalipto recebem uma placa de identificação para oferecer total rastreabilidade desta produção ao longo de toda a sua vida útil. A Figura 2 abaixo mostra o modelo de placa de identificação para postes de madeira:

Figura 2 – Placa de identificação para postes de madeira



Fonte: DRFA, 2009.

A garantia de qualidade e segurança do poste, sua vida útil pela legislação, é de 15 anos. Mas o material produzido na CEEE tem média de vida útil em excelência de 25 anos, e dependendo do retratamento recebido, chega aos 40 anos.

Em 1988, foi introduzido na empresa o programa de manutenção preventiva dos postes de madeira instalados. O projeto visa o prolongamento da vida útil dos postes instalados através de um tratamento recuperativo (retratamento) que é feito

na linha de terra do poste, com a rede energizada. As vantagens estão na melhoria da confiabilidade do sistema, na menor demanda de postes novos para a troca e no menor custo de manutenção das redes. Com o retratamento do poste a vida média do mesmo eleva-se para até 40 anos.

#### **4.3.4. Impacto ambiental da preservação de madeiras**

A atividade de produção de madeira preservada compreende toda uma série de operações integradas, que vão da colheita da semente do eucalipto até a preservação dos postes e outras peças na autoclave, passando depois, pelo reaproveitamento e manutenção dos mesmos nas redes elétricas.

Não obstante os esforços recentes no campo da preservação biológica, até o momento a única forma economicamente viável pela qual a madeira pode ser protegida dos agentes bióticos e abióticos, responsáveis pela degradação, é pela aplicação de preservativos que retardam a ocorrência desse fenômeno natural. Assim, o preservativo é introduzido no interior da madeira, ali ficando confinado.

Os riscos ambientais relacionados à preservação de madeiras são considerados mínimos em inúmeros países, sobretudo naqueles de maior evolução tecnológica, devido aos seguintes aspectos:

a) o caráter localizado desse tipo de risco, circunscrito à área de influência das usinas, as quais normalmente operam em circuito fechado, sem efluentes líquidos, o que possibilita um controle efetivo do processo em termos ambientais;

b) o alto grau de fixação dos modernos preservativos que torna reduzido o risco de contaminação dos efluentes por lixiviação dos ingredientes ativos que entram na sua composição.

c) a matéria prima é renovável, oriunda do reflorestamento, produzida de forma auto-sustentável, favorece a proteção das matas nativas do Brasil.

d) a comparação da produção de postes de madeira com produtos similares como os postes de concreto ou ferro, indicam sua vantagem em relação à conservação de energia, pois enquanto um poste de madeira envolve apenas 2.400 Kcal para ser produzido, um poste de concreto consome 550.000 Kcal.

A concentração de dióxido de carbono na atmosfera é um dos principais fatores de produção do chamado efeito estufa - o aquecimento global decorrente do desequilíbrio ambiental que se traduz em furacões, enchentes, tsunamis e tragédias de todo o tipo que estão sendo vividas hoje em todo o planeta. É de 30 centímetros a expectativa de aumento do nível do mar no próximo período de 100 anos.

A produção de dióxido de carbono é resultado, principalmente, da queima de florestas tropicais e da queima de petróleo, gás e carvão, que ocorre na produção industrial e no modo de vida de todos os centros urbanos mundiais.

Uma floresta, na realização de seu metabolismo de crescimento, produz a fotossíntese, provocando o seqüestro do dióxido de carbono que intoxica a atmosfera para um uso produtivo: a formação da matéria constituinte do crescimento das novas árvores, produzidas pela combinação do dióxido de carbono com o hidrogênio (retirado da água) pela floresta.

A estimativa da quantidade de carbono fixada pelos Hortos Florestais de Produção da CEEE – das plantas do gênero *Eucalyptus* – aponta que cada hectare de *Eucalyptus* fixa 12,10 toneladas de carbono da atmosfera anualmente em um ciclo de 12 anos. A Tabela 5 abaixo mostra o total de CO<sub>2</sub> sequestrado nos Hortos por ciclo:

**Tabela 5 – CO<sub>2</sub> sequestrado por Ciclo de Manejo (12 anos) nos Hortos de Produção**

Horto de Produção	Área Plantada (ha)	tCO <sub>2</sub> sequestradas	C fixado (t/ano)
Girúá	2.240	1.192.576	99.381
Carola	1.080	574.992	47.917
Candiota	400	212.960	17.746
Total	3.720	1.980.528	165.044

Fonte: DRFA, 2009.

Segundo a ABPM, uma árvore em crescimento consome entre 18 kg e 35 kg CO<sub>2</sub>. Para a produção de uma tonelada de madeira seca, são sequestradas 1,8 t CO<sub>2</sub> da atmosfera e liberadas 1,3 t de O<sub>2</sub>. São fixados 500 kg de carbono.

Uma unidade de poste de eucalipto, produzido em 12 anos, pesa 330 kg; seqüestrou 605 Kg CO<sub>2</sub> da atmosfera neste período; liberou 440 kg de O<sub>2</sub>; e fixou 165 kg de Carbono.



Segundo dados da DRFA, de 1960 até 2008 foram produzidos 2.407.134 postes (média de 49.125/ano). Se cada poste sequestrou 605 kg, então os postes produzidos pela CEEE já sequestraram 1.456.316 de CO<sub>2</sub> (média de 30.000/ano).

#### **4.3.5. Postes de madeira versus postes de concreto**

Por se tratar de uma empresa pública Os postes de concreto são adquiridos pela CEEE através de licitação. As empresas interessadas em participar das licitações devem ser habilitadas conforme a lei 8.666 de 21/06/1993. No Anexo J consta a relação de postes de concreto licitados pela CEEE-D.

A produção de milhões de postes de concreto, opção predominante na maioria das companhias em atuação no Brasil, é uma opção mais cara, que polui o ambiente durante a fabricação do elemento de concreto, e que se mostra incapaz de promover o seqüestro das moléculas de dióxido de carbono realizado pelos milhares de hectares de florestas exóticas destinadas à produção de postes. A equação de rápida produção e dispensa de compromisso e planejamento de longo prazo, no entanto, torna a opção pelos postes de concreto o modelo predominante no Brasil.

O concreto não retém o carbono e ainda consome energia para ser produzido de forma intensa. Uma tonelada de concreto consome na sua produção 26 KgEC (quilos equivalentes de carvão), o que significa 32 vezes mais energia do que é necessário para produzir uma tonelada de madeira, por exemplo.

Ecológica e economicamente a escolha pode e deve recair sobre o poste de madeira reflorestada, desde que as companhias assumam o desafio do planejamento e do manejo de longo prazo.

Algumas empresas reconhecem no poste de eucalipto uma boa alternativa frente a outras, primeiramente por razões econômicas, seguido pelo fato de apresentar inúmeras vantagens relacionadas ao transporte e manuseio, além de ser obtido de recursos naturais renováveis.

Entretanto, apesar de ser de custo inferior ao do concreto, os postes de madeira são poucos empregados e em alguns estados o seu emprego é vetado pelas concessionárias de energia elétrica, pelo simples fato de desconhecerem as vantagens desse material.

As principais vantagens da utilização dos postes de madeira tratada de eucalipto são:

**REGULADOR DE PREÇO** - Os postes de madeira sempre atuaram como reguladores de preços no mercado nacional. Quando a empresas de distribuição diminuíram a utilização de postes de madeira, os preços dos postes de concreto subiram rapidamente.

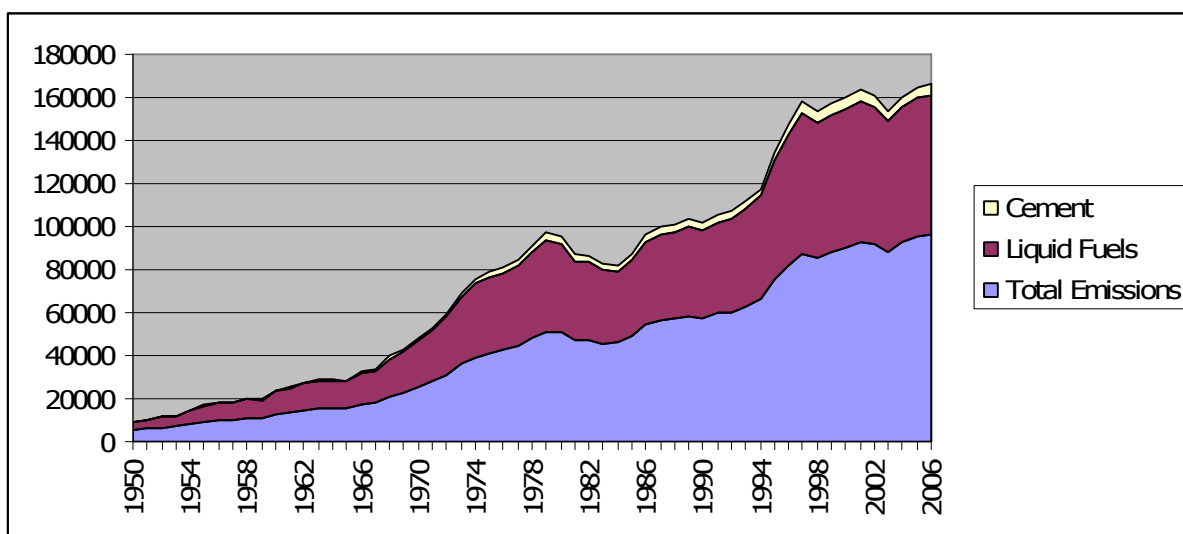
**REDUTOR DE CUSTOS** - quando os preços dos postes de madeira se apresentam inferiores aos de concreto, tais diferenças se refletem quase que na mesma proporção no custo das linhas de transmissão. Quanto às redes de distribuição rural, estas têm, historicamente, um custo de 4% (monofásicas) e 3% (trifásicas) menor que as de concreto. Os custos envolvidos na substituição e Implantação de postes pode ser verificado no Anexo H deste trabalho.

**DESEMPENHO ELÉTRICO** - como a madeira possui baixa condutibilidade térmica, há uma redução sensível dos riscos de acidentes e desligamentos por fugas ou descargas elétricas, devido às suas características dielétricas. O nível básico de impulso da madeira é de 400kV, tornando-a quase 6 vezes melhor isolante elétrico do que o concreto. Estudos indicam que o número de desligamentos das linhas com estruturas de madeira é menor do que o verificado em linhas com estruturas de concreto ou metálicas.

**NÍVEL DE ISOLAMENTO** - As estruturas de madeira suportam tensões de impulso atmosférico, no mínimo, 51% acima das estruturas metálicas.

**TRANSPORTE** - o poste de madeira pesa em torno de 60% menos que o de concreto equivalente, trazendo uma redução de custo no transporte. O seu manuseio para carga e descarga pode ser feito sem equipamento especial e/ ou cuidados maiores; a relação média de capacidade de carga é 3:1, em confronto com o poste de concreto.

**ECOLÓGICO** - a utilização de postes preservados, advindos de madeira de reflorestamento, representa atualmente um importante fator ecológico, como produto renovável, assim como estratégico de conservação de energia. Dados demonstram que para a produção de um poste de madeira renovável, consomem-se cerca de 1.056 kcal, enquanto um poste de concreto chega a consumir 550.000 kcal, envolvendo o consumo de componentes não renováveis, como ferro e cimento. A produção de cimento foi responsável, em 2006, por 5,6% das emissões totais no Brasil, conforme verificado no gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Emissão de CO<sub>2</sub> em relação à queima de combustíveis fósseis

Fonte: Oak Ridge, 2009.

**CHOQUE MECÂNICO** - em função de sua elevada elasticidade, os postes de madeira apresentam maior resistência aos choques mecânicos, quando comparados a outros tipos de postes.

**INSTALAÇÃO** - Por ser um material leve, o poste de madeira pode ser arrastado por animais, morro acima e mata adentro e instalado por operários sem equipamentos especiais e sem riscos de se partir; o poste de concreto não pode ser arrastado e necessita de caminhão MuncK, exigindo-se cuidados extremos no seu manuseio.

**ACESSÓRIOS** - as estruturas de madeira necessitam de um menor número de acessórios (ferragens e travessas), proporcionando economia de escala. Existem alguns casos em que a relação de itens de ferragens chega a ser de 1:12, quando comparado com estruturas de concreto.

**PERFORMANCE** - o poste de madeira, por exemplo de 400 daN, suporta tal esforço em qualquer direção, enquanto o poste de concreto duplo T suporta essa carga apenas na direção dos fios e somente 200 daN na perpendicular; numa linha plana reta, onde uma determinada distância exige a cobertura de 4 postes de concreto, somente 3 postes de eucalipto seriam necessários; se a linha não for reta e plana, a situação para postes de concreto se agrava, exigindo-se estais ou adensamento, uma vez que somente poderá suportar 200 quilos na perpendicular.

As principais desvantagens da utilização dos postes de madeira tratada de eucalipto são:

**DURABILIDADE** - por ser natureza orgânica, a madeira é atacada por organismos xilófagos (cupins e fungos, principalmente), bem como pode ser destruída pela ação do fogo (queimadas e incêndios).

**MANUTENÇÃO** - devido às questões apresentadas quanto à durabilidade, os postes de madeira exigem maior manutenção, fazendo-se o tratamento e o retratamento do solo contra fungos e cupins, bem como o aceiramento nas regiões onde é comum a prática de queimadas. O principal fabricante nacional de produtos preservativos para madeira recomenda intervalos mínimos de 8 anos entre manutenções (preventiva e corretiva) em postes em serviço.

**INDISPONIBILIDADE DE MADEIRA** - não existem estoques suficientes de madeira em quantidade e qualidade necessárias e satisfatórias. Não são realizados plantios com espécies adequadas e práticas de manejo específicas para a produção de postes. A baixa quantidade de material disponível é considerado remanescente de outras finalidades de plantio.

## 5. CONCLUSÃO

A produção mais limpa é um processo de melhoria contínua e requer da organização uma constante atualização para verificar se não há algum processo que possibilite a redução do desperdício e, conseqüentemente, dos resíduos.

Nem sempre a mudança se dará pela adoção de uma nova tecnologia. Em alguns casos, como o da CEEE, a tecnologia já existe há muito tempo, mas por falta de planejamento de longo prazo, organização acaba optando pela alternativa mais fácil e rápida. Neste caso, a opção pelos postes de madeira vem desde a fundação da empresa, numa época em que ainda não havia o debate sobre a sustentabilidade e a mudança do clima.

Devido às peculiaridades do setor elétrico e ao fato de a empresa também atuar na geração e transmissão de energia elétrica, a utilização deste modelo de tecnologia mais limpa foi um caminho natural naquele momento. A empresa possui Hortos Florestais próprios para repor a mata nativa das áreas alagadas em função dos empreendimentos hidroelétricos. Então, aliou a exigência legal de reposição de árvores com a necessidade de postes para a rede de distribuição.

As novas regras definidas pelo Governo Federal, que ocasionaram a desverticalização e reestruturação societária em 2006, segregando as atividades de Distribuição da Geração e Transmissão, fez com que não houvesse mais empresas atuando em áreas diferentes e que pudessem compartilhar ou ao menos repartir os custos de investimentos como este. Alianças estratégicas entre empresas de Geração e Transmissão e de Distribuição de energia elétrica (ou mesmo entre concorrentes, pois não há competição na área de Distribuição) seriam uma alternativa que possibilitaria a divisão do custo inicial do investimento.

As empresas de distribuição de energia elétrica que ainda não adotam o modelo teriam que fazer grandes investimentos em áreas de plantio e só teriam algum resultado do investimento após um período de pelo menos 8 anos, até que as árvores pudessem ser abatidas para a fabricação de postes. Ou seja, o prazo para o retorno do investimento (*payback*) é muito elevado.

Também há a possibilidade de comprar postes de madeira ao invés de adquirir postes de concreto, quando a empresa não tiver como produzir postes de madeira.

O poste de concreto tem uma matriz energética que consome mais recursos naturais não-renováveis, composto de ferro e cimento. Então, além de evitar as emissões com a produção do poste de concreto, utilizando o poste de madeira reflorestada, o carbono do poste fica retido no material e durante a sua produção (crescimento natural), foi liberado oxigênio para a atmosfera, contribuindo para a redução de emissões.

Deixando de utilizar postes de concreto, reponsável por 5% das emissões de GEE no Brasil, também deixa em aberto a possibilidade que o mesmo concreto seja utilizado com outros fins, como a redução do déficit habitacional do país, com a construção de casas quando não houver material menos poluente. Novas alternativas de tecnologia limpa, como o concreto ecológico, também pode exercer um papel importante na redução de emissões, principalmente no setor de construção civil.

Em função de não haver dados atualizados como o perfil da malha de postes da rede de distribuição da empresa, não foi possível identificar quantos postes são de madeira, concreto e ferro. Atualmente só há dados das linhas de transmissão. Recentemente a empresa adquiriu um sistema georeferenciado para facilitar a localização dos diversos pontos da rede e auxiliar na manutenção. No momento, a empresa está preparando nova licitação para que seja feito o mapeamento da rede. Assim que estiver disponível esta informação será possível estabelecer uma linha de base com o cenário hipotético com a quantidade de postes que a empresa possui e calcular a emissão de resíduos produzida se toda a rede de distribuição fosse de postes de concreto. Com isso, seria calculado o benefício em relação à utilização dos postes de madeira preservada.

Estudos são necessários para elaboração de uma metodologia que possa levar em conta os benefícios obtidos com o sequestro de dióxido de carbono da atmosfera, a liberação de oxigênio na atmosfera e ainda as emissões evitadas com o poste de madeira reflorestada. A adicionalidade poderia ser definida a partir da simulação de um cenário sem os postes de madeira. Por se tratar de uma empresa pública, a CEEE pode optar por elaborar o trabalho através de pessoal próprio da organização, o que demandaria tempo para treinamento e contratações para repor o pessoal (concurso). Outra hipótese seria utilizando serviços especializados através de licitação, uma consultoria. As modalidades de licitação são: tomada de preços, pregão eletrônico, concorrência, convite, leilão e concurso.

Entre os dias 7 e 18 de dezembro de 2009 se realiza a COP-15, em Copenhagen, Dinamarca. Muito se tem discutido sobre novas metas para um segundo período do Protocolo de Quioto. Até o momento, o que se sabe é que países em desenvolvimento também terão compromisso de metas para reduzirem suas emissões. O Brasil acena com uma meta de redução individual de 38,9%. Outros países, como os EUA ameaçam não participar, mas também já cogitam a possibilidade de assumir sua responsabilidade com o meio ambiente.

É importante que as organizações estejam atentas a este evento, pois novas possibilidade podem surgir para obtenção benefícios por adoção de tecnologias, como é o caso da CEEE. O governo brasileiro tem se manifestado sobre a questão envolvendo a redução no desmatamento da Amazônia e é a favor do desenvolvimento de novas metodologias que permitam uma maior participação do país na redução de emissões.

O excesso de trâmites burocráticos engessa o processo. Problemas que são facilmente solucionados em empresas privadas, como a manutenção de um equipamento ou a compra de material, podem demorar muito.

Atualmente, a CEEE, está realizando um processo de certificação ISO 9001, uma exigência da ANEEL. Notadamente, quando há alguma exigência legal, possibilidade de penalização ou de perda de concessão, processos que são um geralmente demorados, são agilizados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8451**: Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8456**: Postes de Eucalipto Preservado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8457**: Postes de Eucalipto Preservado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica – Dimensões. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA. Disponível em: <<http://www.abpm.com.br>>. Acesso em: 10/11/2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/atlas2005.zip>> Acesso em: 04/10/2009.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Cartilha Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4072.html>>. Acesso em 07/06/2009.

\_\_\_\_\_, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Contribuição do Brasil para Evitar a Mudança do Clima**, Setembro de 1999. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73006.html>>. Acesso em 07/06/2009.

\_\_\_\_\_, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**: Guia de Orientação 2009. [coordenação geral Isaura Maria de Rezende Lopes Frondizi], Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/33803.html>>. Acesso em 07/06/2009.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Publicações**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br>>. Acesso em: 06/11/2009.

GERALDO, Flavio C. **A Madeira de Eucalipto para Postes**. Revista da Madeira, ed. 58, setembro de 2001. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em:

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



GREENPEACE. **A abordagem da Produção Limpa**. Outubro de 1997. Disponível em: <[http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao\\_limpa.doc](http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc)> Acesso em 02/11/2009.

LAYRARGUES, Philippe P. Sistemas de Gerenciamento Ambiental, Tecnologia Limpa e Consumidor Verde. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 2, p. 80-88, 2000.

MOURA, Luiz Antonio Abdalla de. **Qualidade e Gestão Ambiental**. 5<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Ed. Juarez de Oliveira, 2008.

NASCIMENTO, Luis Felipe. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Apostila do Curso de Graduação em Administração à Distância. 2008. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/16757129/Gestao-Ambiental-e-Sustentabilidade>>. Acesso em 17/07/2009

NASCIMENTO, Luis Felipe. **Gestão Socioambiental estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OAK RIDGE, 2009. **Trends Online**: A Compendium of Data on Global Change. Disponível em: <[http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/tre\\_bra.html](http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/tre_bra.html)>. Acesso em 25/11/2009.

REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. **Guia da Produção mais Limpa**: Faça você mesmo. Disponível em: <http://www.pmaisl.com.br/publicacoes/guia-da-pmaisl.pdf>. Acesso em 06/11/2009.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SCHENINI, Pedro C. **Gestão Empresarial Sócio Ambiental**. Florianópolis: (s.n.), 2005.

SILCON AMBIENTAL. **Concreto ecológico reduz emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera**. Disponível em: <<http://www.silcon.com.br/2007/12/20/concreto-ecologico-reduz-emissao-de-co2-na-atmosfera>>. Acesso em: 02/12/2009.

SOCIEDADE SUSTENTAVEL. **A última oportunidade**. Disponível em: <<http://sociedadesustentavel.terra.com.br>>. Acesso em: 30/11/2009.

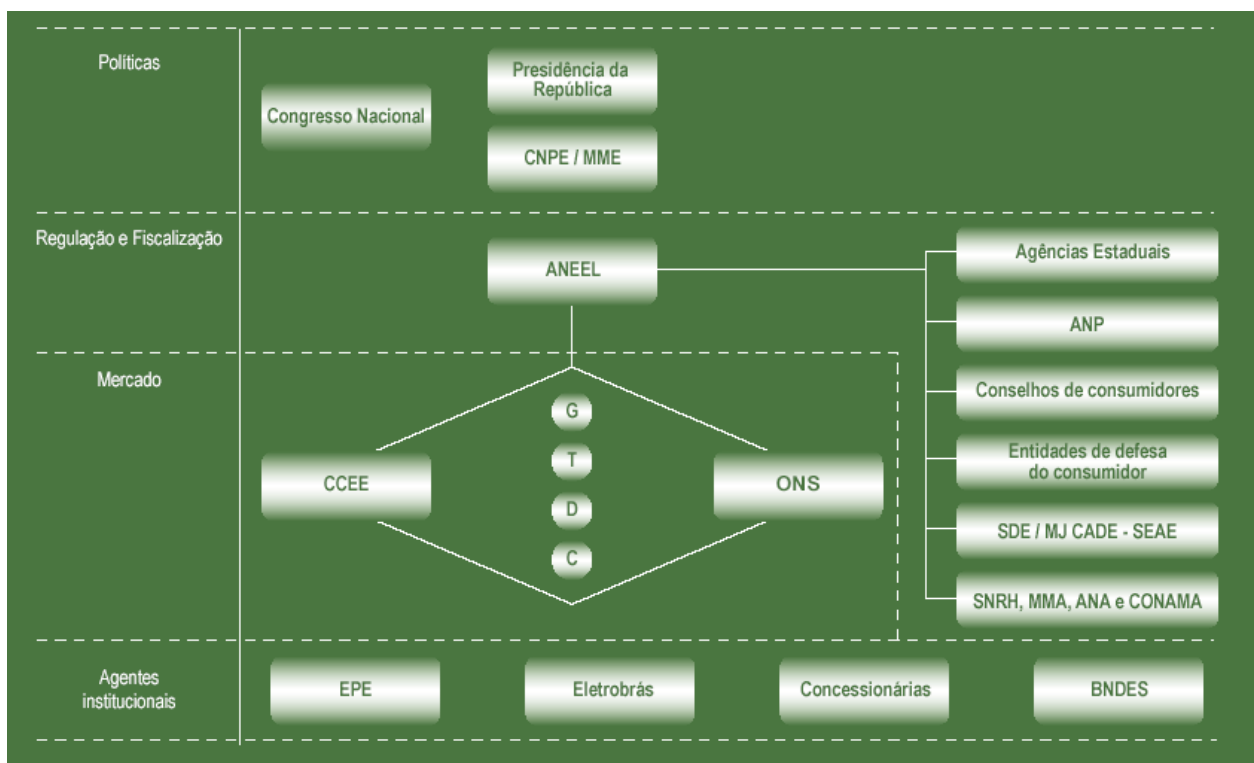
UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. **Cleaner production assesment manual**. UNEP/UNIDO. Part one – introduction to cleaner production. Draft, 1995.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Sector Projects**. Disponível em: <<http://www.wbcsd.ch>>. Acesso em: 06/11/2009.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Junho de 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>> Acesso em 02/10/2009.

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

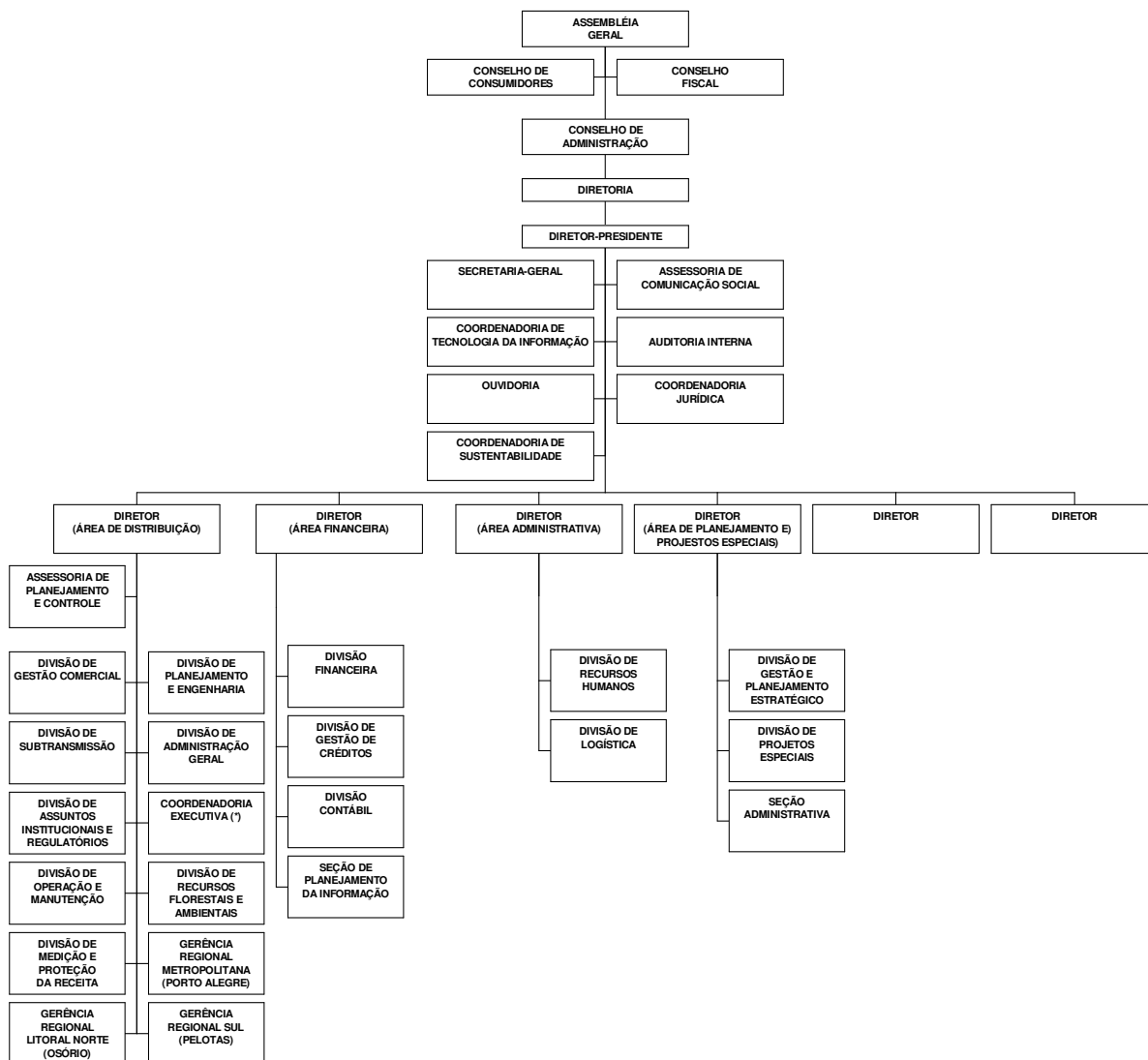
## ANEXO A – ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO



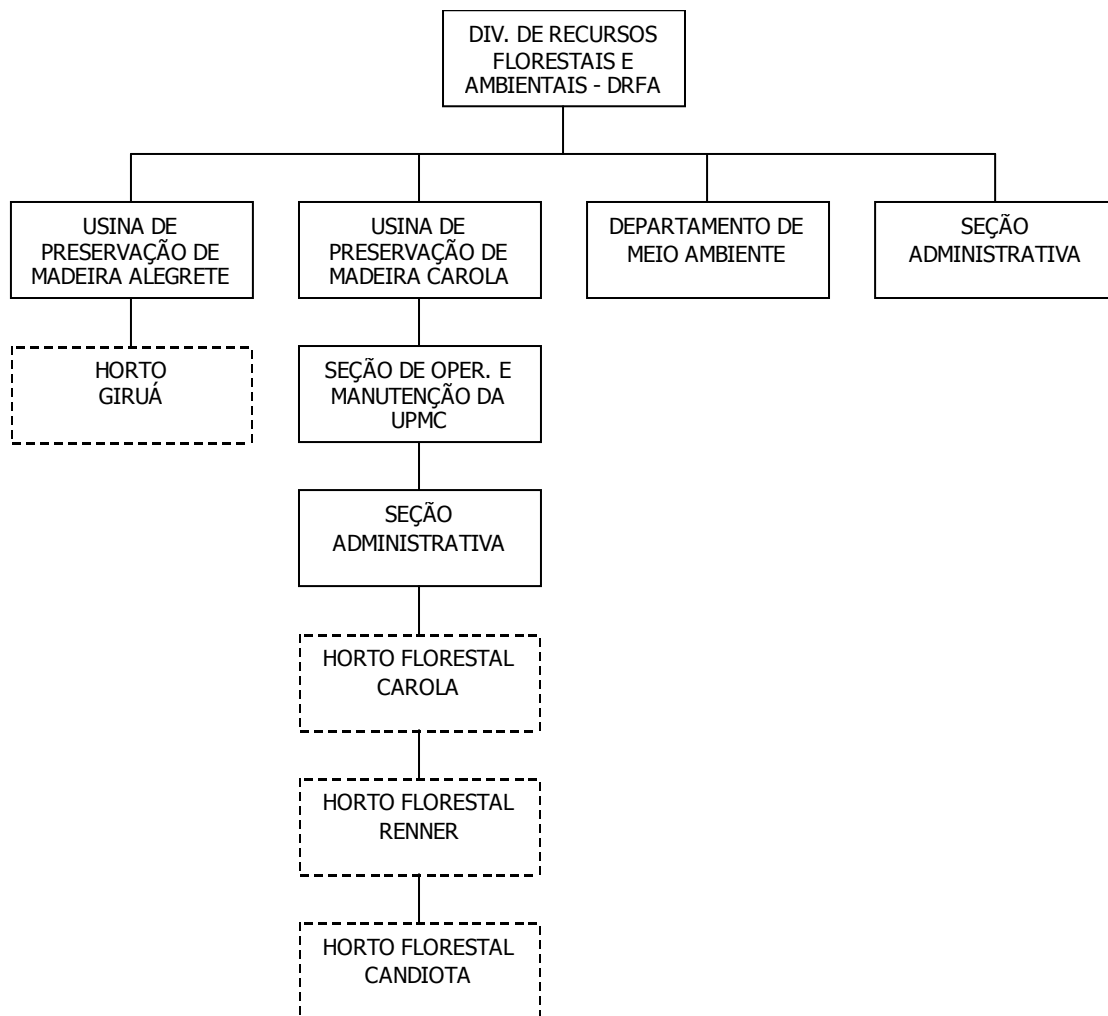
Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil - ANEEL – 3ª edição, 2005.



## ANEXO C – ORGANOGRAMA DA CEEE DISTRIBUIÇÃO



## ANEXO D – ORGANOGRAMA DA DRFA



**ANEXO E – HORTOS FLORESTAIS E USINA DE PRESERVAÇÃO DA CEEE**

## ANEXO F – IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS POR HORTO FLORESTAL

Ano do plantio	Horto Carola (ha)	Horto Giruá (ha)	Horto Candiota (ha)	Horto Renner (ha)
1982	19,31	606,00	-	37,00
1983	13,19	606,00	-	3,00
1984	7,69	141,20	-	9,50
1985	20,06	540,18	-	18,10
1986	5,80	21,04	-	15,50
1987	0,55	0	104,00	18,00
1988	10,38	0	110,00	32,50
1989	6,90	0	114,00	20,40
1990	38,80	0	70,00	23,50
1991	27,80	2,00	10,00	45,58
1992	25,70	14,00	41,60	0
1993	27,30	14,00	0	113,00
1994	31,12	0	0	73,00
1995	17,22	20,00	0	84,00
1996	28,78	0	0	47,00
1997	20,00	0	0	73,80
1998	23,00	0	0	0
1999	0	0	0	19,00
2000	23,00	0	0	0
2001	20,00	0	0	37,50
2002	16,00	46,16	0	0
2003	50,00	49,00	0	0
2004	105,00	79,00	135,00	0
2005	90,00	40,00	110,00	43,40
2006	212,00	0	66,00	90,00
2007	150,00	0	0	376,00
2008	133,40	0	126,50	6,00

Fonte: DRFA, 2009.



## ANEXO G – CARACTERÍSTICAS DOS POSTES DE CONCRETO ARMADO

### SEÇÃO CIRCULAR PADRONIZADOS

Item	Comprimento nominal $L \pm 0,05$ (m)	Tipo	Resistência nominal $R_{\eta}$ (daH)	Momento Fletor nominal no Plano de Aplicação de $R_n$ (c) $M_A$ (daN x m)	Massa aprox. (Kg) (nota a)	Dimensões					
						$A \pm 5$	$b \pm 5$ — (A) — (B)		$F \pm 5$	$J \pm 15$	$e \pm 5$
01	9	C-14	150	143	630	140	320	275	75	1000	1500
02		C-17	300	387	740	170	350	305			
03		C-19	600	813	910	190	370	325			
04	11	C-17	300	370	990	170	390	335	1875	1200	1700
05		C-19	600	880	1260	190	410	355			
06		C-23	1000	1930	1520	230	450	395			
07			1200	2130	2020	250	490	430			
08		C-29	1500	Nota e	Nota f	290	510	455			
09	12	C-17	300	361	1130	170	410	350	2775	1300	1800
10		C-19	600	880	1440	190	430	370			
11	13	C-23	1000	1910	1920	230	490	425	2775	1400	1900

### SEÇÃO DUPLO T PADRONIZADOS

Item	Comprimento nominal $L \pm 0,05$ (m)	Tipo	Resistência nominal $R_{\eta}$ (daH)		Momento Fletor nominal no Plano de Aplicação de $R_n$ (c) $M_A$ (daN x m)		Massa aprox. (Kg)	Dimensões								
			FACE A	FACE B	FACE A	FACE B		FACE A		FACE B		$F \pm 5$	$J \pm 5$	$e \pm 5$	$T \pm 5$	$M \pm 5$
								TIPO	BASE	TIPO	BASE					
			$a \pm 5$	$A \pm 5$	$b \pm 5$	$B \pm 5$										
01	10	D	75	150	117	158	550	120	280	100	200	975	1100	1600	3035	3000
02	11	B	150	300	152	203	1050	140	448	110	330	1875	1200	1700	4525	4500
03		B	300	600	234	317	1050	140	448	110	330					
04		B-1,5	500	1000	640	869	1330	182	490	140	360					

Notas:

a - (A) Conicidade 20 mm/m (B) Conicidade 15 mm/m;

b - As massas são aproximadas e não possuem sentido normativo, não devendo ser exigida a sua observância, inclusive na inspeção;

c - (C) Valores mínimos para a distância do plano de aplicação de  $R_n$  ao topo do poste igual a 100 mm;

d - Os valores da coluna  $M_A$  foram obtidos experimentalmente;

e - Valor de  $M_A$  em consideração;

f - Valor de massa em consideração.

Fonte: NBR 8452, ABNT.

**ANEXO H – CUSTOS ENVOLVIDOS NA IMPLEMENTAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO**

Base: julho/2009

Preço CIF julho/2009

Poste de madeira 11M

Poste de concreto 11M cônico 4kN

## Estrutura N1

	Dia Útil	Fim de Semana
Implantação Madeira	R\$ 470,50	R\$ 775,40
Implantação Concreto	R\$ 969,05	R\$ 1.335,45

Substituição Madeira	R\$ 575,17	
Substituição Concreto	R\$ 1.106,17	

## Estrutura N4

Implantação Madeira	R\$ 711,75	R\$ 1.257,92
Implantação Concreto	R\$ 1.258,97	R\$ 1.904,43

## **ANEXO I – PARTES DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS**

(Países com compromisso de Redução de Emissões definidos pelo Anexo I do Protocolo de Quioto)

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

## ANEXO J – POSTES DE CONCRETO LICITADOS PELA CEEE-D

<b>Especificação</b>	<b>Resistência (DaN)</b>	<b>Preço</b>	<b>Contrato</b>	<b>Validade</b>	<b>Quantidade</b>
POSTE CONCRETO 9M	400	R\$ 408,40	9935187	16/10/2008	2000
POSTE CONCRETO 9M	600	R\$ 525,00	9935190	22/10/2008	1500
POSTE CONCRETO 9M	1000	R\$ 775,00	9935190	22/10/2008	700
POSTE CONCRETO 9M	1500	R\$ 1.099,00	9935190	22/10/2008	50
POSTE CONCRETO 10M	400	R\$ 460,00	9935187	16/10/2008	20
POSTE CONCRETO 10M	600	R\$ 580,00	9935187	16/10/2008	150
POSTE CONCRETO 10M	1000	R\$ 944,57	9935187	16/10/2008	50
POSTE CONCRETO 11M	400	R\$ 630,68	9935189	16/10/2008	2000
POSTE CONCRETO 11M	600	R\$ 615,00	9935187	16/10/2008	1500
POSTE CONCRETO 11M	1000	R\$ 1.136,00	9935188	16/10/2008	800
POSTE CONCRETO 11M	1500	R\$ 1.550,00	9935187	16/10/2008	50
POSTE CONCRETO 12M	400	R\$ 567,47	9935187	16/10/2008	1000
POSTE CONCRETO 12M	600	R\$ 645,00	9935190	22/10/2008	600
POSTE CONCRETO 12M	1000	R\$ 1.200,00	9935187	16/10/2008	500
POSTE CONCRETO 12M	1500	R\$ 1.700,00	9935187	16/10/2008	50
POSTE CONCRETO 13M	400	R\$ 719,00	9935190	22/10/2008	50
POSTE CONCRETO 13M	600	R\$ 920,00	9935190	22/10/2008	50
POSTE CONCRETO 13M	1000	R\$ 1.545,00	9935190	22/10/2008	50
POSTE CONCRETO 13M	1500	R\$ 2.030,00	9935187	16/10/2008	50
POSTE CONCRETO 14M	400	R\$ 810,00	9935190	22/10/2008	30
POSTE CONCRETO 14M	1000	R\$ 1.490,00	9935190	22/10/2008	30
POSTE CONCRETO 14M	1500	R\$ 2.200,00	9935187	16/10/2008	30
POSTE CONCRETO 14M	600	R\$ 1.072,28	9935187	16/10/2008	30
POSTE CONCRETO 15M	600	R\$ 1.200,00	9935190	22/10/2008	10
POSTE CONCRETO 15M	1000	R\$ 1.650,00	9935187	16/10/2008	10
POSTE CONCRETO 15M	1500	R\$ 2.530,00	9935187	16/10/2008	10

Fonte: CEEE, 2009 - <http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=1858>

## ANEXO K – ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DOS EUCALIPTOS

Espécies de Eucalipto	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS						
	Massa Específica Aparente (15% umidade) Kg/m <sup>3</sup>	Retrabilidade				Limite de Resistência à Flexão		Índice de Rigidez L/f	Módulo de Elasticidade à Flexão		Cisalhamento daN / cm <sup>2</sup>	Dureza Janha DaN / cm <sup>2</sup>
		Radial %	Tangencial %	Volumétrica %	Coefficiente de Retrabilidade	Madeira Verde daN / cm <sup>2</sup>	Madeira a 15 % de Umidade daN / cm <sup>2</sup>		Módulo daN / cm <sup>2</sup>	Limite de Proporcionalidade daN / cm <sup>2</sup>		
ALBA	0,83	5,8	12,0	20,4	0,60	968	1.247	23	131300	386	126	642
BOTRYOIDES	0,89	6,9	13,1	22,0	0,63	1.157	1.460	26	154500	470	115	749
CITRIODORA	1,09	6,5	9,6	17,8	0,76	1.561	1.730	32	181900	841	182	1.045
	1,04	6,6	9,5	19,4	0,77	1.140	1.238	36	136000	481	166	341
PANICULATA	0,98	6,9	9,4	18,2	0,78	1.500	1.673	24	177000	668	149	913
	1,09	7,3	13,6	23,1	0,79	1.451	1.772	39	201800	716	169	986
ROSTRATA	1,06	7,5	14,5	24,6	0,76	1.320	1.760	24	185000	554	155	890
	0,87	6,8	15,5	25,9	0,48	878	1.150	24	101600	389	105	645
TERETICORNIS	0,99	7,3	16,7	23,9	0,45	1.018	1.340	34	120200	509	110	839
	0,95	6,9	13,4	23,0	0,65	1.270	1.576	17	133200	490	137	689

Fonte: NBR 8456, ABNT.