



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente  
PPGMA

LUIZA HELENA NUNES LAERA

**POTENCIALIDADES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO NO CONTEXTO DA  
POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA - UM ENFOQUE EM ÁRVORES URBANAS**

julho 2011

LUIZA HELENA NUNES LAERA

**POTENCIALIDADES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO NO CONTEXTO DA  
POLITICA GLOBAL DO CLIMA - UM ENFOQUE EM ÁRVORES URBANAS**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração:

Orientador(a): Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Margareth Simões Penello Meirelles - UERJ

Co-Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Kenny Tanizaki - UFF

Rio de Janeiro  
2011

## RESUMO

O projeto objetiva traçar um percurso analítico a respeito de questões e reflexões visando a um maior entendimento acerca dos desafios, potencialidades e limites implicados às condições de redução de emissões de gases de efeito estufa associada ao incremento e manutenção do arboreto urbano na cidade do Rio de Janeiro. Com a instituição da obrigatoriedade em nível nacional das metas de redução das emissões de GEE, o município do Rio de Janeiro oficializou o compromisso de adoção de medidas e programas de incentivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa na cidade. Entretanto, a única ação de mitigação controlada pelo município, com procedimentos regulamentados, é a compensação de emissões nas construções através do plantio de árvores. O acompanhamento da execução dos plantios de árvores, exigidos no licenciamento das construções é a atual forma de estabelecer objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município. A análise sobre as potencialidades da cidade para elaboração de projetos de arborização contemplará os contextos de negociação e de debates orientados para consolidá-los no mercado de carbono; a forma de gestão dos recursos financeiros no atendimento a objetivos de conservação e incremento do arboreto urbano; e expectativas quanto à efetividade dos benefícios sociais e ambientais decorrentes da execução desses projetos. Esta investigação tem dupla expectativa: contribuir para a eficácia das ações de manejo e controle do arboreto urbano, com base no monitoramento contínuo dos serviços ambientais das árvores; e consolidar critérios analíticos habilitados para quantificar as alterações de fitomassa do arboreto urbano, a ser delineado em uma proposta de um plano de arborização para a cidade, até agora inexistente, que seguramente irá garantir significativos benefícios ambientais, econômicos e sociais à sociedade.

**Palavras-chave:** Política Global do Clima, Políticas de Mudanças Climática, Mercado de Carbono e Arborização Urbana.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma Metodológico da Pesquisa .....	16
Quadro 1 – Exemplos de impactos resultantes de eventos climáticos .....	31
Tabela 1: Cumprimento da Legislação – Plantios Arbóreos Compensatórios .....	151
Gráfico 1: Benefício Marginal x Dano Marginal.....	96
Figura 2 : O ciclo de Carbono .....	82
Quadro 2 – Resultado atualizado da análise das conclusões do AR4- IPCC (2007) .....	50
Tabela 2: Comparativo entre as estimativas do total de CO2 emitido pelas construções e sequestrado pelos plantios .....	151
Gráfico2: Custos Totais de Mitigação.....	97
Figura 3: Número de projetos registrados no Conselho Executivo MDL .....	118
Quadro 3 –Conclusões do Diagnóstico de Copenhague .....	51
Tabela 3: Exigência Legal / Emissões e Compensação .....	152
Gráfico 3: Custos Marginais e Preço da Emissão .....	98
Figura 4: Representação gráfica da projeção de redução de emissões dos projetos registrados no Conselho Executivo do MDL .....	118
Quadro 4 – Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - Relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Desenvolvimento Sustentável, com a Proteção da Biodiversidade e do Controle de Emissões .....	63
Figura 5: Curva de crescimento das atividades de projetos MDL no Brasil .....	119
Quadro 5 - Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - Relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Mitigação Adaptação Monitoramento .....	64
Figura 6: Mercado Global de Carbono 2004-2010.....	125
Quadro 6 - Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Financiamento .....	65
Figura 7: Potenciais de redução de emissão de CO2 em 2030, por setor e região.....	128
Quadro 7: Os Planos de Ação da PNMC.....	66
Figura 8: O triangulo de Mercado do Desafio Climático .....	130
Quadro 8 : Relação entre Diretrizes e Objetivos por eixos temáticos .....	73
Figura 9: O vínculo de plantio de árvores no licenciamento de construções na cidade do Rio de Janeiro.....	145

Quadro 9: Relação entre Objetivos e Instrumentos por eixos temáticos-----	75
Figura 10: Cumprimento da Legislação/ Área construída (2010) -----	150
Figura 11: Produção mensal da conservação da arborização na cidade do Rio de Janeiro –	155
Figura 12: Execução de serviços de conservação da arborização no período 2008-2010 ----	155
Figura 13: Sistema de quantificação de Carbono em árvores na malha urbana -----	158
Figura 14: Integração entre o MC e o SIG -----	159
Figura 15: Bairro Recreio dos Bandeirantes, com a indicação do polígono de estudo -----	160
Figura 16: Mapa de Concentração de Carbono por logradouro -----	160
Figura 17: Importação de Dados do SGBD para o Terraview-----	161
Figura 18: Visualização da Base gráfica e do banco de dados no TERRAVIEW-----	162
Figura 19: Visualização dos totais de Carbono por logradouro no TERRAVIEW-----	163
Figura 20: Visualização da escala de concentração de Carbono por logradouro-----	163
Figura 21: Mapa de Concentração de Carbono por logradouro -----	164

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>DEFINIÇÃO DO TEMA.....</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICATIVAS DO TEMA DA PESQUISA .....</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVO GERAL DA PESQUISA .....</b>	<b>13</b>
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....</i>	<i>13</i>
<b>ESTRUTURA DA PESQUISA .....</b>	<b>14</b>
<b>FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DA PESQUISA .....</b>	<b>16</b>
<b>FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DA PESQUISA .....</b>	<b>16</b>
<b>FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA .....</b>	<b>16</b>
<b>MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA ..</b>	<b>19</b>
<b>1.1 - A UNIÃO ENTRE A CIÊNCIA E A POLÍTICA.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 - O PROTOCOLO DE QUIOTO .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3 – A TRAJETÓRIA PARA EVOLUÇÃO DE UM NOVO ACORDO GLOBAL PÓS QUIOTO.....</b>	<b>27</b>
1.3.1 - <i>As evidências científicas atualizadas na trajetória da evolução da política climática global .....</i>	<i>29</i>
1.3.2 - <i>Uma virada política e início de um longo caminho para a convergência entre o necessário cientificamente e o viável politicamente. ....</i>	<i>33</i>
1.3.3 <i>Tensão pré-COP 15 – As diferenças geopolíticas e político-econômicas na trajetória em busca de um novo acordo global -.....</i>	<i>36</i>
1.3.4 – <i>A COP 15 – a conspiração da política contra a coerência .....</i>	<i>40</i>
1.3.5 <i>A continuidade da trajetória rumo a um novo acordo global.....</i>	<i>45</i>
<b>1.4 - A ATUALIDADE SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA E O FUTURO DA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA .....</b>	<b>49</b>
1.4.1 – <i>A necessidade de superação do Protocolo de Quioto para um novo acordo global .....</i>	<i>52</i>
<b>2 - A INCLUSÃO DA QUESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL .....</b>	<b>55</b>
<b>2.1 A VIRADA NA POSIÇÃO OFICIAL BRASILEIRA .....</b>	<b>59</b>
<b>2.2 A LEI DA POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - PNMC.....</b>	<b>62</b>
<b>2.2 A EVOLUÇÃO TEMA GLOBAL MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ÓTICA LOCAL DOS MUNICÍPIOS. ....</b>	<b>68</b>
<b>2.4 A CIDADE DO RIO DE JANEIRO E A TRAJETÓRIA DA INSTITUCIONALIZAÇÃO DO CONTROLE DE EMISSÕES</b>	<b>70</b>
<b>2.5 A ANÁLISE COMPARATIVA DA LEI DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CONTEXTO DA ATUAL FASE DA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA.....</b>	<b>77</b>
<b>2.6. O CAMINHO DO PAÍS NO PERCURSO RUMO À NOVA ORDEM SOCIAL E UMA NOVA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO- O PLANTIO DE ÁRVORES COMO PRINCIPAL AÇÃO DENTRO DA POLÍTICA DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>79</b>
<b>3 - A MITIGAÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS O SEQUESTRO DE CARBONO .....</b>	<b>81</b>
<b>3.1 O SEQUESTRO DE CARBONO NO CONTEXTO DA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2 REDUÇÃO DE EMISSÕES ORIUNDAS DO DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL - REED.....</b>	<b>86</b>
3.2.1 <i>As principais questões no REED .....</i>	<i>89</i>
<b>3.3 - AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SEQUESTRO FLORESTAL DO CARBONO.....</b>	<b>92</b>
<b>4- A ECONOMIA GLOBAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>93</b>
<b>4.1 O PONTO DE VISTA ECONÔMICO DA QUESTÃO DA MUDANÇA CLIMÁTICA .....</b>	<b>93</b>
<b>4.2 A POLÍTICA DOS CERTIFICADOS TRANSACIONÁVEIS E SEUS DERIVADOS.....</b>	<b>95</b>
4.2.1 - <i>O modelo microeconômico.....</i>	<i>95</i>
<b>4.3 A ESTRUTURAÇÃO DE UM NOVO SEGMENTO DE MERCADO - O PROTOCOLO DE KYOTO.....</b>	<b>100</b>
4.3.1 <i>O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....</i>	<i>103</i>
4.3.2 <i>As Reduções Certificadas de Emissões.....</i>	<i>104</i>
4.3.3 <i>O Ciclo dos projetos de MDL.....</i>	<i>105</i>
<b>4.4 – CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO .....</b>	<b>109</b>
4.4.1 <i>O mercado de créditos de carbono na Comunidade Econômica Européia.....</i>	<i>109</i>
4.4.1.2 - <i>A Diretiva 2003/87/CE.....</i>	<i>112</i>
4.5.1 <i>O Esquema de Comércio de Cotas de Emissão Europeu, ou EU ETS – Europe Union’s Emissions Trading Scheme (Mercado Europeu de Emissões).....</i>	<i>120</i>
<b>4.6 - ESTADO E NEGOCIAÇÕES DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO (OU PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO) .....</b>	<b>122</b>
<b>4.7 MITOS SOBRE A REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CARBONO E GEES .....</b>	<b>128</b>
<b>5- MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NAS CIDADES – A CONTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES DA MALHA URBANA NO COMPROMISSO DA REDUÇÃO DE EMISSÕES .....</b>	<b>132</b>
<b>5.1- O PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO NO CONTEXTO DA COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES.....</b>	<b>134</b>
<b>5.2 - CÁLCULO DO ESTOQUE DE CARBONO.....</b>	<b>136</b>

<b>5.3 O USO DO GEOPROCESSAMENTO NA OPERACIONALIDADE DA PERSPECTIVA TEÓRICA DO COMPLEXUS URBANO .....</b>	<b>139</b>
5.3.1 <i>O SIG na arborização da malha urbana .....</i>	<i>141</i>
<b>6 – A GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO CARIOCA – A POSSIBILIDADE DA TRANSFORMAÇÃO DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA EM GANHOS DE CONHECIMENTO .....</b>	<b>142</b>
<b>6.1 UM DESAFIO LOCAL: O PLANTIO DE ÁRVORES NA MITIGAÇÃO DE EMISSÕES NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO .....</b>	<b>143</b>
6.1.1 <i>As emissões de CO2 na construção civil .....</i>	<i>147</i>
6.1.2 <i>Controle de emissões de CO2 na construção civil: uma análise da eficiência dos instrumentos legais disponíveis na cidade do Rio de Janeiro .....</i>	<i>148</i>
<b>6.2 A CONSERVAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO NA CIDADE – A EXECUÇÃO DAS PODAS E REMOÇÕES DE ÁRVORES..</b>	<b>154</b>
<b>7 – O PROCESSAMENTO DIGITAL DOS DADOS DA ARBORIZAÇÃO – GEOPROCESSAMENTO NA QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁRVORES NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO .....</b>	<b>156</b>
<b>7.1. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE TRABALHO PARA O CÁLCULO E CONTROLE DO ESTOQUE DE CARBONO EM ÁRVORES URBANAS .....</b>	<b>159</b>
<b>8– A PROPOSTA DE UM PLANO DE ARBORIZAÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO .....</b>	<b>165</b>
<i>Etapas do Plano de Arborização – Uma proposta metodológica.....</i>	<i>167</i>
• <i>Cálculo da redução de biomassa .....</i>	<i>169</i>
<b>9 - DA INTENÇÃO À AÇÃO – A ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DA CIDADE NA TRANSIÇÃO PARA UMA GESTÃO DE MÁXIMA MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE CO2 .....</b>	<b>171</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:.....</b>	<b>176</b>
<b>PARKER, C.; MITCHELL, A.; TRIVEDI, M.; MARDAS, N. THE LITTLE REDD BOOK: A GUIDE TO GOVERNMENTAL AND NON-GOVERNMENTAL PROPOSALS FOR REDUCING EMISSIONS FROM DEFORESTATION AND DEGRADATION. OXFORD, UK: THE GLOBAL CANOPY FOUNDATION, 2008.....</b>	<b>180</b>

## **INTRODUÇÃO**

### **DEFINIÇÃO DO TEMA**

A preocupação mundial com a modificação do clima global, bem como as alternativas para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> atmosférico, estruturam o tema núcleo deste projeto de tese, que foi delineado com base na perspectiva de traçar um percurso analítico a respeito de questões e reflexões visando a um maior entendimento acerca dos desafios, potencialidades e limites implicados às condições de redução de emissões de gases de efeito estufa associada ao incremento e manutenção do arboreto urbano na cidade do Rio de Janeiro

Com a instituição da obrigatoriedade em nível nacional da metas de redução das emissões de GEE, o município do Rio de Janeiro oficializou o compromisso de adoção de medidas e programas de incentivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa na cidade. Entretanto, a única ação de mitigação controlada pelo município, com procedimentos regulamentados, é a compensação de emissões nas construções através do plantio de árvores. O acompanhamento da execução dos plantios de árvores, exigidos no licenciamento das construções é a atual forma de estabelecer objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município. Entretanto a responsabilidade sobre a conservação do arboreto existente bem como das árvores plantadas através da rotina de cumprimento da legislação que ordena o licenciamento de construções, é partilhada por diferentes setores da administração pública. Essa característica administrativa, adotada pelo município, dificulta a gestão das informações sobre o arboreto, não havendo um tratamento dos registros de ocorrência de forma a transformá-los em conhecimento sobre o recurso ambiental arborização urbana.

Os parâmetros de avaliação considerados para a proposição da pesquisa, buscaram propiciar uma leitura que amplie a visibilidade sobre os condicionantes jurídicos, econômicos e institucionais, assim como sobre tendências verificadas na composição de arranjos entre agentes públicos e privados que atuam na gestão do arboreto existente nos logradouros da cidade do Rio de Janeiro. A proposta do uso das ferramentas da tecnologia do Geoprocessamento pode contribuir para a implantação da gestão de informações sobre o estado do recurso de maneira exata e eficiente. Um sistema de informações criado a partir de uma base de dados geográfica possibilita a integração dos registros sobre o arboreto, gerada nos diferentes setores da administração pública, resultando na estruturação do conhecimento sobre o arboreto com a produção de informação precisa sobre as árvores existentes na malha urbana.



A análise sobre as potencialidades da cidade para elaboração de um plano municipal de arborização contemplará os contextos de negociação e de debates orientados para consolidá-los no atual momento da política global do clima; a forma de gestão dos recursos financeiros no atendimento a objetivos de conservação e incremento do arboreto urbano; e expectativas quanto à efetividade dos benefícios sociais e ambientais decorrentes da execução desses projetos. Esta investigação tem dupla expectativa: contribuir para a eficácia das ações de manejo e controle do arboreto urbano, com base no monitoramento contínuo dos serviços ambientais das árvores; e consolidar critérios analíticos habilitados para quantificar as alterações de fitomassa do arboreto urbano, a ser delineado em uma proposta de um plano de arborização para a cidade, até agora inexistente, que seguramente irá garantir significativos benefícios ambientais, econômicos e sociais à sociedade.

## **JUSTIFICATIVAS DO TEMA DA PESQUISA**

As atenções voltadas para as metrópoles, evidenciaram que um dos grandes desafios na gestão ambiental nessas áreas, de grande concentração populacional e grande diversidade, é a proposição de soluções eficientes para responder aos problemas das mudanças climáticas, resultantes do aquecimento global, com base na compreensão da multidimensionalidade dos problemas a serem enfrentados. Nesse contexto, é importante, no momento, a busca de alternativas para a construção desse pensamento complexo na formulação de estratégias e ações para adaptação as possíveis mudanças climáticas e a minimização de seus impactos no meio ambiente e na sociedade. Destaca-se, nesse raciocínio, a necessidade de se entender as ações individuais, como uma parte de um todo planetário que será afetado por essas ações. O mundo visto sob esse prisma, passa a ser um conjunto de processos reguladores baseados em múltiplas retroações, que deve ser assimilado politicamente para estabelecer-se uma nova estrutura de pensamento para se pensar a solução ao controle das emissões mundiais de GEE.

Com esse olhar sobre a imbricação de interesses políticos, econômicos e manutenção da área verde urbana, pretende-se articular os vasos comunicantes de uma trama que mescla, em um tecido inteiriço, condicionantes jurídicos, econômicos, institucionais, sociais e ambientais sobre tendências verificadas na composição de arranjos entre agentes públicos e privados que atuam na gestão da arborização pública no município do Rio de Janeiro. Diante de condições que tornam cada vez mais difícil a tarefa de naturalizar, como opostos e previsíveis, os percursos traçados sobre propósitos sócio-econômicos e ambientais, os fatos do mundo real tendem a se comportar da mesma forma que as redes descritas por Latour

(LATOURE, 1994), “reais como a natureza, narradas como o discurso, coletivas como a sociedade”.

A preocupação mundial com a modificação do clima e com as alternativas para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> atmosférico, continua sendo a diretriz principal da agenda ambiental global. Desde a divulgação do primeiro relatório do Painel Internacional de Mudanças Climáticas - IPCC<sup>1</sup>, em 1990, há o reconhecimento universal da necessidade de desenvolver políticas e instrumentos legais internacionais sobre a questão da mudança do clima. Entretanto, somente nos últimos quatro anos uma inédita mobilização de esforços para combater a aceleração da crise ambiental tem sido testemunhada no mundo. A divulgação dos relatórios “Stern Review on the Economics of Climate Change”, em outubro de 2006, e do “IPCC Fourth Assessment Report Climate Change 2007”, em fevereiro de 2007, revelou ao mundo a responsabilidade do homem sobre o atual estado global de emergência. Esses relatórios conclamam à elaboração de estratégias para responder aos problemas ocasionados pelas mudanças climáticas, com base na análise dos processos de ocupação do território pelo homem e na compreensão da multidimensionalidade, complexidade e interdisciplinaridade dos problemas a serem enfrentados.

O ambiente urbano, onde a maioria da população mundial está concentrada, é o centro atrator desses principais questionamentos ambientais da atualidade. As atividades antrópicas nesses ambientes, relacionadas diretamente com o processo de urbanização e maior consumo de energia, tiveram como consequência a aceleração do fenômeno das mudanças climáticas em nível global. Nesse contexto, tanto o conhecimento da dinâmica do CO<sub>2</sub> no ambiente urbano quanto das formas de redução de emissões e estoque de Carbono (C) tornam-se fatores importantes para a gestão eficiente do ambiente urbano.

Com a preocupação mundial na modificação do clima global houve também um interesse, cada vez maior, no plantio de árvores para ajudar a reduzir o nível de CO<sub>2</sub> atmosférico (DWYER et al., 1992; Mc PHERSON et al., 1997; Mc PHERSON; Mc PHERSON, 1999; Mc PHERSON 2003). Esta redução se faz através do processo denominado popularmente de seqüestro de carbono, que é o processo de mitigação biológica das árvores de absorver o CO<sub>2</sub> do ar e fixá-lo em forma de matéria lenhosa. Sendo assim, tanto o conhecimento da dinâmica do CO<sub>2</sub> no ambiente urbano quanto das formas de redução de emissões e estoque de Carbono tornam-se fatores importantes para a gestão eficiente do ambiente urbano.

A pesquisa no meio urbano, no contexto de otimização e da sustentabilidade do uso dos recursos disponíveis e da redução e mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>, fornecerá as

---

<sup>1</sup> IPCC First Assessment Report Climate Change 1990- <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

informações sobre as diferentes dimensões do território ocupado. O ambiente no qual é conduzida a pesquisa ambiental é uma unidade global organizada, de inter-relações entre elementos, ações e indivíduos (MORIN, 2000; MORIN, 2007). Ao tratarmos do espaço urbano para uma gestão eficiente é necessário ter conhecimento sobre os recursos disponíveis e os fatores envolvidos para que possa haver a modelagem do ambiente segundo sua variabilidade taxonômica e a distribuição territorial das classes de fenômenos nela identificados como relevantes. Para isso é necessária a reflexão através do exercício de pensar a realidade na forma como ela realmente é, ou seja, feita de laços e interações. É preciso aplicar a percepção complexa, ou seja, rejunta uma informação a seu contexto e ao conjunto ao qual pertence. Dessa forma será possível alcançar o conhecimento necessário para a gestão dos recursos ambientais disponíveis no espaço urbano. Nesse contexto, a visão do ambiente urbano como um sistema passa a ser primordial.

Entretanto, a sociedade que se pretende proteger também se apresenta de forma bastante complexa, formada por indivíduos múltiplos em sua unidade. Diante da revelação da responsabilidade do homem sobre o atual estado global de emergência, tornou-se imprescindível a existência de uma coesão da sociedade em direção às medidas impostas pela política global do clima.

A Campanha Cidades para a Proteção do Clima – CCPT<sup>TM</sup>, lançada em pelo Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), veio convidar a sociedade à essa coesão. Nessa Campanha, o ICLEI convoca as cidades a adotar políticas e implantar medidas para atingir reduções quantificáveis de suas emissões de gases de efeito estufa, melhorar a qualidade do ar e aumentar a sustentabilidade e a habitabilidade urbana.

A principal meta da CCPT<sup>TM</sup> é a redução de 10% das emissões de poluentes atmosféricos até o ano 2010. Definiu-se, neste sentido, que as cidades devem estar alinhadas com as proposições do Tratado de Quioto, controlando, portanto, as emissões do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do metano (CH<sub>4</sub>) – gases do efeito estufa (GEE) que mais têm preocupado as autoridades nos dias de hoje.

O Rio de Janeiro foi a primeira cidade na América do Sul a se comprometer com a Campanha Cidades para a Proteção do Clima (ICLEI), realizando o inventário de suas emissões GEE, que embasou as diretrizes do Protocolo de Intenções do Rio com as medidas de mitigação dos efeitos do aquecimento global na cidade. Entre as ações iniciais no âmbito deste Protocolo, está o de promover ações que contribuem para o seqüestro de carbono da atmosfera, através de apoio a iniciativas e projetos públicos e privados que favoreçam a obtenção de recursos através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sendo uma delas o incremento da cobertura arbórea da cidade.

Por outro lado, na atual gestão do arboreto urbano na cidade, é observada uma destinação maior de recursos orçamentários para os serviços de poda de árvores e uma ineficiência tanto no controle quanto na manutenção das árvores plantadas. A atual questão no manejo da arborização na cidade do Rio de Janeiro encontra-se no baixo número de mudas arbóreas estabelecidas, com uma perda de 50,7% nos plantios executados, em consequência a insuficiência de recursos públicos financeiros destinados à manutenção dos plantios executados. O estudo exploratório de valoração econômica da arborização, onde foi determinado o valor de aproximadamente R\$1,3 milhão para a arborização pública de uma área do bairro do Recreio dos Bandeirantes, permitiu a expansão da percepção dos valores da arborização, tanto para a população quanto para o poder público, com a inclusão do valor econômico para as contribuições da função e dos serviços ambientais das árvores para a comunidade (LAERA,2006).

Para que não haja alterações no valor desse patrimônio arbóreo urbano é necessário que as ações de manejo e controle sejam eficazes, definidas com base em critérios de quantificação das alterações de fitomassa do arboreto, para que possa haver o monitoramento contínuo dos benefícios das árvores. As decisões políticas a respeito da gestão do arboreto urbano, visando a melhor configuração dos investimentos públicos e privados no setor, requerem a exatidão das informações sobre o estado do recurso. É preciso conhecer tanto a quantidade e distribuição das árvores, como as características de qualidade em termos de serviço ambiental, para quantificar o efeito positivo do arboreto no meio urbano e determinar os reais serviços ambientais proporcionados pelas árvores e os custos do investimento público na manutenção das árvores. Essa análise é imprescindível para a identificação das intervenções que resultem em uma maior eficiência na utilização e manutenção do arboreto público e conseqüentemente em maior bem-estar social. Nesse sentido, a adoção de procedimentos para a quantificação do carbono armazenado nas árvores, tanto as existentes na malha urbana quanto às presentes nas unidades de conservação do município, além de possibilitar o conhecimento do arboreto, ajuda a estabelecer objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município.

É provável que a oficialização do compromisso de adoção de medidas e programas de incentivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa na cidade do Rio de Janeiro possam convocar a responsabilidade ao controle de emissões, mas a única maneira de manter o pensamento unido, porém com liberdade, é despertar na sociedade o sentimento de comunidade e solidariedade, no interior de cada cidadão. O pensamento que une o modo de conhecimento se prolonga para o plano da ética, da solidariedade e da política.

A eficácia da ação de incremento da arborização urbana está diretamente relacionada não só a um modelo eficiente de gestão da arborização. É preciso também que a sociedade seja solidária à ação. A melhoria na qualidade de vida nos espaços urbanos deve ter início com o resgate individual da noção de responsabilidade pelo coletivo

Uma pré-condição para uma sociedade solidária, diante do atual estado de emergência do mundo, é a restauração do sujeito responsável. A restauração do sujeito comporta a exigência do auto-exame, a consciência da responsabilidade pessoal, e o encargo autônomo da auto-ética, com a prática de ações éticas e responsáveis. A partir do momento que lançamos uma ação no mundo, essa vai deixar de obedecer às nossas intenções, vai entrar num jogo de ações e interações do meio social no qual acontece, e seguir direções muitas vezes contrárias daquela que era nossa intenção. A causalidade é sugerida, no pensamento complexo, como circular, onde o próprio efeito volta à causa (MORIN, 1998).

Essa pesquisa, motivada pelo atual estado de emergência do mundo, busca contribuir de forma local para um problema que se expande a nível global.. O caminho em busca de uma contribuição positiva à garantia da integridade e incremento do arboreto urbano mostra-se possível de ser percorrido, apesar dos obstáculos e incertezas colocadas na análise da atual situação mundial. Neste momento, diante da preocupação mundial com a modificação do clima global, torna-se imprescindível ser realista no sentido complexo do termo, compreendendo que há uma incerteza no real e sabendo que a solução é possível, mesmo que ainda, nesse mesmo real, ela esteja invisível.

## **OBJETIVO GERAL DA PESQUISA**

A proposta da pesquisa de tese é traçar um percurso analítico a respeito de questões e reflexões visando a um maior entendimento acerca dos desafios, potencialidades e limites implicados às condições de redução de emissões de gases de efeito estufa associada ao incremento e manutenção do arboreto urbano na cidade do Rio de Janeiro.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Analisar os recursos institucionais e materiais disponíveis e potenciais do sistema de gestão ambiental da cidade do Rio de Janeiro
2. Estruturar um sistema de banco de dados da arborização da malha urbana que possibilite a análise da estimativa de estoque de Carbono nas árvores em logradouros e a potencialidade de seqüestro e estocagem de Carbono pelas espécies arbóreas existentes na cidade

3. Propor um Plano de Arborização para a cidade do Rio de Janeiro com base na quantificação de Carbono

## **ESTRUTURA DA PESQUISA**

Com esse objetivo foi analisado, no primeiro capítulo, a evolução da política global do clima a partir das evidências científicas da aceleração do processo, em curso, do aquecimento global. No segundo capítulo, foi abordado a inclusão da questão das mudanças climáticas nas políticas públicas no Brasil, com destaque para a análise da Política Nacional de Mudanças Climáticas e da Política Municipal de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável da cidade do Rio de Janeiro.

Após a análise da política do Clima, é apresentado no terceiro capítulo as bases teóricas sobre o seqüestro de carbono a mitigação biológica que no âmbito da Convenção do Clima refere-se ao seqüestro de Carbono

A partir da constatação que ao final das discussões públicas sobre mudanças climáticas o que sobressai é a formulação de políticas de controle do nível de emissões, visando obter o maior benefício social líquido, o quarto capítulo analisa a economia global das mudanças climáticas,. Este capítulo discorre sobre a obrigatoriedade de tratar o problema como uma questão econômica com a apresentação do Protocolo de Kyoto, como base institucional para a estruturação do mercado de créditos de carbono, composto de seus dois principais segmentos. O enfoque é dado ao segmento de mercado estruturado sob conceito de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a negociação de Reduções Certificadas de Emissão (RCEs). Na continuidade, encontra-se a caracterização do mercado de créditos de Carbono, através da apresentação de um panorama mundial desse emergente mercado, as premissas legais para transações de certificados de reduções de emissões na comunidade européia e no Brasil, conforme o Protocolo de Kyoto, assim como também uma análise da natureza jurídica das RCEs no Brasil (feita sob o questionamento de serem estas commodities ou não). Na seqüência, dentro do capítulo, encontra-se a análise da atual realidade do mercado de créditos de carbono em suas tendências, oportunidades, mitos e realidade, tendo como base estudos e argumentações ex-academia, inseridas no contexto comercial e orientadas pelo lucro.

Um outro tópico, dentro do quarto capítulo, traz a análise das perspectivas de alcance do Mercado de Carbono, como solução ao desafio global das Mudanças Climáticas. Neste tópico está o questionamento se proposta de solução trazida pelo Protocolo de Kyoto, por si só, vencerá este grande desafio, ao fazer uso da lógica econômica para solução de parte de

uma questão que envolve três grandes esferas da interação humana entre seus semelhantes e planeta que habita: as esferas econômica, social e ambiental. Ou seja, se o mercado de créditos de carbono e suas bases institucionais, serão capazes de, ao longo de seu avanço futuro, vencer as falhas e limitações presentes nas bases constituintes e nas possibilidades das inter-relações entre as partes envolvidas neste esquema, não se confundindo os meios com o fim objetivado de se reduzir o ritmo de aquecimento global, em sua urgência de médio e longo prazo.

O quinto capítulo trata da questão do controle da mitigação de emissões na cidade do Rio de Janeiro, como um desafio local. Neste capítulo estão apresentados os embasamentos teóricos que evidenciam o importante papel desempenhado pelas árvores na redução dos níveis de CO<sub>2</sub> nas cidades, bem como as formulações teóricas que embasam a metodologia dos cálculos de estimativa de biomassa nas árvores. É apresentado também os principais debates sobre a utilização de projetos de mitigação de emissões através do plantio de árvores.

O sexto capítulo apresenta a gestão da arborização urbana na cidade do Rio de Janeiro. Neste capítulo estão apresentados os condicionantes jurídicos, econômicos e institucionais municipais, através da análise dos recursos institucionais disponíveis e potenciais na cidade do Rio de Janeiro, para possibilitar tanto a administração eficaz das condições materiais como dos recursos financeiros, como a utilização eficiente dos recursos ambientais disponíveis no meio urbano. Com a apresentação da forma de gestão utilizada pela administração pública, é evidenciado também a potencialidade da transformação dos dados gerados na rotina do manejo do arboreto em conhecimento desse recurso ambiental urbano.

O sétimo o capítulo apresenta a metodologia de processamento digital dos dados da rotina da diagnose das árvores, executada pela prefeitura, com a incorporação de equação de cálculo de estoque de Carbono, e o uso do geoprocessamento para a produção de mapas de Carbono em estoque no arboreto da malha urbana.

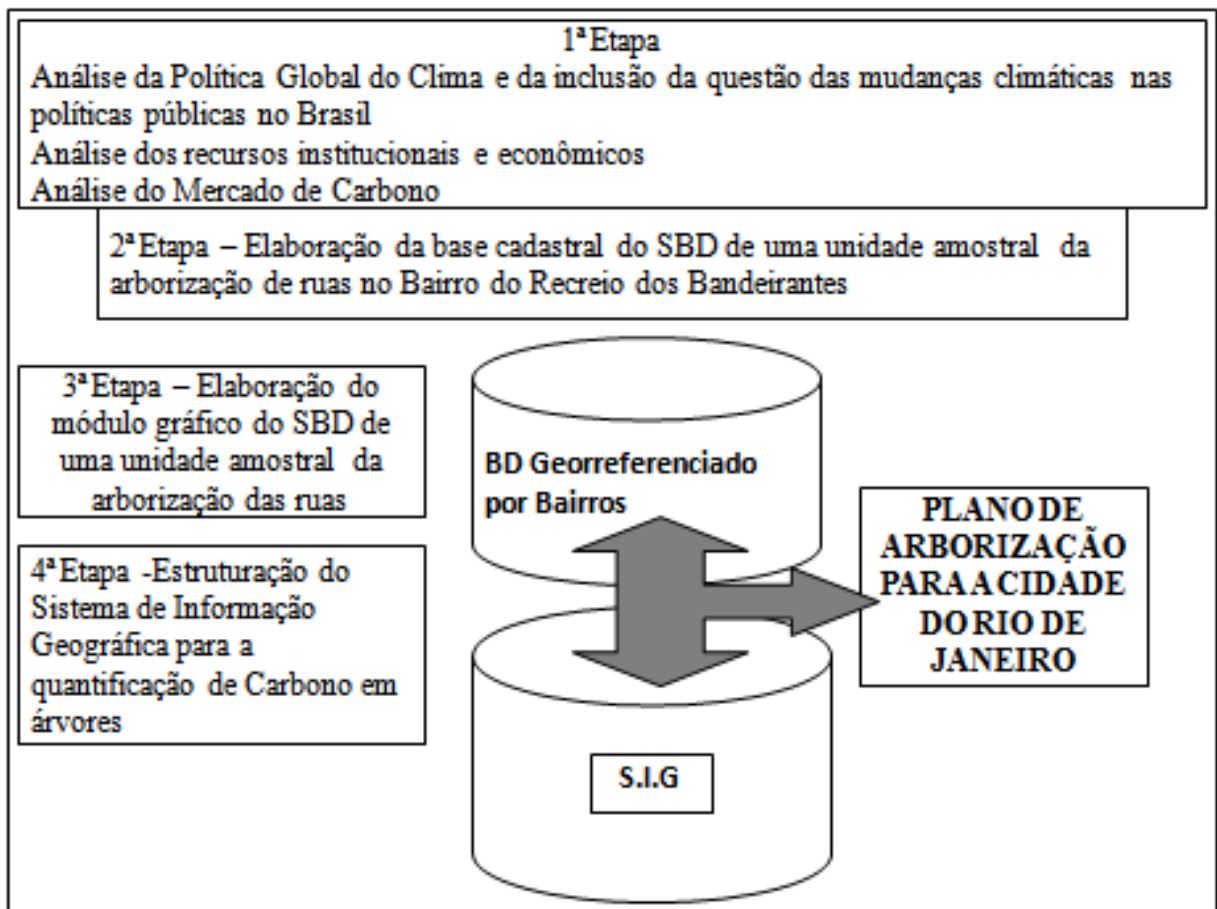
O oitavo capítulo descreve a proposta de um plano de arborização para a cidade, com base na quantificação de Carbono em estoque nas árvores

No nono e último capítulo tem-se a síntese conclusiva da tese.

## FLUXOGRAMA METODOLÓGICO DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa foi estruturada a fim de se ter uma investigação de características significativas de eventos vivenciados tanto na política e na economia do clima quanto na gestão do um arboreto de uma cidade, com a definição do Rio de Janeiro como a cidade para a aplicação do estudo de caso. A metodologia foi dividida em etapas no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1



Fluxograma metodológico da pesquisa

Fonte: Elaboração própria



## MATERIAIS E METODOS

A primeira etapa da pesquisa foi estruturada para que com o embasamento da política e da economia do clima pudesse ser verificado tanto a linha de base, requerida para se estimar a adicionalidade a ser obtida com o incremento de árvores na cidade, quanto a eficácia dos instrumentos legais municipais que determinam plantios de árvores, sob o ponto de vista ambiental em relação à dinâmica do CO<sub>2</sub>

A cidade do Rio de Janeiro apresenta, desde 1984, uma legislação de caráter compensatório, exigindo plantios de árvores em processo de licenciamento de construções. Em 2007, após a divulgação do “Protocolo de Intenções” para a mitigação das emissões de GEE no município, a compensação de emissões na construção civil passou a ser exigida legalmente no processo de licenciamento de obras no município. O Decreto 27.596/07 passou a determinar legalmente a compensação para garantir um efeito “carbono-zero” para todas as construções residenciais de três pavimentos ou mais ou para aquelas, que não sendo residenciais sejam consideradas de médio ou grande porte. Essa exigência, que poderá ser cumprida através do plantio de árvores, vem ampliar o arcabouço legal que dá suporte ao incremento da arborização na cidade, somando-se aos anteriores instrumentos legais à disposição do município, que já estabeleciam medidas de imposição de plantios arbóreos nos processos de licenciamento de construções.

Não tendo sido ainda definido esse critério no instrumento legal, a análise da eficácia da neutralização das emissões através de plantios poderá, portanto, servir como um indicativo na determinação da relação do quantitativo de mudas de árvores a ser exigido por área construída. Na primeira fase da pesquisa foi realizada a análise da evolução do arcabouço legal, à disposição da cidade do rio de Janeiro, e a investigação da eficácia dos instrumentos legais, sob o ponto de vista ambiental, em relação à dinâmica do CO<sub>2</sub>. .

Tendo-se como um dos objetivos específicos a proposta de um plano de arborização para a cidade, a ser delineado com base num sistema de mercado de carbono ou de iniciativas voluntárias de incremento e manutenção das árvores, é necessário portanto a determinação da linha de base, em termos de estimativa de estoque atual de carbono nas árvores existentes nos logradouros da cidade. A identificação dessa linha de base servirá portanto para estimar a adicionalidade ou a eficácia dos plantios serem realizados através de um plano de arborização a ser proposto como uma estratégia de "melhoria ambiental", devido ao incremento e retenção da biomassa e redução de CO<sub>2</sub>.

Para estruturação desse inventário, foram utilizados as informações sobre as árvores, por logradouro, produzidos na rotina do trabalho de manejo da arborização da cidade. Para

cada logradouro, tem-se o inventário individual das árvores, com informações referentes à espécie, variedade, posição da árvore no logradouro, as medições de altura e DAP das árvores, Esses dados foram registrados em planilha eletrônica, e a seguir transferidos para um Sistema Gerencial de Banco de Dados (SGBD) - MySQL. Aos dados registrados foi aplicada a fórmula de estimativa de estoque de carbono, por árvore, com base em Tanizaki (2000).

Os dados registrados foram referenciados espacialmente utilizando-se um sistema de informação geográfica onde foi possível a definição de camadas sobre as imagens georreferenciadas, associando no SIG o campo número de porta e eixo de rua (logradouro), de modo a visualizar na imagem o Carbono calculado. Esse sistema torna-se um componente fundamental para o monitoramento do estoque de carbono nas árvores existentes nos logradouros públicos.

As etapas concretizadas deram suporte à uma proposta de um Plano de Arborização para a cidade do Rio de Janeiro estruturado ao final da pesquisa.

## 1 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA GLOBAL DO CLIMA

O fenômeno das mudanças climáticas globais não é um fato contemporâneo. Ao longo da história da Terra tem-se registro de ocorrência do fenômeno, sempre relacionado a ciclos alternados de aquecimento e resfriamento do planeta. Porém, a partir do século XX, com o desenvolvimento das atividades econômicas e industriais, uma tendência acelerada de aquecimento global começou a ser indicada por estudos, relacionada, principalmente, a alterações na composição atmosférica dos gases de efeito estufa.

O efeito estufa é um fenômeno físico natural que ocorre com a incidência da radiação solar sobre a Terra com uma grande quantidade de energia, tanto na forma de radiação térmica como luminosa. Parte dessa radiação é refletida antes mesmo de entrar na atmosfera. Do restante que entra na atmosfera, parte é novamente refletida na superfície terrestre e nuvens, voltando para o espaço, e parte fica retida na forma de calor. A presença em concentração adequada de gases permite que a atmosfera capte raios solares e retenha uma parte do calor emitido, fazendo com que a temperatura média do planeta mantenha-se em níveis adequados para o desenvolvimento da vida. Os gases responsáveis pelo efeito estufa são denominados gases de efeito estufa (GEE). Estes geralmente são compostos de moléculas que se encontram naturalmente na atmosfera e os mais importantes são: dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ) e Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). O aumento da concentração de gases de efeito estufa leva a uma maior absorção de radiação térmica e com isso o aumento da temperatura global.

O processo de intensificação das emissões de gases de efeito estufa e a intensificação da degradação ambiental tiveram início com a revolução industrial. Até então a história da adaptação do homem às condições do meio e da transformação destas por suas atividades havia sido uma relação de conflito e harmonia que vinha se mantendo em equilíbrio. Com a revolução industrial, o rápido crescimento econômico e tecnológico das sociedades modernas e a expansão populacional, aliados a argumentação econômica da abundância e gratuidade dos recursos naturais, resultaram na intensificação das alterações ambientais e no processo de intensificação nas emissões de gases de efeito estufa, com consequência na alteração do clima no planeta.

A ciência do clima teve início no século XIX, com os estudos do matemático Jean-Batiste Joseph Fourier (1768-1830) sobre a relação entre ganho e perda de energia da Terra. Fourier, trabalhando na sua teoria de calor, descreveu em 1822, pela primeira vez, o fenômeno do efeito estufa, ao constatar que a parte da energia proveniente do sol, que deveria

ser dissipada pelo espaço, como radiação infravermelha, ficava na Terra levando-o a explicar que a atmosfera promovia um equilíbrio entre ganho e perda de energia, favorável a uma temperatura mais alta, o que impedia que a Terra esfriasse. A existência de um efeito estufa natural foi revelada 35 anos depois por Jonh Tyndall (1820-93) que explicou, em 1859, que a temperatura terrestre era resultado da absorção da radiação infravermelha por vários gases na atmosfera. A demonstração teórica de Tyndal foi comprovada matematicamente por Svante Arrhenius (1859-1927), 36 anos depois, ao apresentar seus cálculos sobre efeito estufa à academia de Ciências da Suécia em 1895 (KOLBERT, 2008)

No âmbito das análises do desenvolvimento econômico e da política global do clima, a importância do tema do aquecimento global e da mudança climática, foi diluída devido a lógica preponderante dos processos de crescimento e acumulação econômica. O aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, começou a ser registrado em 1958, por Charles David Keeling (KOLBERT, 2008). Apesar da Keeling ter construído uma série histórica consistente de concentração observada de Carbono na atmosfera desde 1959, mostrando que o crescimento de dióxido de Carbono na atmosfera é ininterrupto, a ciência do clima somente começa a ter uma maior audiência a partir da década de 70 do século XX, quando teve início a promoção de uma reflexão sobre o futuro do planeta e da humanidade, a partir da revolução cultural resultante do “Maio de 68” francês e de acontecimentos semelhantes em todo planeta, basicamente questionando os rumos da sociedade industrial.

A revolução cultural resultante das contestações estudantis das sociedades industriais pela juventude ocidental de “Maio de 68”, é considerada como um dos principais ingredientes da emergência do movimento ecologista no início dos anos de 1970 (SPANOU, 1991). Essa característica se manifestou tanto em termos das vinculações políticas dos principais ativistas desse período ao “Maio de 68” quanto pelas formas de organização e referenciais ideológicos postos em prática pela “crítica ecologista” ou “ecologia política” ao sistema sócio-econômico e aos grandes aparelhos de dominação do mundo moderno (SIMONNET, 1979). Um impulso especial para a questão ambiental global foi dado com a publicação, no início de 1972, do relatório “Limites do Crescimento”, elaborado por uma equipe do Massachusetts Institute of Technology (MIT), a pedido de um membro do Clube de Roma, Edouard Pestel, reitor da Universidade de Hannover e membro da direção da Fundação Volkswagen, para que esta instituição liberasse US\$ 200 mil que seriam usados no financiamento de um estudo mais amplo sobre as barreiras ambientais ao crescimento econômico. O Clube de Roma foi criado no início de 1968, a partir de conversas iniciais de um empresário italiano, Aurelio Peccei, do executivo escocês Alexander King, do engenheiro suíço Hugo Thieman e do especialistas em

tecnologia Eric Jautsch. O objetivo era promover uma reflexão de alto nível sobre o futuro do planeta e da humanidade.

Com os intensos debates sobre os limites do crescimento econômico promovido pelo Clube de Roma, em 1972, houve uma disseminação da percepção de que a atividade econômica cada vez mais gera toda sorte de poluição e depósito de resíduos no meio ambiente, correlacionando diretamente crescimento econômico a degradação ambiental. Entretanto, foi preciso reconstruir o passado climático a partir de testemunhos naturais da história muito antiga do planeta, encontrados em amostras profundas de gelo retiradas das regiões polares (THOMPSON, et al, 2006) e de estudos de paleoclimatologia para comprovar a ocorrência de colapso de uma civilização por causa de mudança climática abrupta e extrema, que foi o que ocorreu com o império acadiano, relatado nos estudos de Peter Harvey Weiss (WEISS, H., 1993; WEISS, H. & BRADLEY, R.S., 2001) e DeMenocal (DeMENOCA et al, 2000). De Menocal em seu estudo conclui que o sistema político global precisa estar preparado pois o sistema climático age de uma maneira muito mais inesperada do que imaginamos (KOLBERT, 2008).

### **1.1 - A união entre a ciência e a política**

A tentativa de unir ciência e política para a solução dos problemas emergenciais apontados por estudos científicos, já havia sido delineada com a publicação do relatório "Limites do Crescimento" (Meadows et al., 1972) divulgado pelo Clube de Roma. Esse relatório, atentava para a preocupação com as principais tendências do ecossistema mundial, extraídas de um modelo global articulando cinco parâmetros: industrialização acelerada, forte crescimento populacional, insuficiência crescente da produção de alimentos, esgotamento dos recursos naturais não renováveis e degradação irreversível do meio ambiente. Um fator suplementar de alimentação ao debate em torno da temática da escassez e esgotabilidade dos recursos naturais foi a crise energética de 1973 que introduziu a necessidade de mudanças quantitativas e principalmente qualitativas no processo de produção. Com a grande primeira crise do petróleo de 1973-1974, teve início no mundo o um processo de desenvolvimento de novas soluções que permitissem o uso mais eficiente das energias fósseis. Com essas razões para se trilhar um caminho rumo a segurança energética deu-se início a um processo de transição da economia rumo a uma eficiência de energia com conseqüente baixa emissão de Carbono nos processos produtivos. Aliado ao relatório de uma primeira reunião global sobre o impacto do homem sobre o clima, divulgadas em 1971, esse processo passa a ter uma nova trajetória rumo à consolidação dos resultados das pesquisas sobre mudança climática global.

O primeiro estudo do impacto do homem sobre o clima (Study of Man's Impact on Climate-SMIC) foi organizado, em 1971, pela Academia de Ciências da Suécia, referente uma provável ruptura climática provocada pela elevação de temperaturas ou aquecimento global,. A partir desse estudo, seguido ao relatório sobre os limites do crescimento econômico, houve o início o primeiro debate sobre as mudanças climáticas com a pretensão que esse debate fosse estendido a Conferência da ONU que seria realizado no ano seguinte, em Estocolomo.

A Conferencia de Estocolmo de 1972 (United Nations Conference on Man and the Environment) recepcionou o relatório e teve grande importância para o cenário mundial ao resultar na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e de convocar a elaboração urgente de uma agenda global com vistas a proposições para uma mudança paradigmática referente à conciliação entre desenvolvimento e meio ambiente. Essa convocação objetivava a elaboração de propostas de estratégias ambientais, sob uma base de cooperação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, onde se considerasse as interrelações de pessoas, recursos, meio ambiente e desenvolvimento. A agenda a ser elaborada deveria, dessa forma, ter como ponto de partida as considerações sobre meios e maneiras pelo qual a comunidade internacional pudesse lidar mais eficientemente com as preocupações de cunho ambiental; com auxílio na definição de noções comuns relativas a questões ambientais de longo prazo e esforços necessários para tratar com êxito os problemas da proteção e da melhoria do meio ambiente.

Foram necessários onze anos para que a fosse criada pela Assembléia Geral da ONU, em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD presidida por Gro Harlem Brundlandt, para elaborar o diagnóstico do estado do mundo e a formulação de um método interdisciplinar e integrado para abordar as preocupações mundiais e o nosso futuro comum. Após cinco anos a Comissão publicou, em 1988, o relatório chamado “*Our Common Future*” (Nosso Futuro Comum), conhecido como relatório Brundtland. Para a avaliação das informações científicas existentes sobre a mudança do clima, os seus impactos ambientais e sócio-econômicos e formulação de estratégias de resposta à essas mudanças, foi estruturado pelas Organizações das Nações Unidas o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*). Essa decisão saiu de uma conferência, em 1988, em Toronto, cujo título enfatizava “as implicações das mudanças atmosféricas para a segurança global”. Com a criação do IPCC tem início a estruturação de uma política global do clima.

Os estudos do IPCC extraíram fundamentos teórico-científicos suficientes para a elaboração de uma nova *ordem climática* no mundo contemporâneo. O primeiro relatório do IPCC, *Climate Change - The IPCC Scientific Assessment* (IPCC1990), representou um

processo de pesquisa sem precedentes em tamanho e escopo sobre um tema científico, com reconhecimento universal da necessidade de desenvolver políticas e instrumentos legais internacionais sobre a questão mudança do clima. Esse relatório assumiu pela primeira vez que a concentração de gases efeito estufa está aumentando na atmosfera global em consequência das emissões pela ação do homem. Afirma ainda que, à época, já existia na atmosfera 25% mais de CO<sub>2</sub> do que 160 anos atrás e sua concentração aumenta a uma taxa de 0,4% ao ano.

A convergência entre o que é necessário ser feito para estabilizar o processo de concentração dos GEE do ponto de vista científico e o que é possível do ponto de vista político somente poderia ser iniciada através da política. Tornou-se necessário, portanto, um ajuste político entre a demanda científica e a decisão política. Com esse objetivo, a Assembléia Geral das Nações Unidas, em seguida à divulgação do First Assessment Report, estabeleceu o Comitê Inter Governamental de Negociação para a redação de uma convenção-quadro, assim como, de qualquer instrumento jurídico relacionado que fosse necessário.

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC (*United Framework Convention on Climate Change – UFCCC*) foi um dos documentos produzidos na United Nations Conference on Environment and Development UNCED 92, realizada no Rio de Janeiro, também conhecida como RIO 92. A Convenção tem como propósito principal, estabilizar a concentração de gases geradores de efeito estufa na atmosfera, em um nível que não coloque em risco os ecossistemas e a humanidade, tendo como base dois princípios básicos, a precaução e a responsabilidade.

i) Precaução - refere-se ao fato de que a ausência de plena certeza científica não deve ser usada como razão para que os países posterguem a adoção das medidas para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos.

ii) Responsabilidade – Compreender que os países signatários deverão ter suas emissões inventariadas para controle a partir da constatação de que a maioria das parcelas de emissões globais históricas e atuais de GEE é originária dos países desenvolvidos, e que as emissões dos países em desenvolvimento, ainda relativamente baixas, deverão crescer para satisfazer suas necessidades sociais e de desenvolvimento.

Com base nesses princípios, surge a proposta de elaboração, pelos signatários da convenção, de uma estratégia global para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras com a definição de ações para adaptação e mitigação às possíveis mudanças climáticas minimizando seus impactos no meio ambiente e na sociedade. É determinado ainda pela Convenção que essas ações sejam orientadas pelos princípios da equidade; das

responsabilidades comuns, porém diferenciadas; e da promoção do desenvolvimento sustentável.

Os países signatários da CQNUMC, para efeitos do clima, foram separados em três grandes grupos.

- Países do Anexo I: Formado por países desenvolvidos que possuem condições financeiras e tecnológicas para atingir reduções de gases de efeito estufa, valendo também para os países industrializados em processo de transição para uma economia de mercado, como a Rússia e os países da Europa Central e Oriental;
- Países do Anexo II: Formado por países industrializados com a obrigação de ajudar com recursos financeiros e tecnológicos os países em desenvolvimento, e;
- Países Não-Anexo I: Formado por países considerados em desenvolvimento, como o Brasil e que não possuem metas de emissão junto à Convenção, mas devem relatar suas ações em relação às mudanças climáticas. Até 2009, são 153 países constantes do Não-Anexo I.

Neste acordo internacional, as partes signatárias, passam a ter a obrigatoriedade de elaborar e divulgar seus inventários nacionais de emissões de gases; promover programas de redução destas emissões; promover ações de educação, treinamento e conscientização sobre o problema das mudanças climáticas e também cooperar para o intercâmbio pleno, aberto e imediato de informações científicas, tecnológicas, técnicas e sócio-econômicas sobre o tema; realizar reuniões anuais das partes signatárias da convenção (*Conference of Parties – COPs*). Essas obrigações objetivam a regulamentação da discussão da estratégia de mitigação/adaptação e o estabelecimento de políticas globais com a implementação das ações necessárias para concretizar a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima.

Nas conferências anuais das partes signatárias (COPs), as discussões e decisões dos países que assinaram a Convenção do Clima são realizadas dentro do modelo de assembléia geral, dentro da regra da unanimidade. As decisões somente podem ser tomadas por consenso ou seja, todos os 192 países votantes, a despeito da relevância de seus interesses nas questões debatidas, têm poder de veto. Essa é uma característica contraditória da Convenção do Clima, as decisões complexas tendem a gerar conflito de interesses.

A Conferência das Partes (COP), órgão supremo da Convenção do Clima, composta por todos os países signatários, teve sua primeira sessão em 1995, em Berlim. Essa primeira COP foi marcada pela incerteza quanto ao que poderia ser feito por cada país, as potencialidades de cada um dos membros da Convenção, para combater as emissões de gases de efeito estufa. Ao final da conferência foi elaborado o "O Mandato de Berlim", que estabeleceu uma análise de dois anos e uma fase de avaliação. Essa fase resultou em um



catálogo de instrumentos, para que os países membros pudessem escolher e, assim, compor um conjunto de iniciativas em acordo com as suas necessidades.

A criação de obrigações legais com metas de redução na emissão de gases que aumentam o efeito estufa foi firmada por meio da Declaração de Genebra que foi produzida durante a COP2, realizada em Genebra em 1996. Também nesse encontro ficou decidido que aos países não-Anexo I (países em desenvolvimento) seria permitido solicitar à COP financiamento para o desenvolvimento de programas que visassem reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Recursos esses que viriam do Fundo Global para o Meio Ambiente.

Após uma série de discussões, no âmbito das nações unidas, concluiu-se que três poderiam ser as soluções para o problema do efeito estufa e aquecimento global. A primeira delas seria a adaptação, que significaria a adoção de políticas capazes de mitigar os severos efeitos da degradação das condições do ambiente em razão da impossibilidade de colocar em prática políticas públicas que evitariam a ocorrência do dano. A segunda solução, denominada engenharia climática, consistiria em soluções inovadoras que pudessem ser capazes de neutralizar os efeitos das emissões dos GEE sem, todavia, atingir suas causas. Por fim, a terceira e última solução basear-se-ia em uma política de redução de emissões de GEE a ser adotada nos âmbitos privados e públicos visando atingir as causas do problema (SISTER, 2006).

Apesar de haver esforços na busca de soluções baseadas nas três formas mencionadas, os países membros das Nações Unidas elegeram a terceira como a principal forma de combater a causa do aquecimento global e de futuros prejuízos às nações. O fruto das negociações mantidas pelos países membros das Nações Unidas para redução de emissões encontra-se consubstanciado em um documento denominado Protocolo de Quioto, que representa a opção pela utilização de mecanismos de mercado como a solução para o alcance do objetivo ambiental a custo mínimo.

## **1.2 - O Protocolo de Quioto**

Na terceira reunião da Conferência das Partes (COP 3), realizada em Quioto em dezembro de 1997, foi adotado o Protocolo de que leva o nome da cidade, com o principal objetivo de buscar reverter a tendência histórica de crescimento das emissões iniciadas nos países desenvolvidos. Diferente da Convenção, esse documento estabeleceu normas mais claras sobre a redução de emissões de gases de efeito estufa e metas a serem atingidas por países que emitiram mais gases no passado, arrolados no Anexo I da CQNUMC.

Para consecução de tais objetivos o Protocolo, a priori, dividiu os países em dois grupos com base nas responsabilidades históricas pelo aquecimento do planeta. De um lado os países mais industrializados, grandes emissores históricos de CO<sub>2</sub>, que foram listados no

Anexo 1 do documento. Do outro lado, países que não tinham responsabilidade sobre o atual estado do planeta em relação aos níveis de emissão. Os países listados no Anexo 2 do documento são aqueles que foram considerados no acordo que precisariam aumentar a sua oferta energética e, potencialmente, suas emissões para atender às suas necessidades básicas de desenvolvimento, sendo assim ficaram de fora da exigência de redução de emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com o art. 3º do Protocolo, os países do Anexo I ficam obrigados a promover suas reduções diferenciadas de suas emissões combinadas de gases do efeito estufa, para que elas se tornem, ao menos, 5% inferiores em relação aos níveis de emissão de 1990, no período de 2008 a 2012. Para os países da UE foi estabelecida a redução de 8%, para os Estados Unidos de 8% e para o Japão de 6%. Os países em desenvolvimento, pertencentes ao grupo do Anexo II, face ao critério de não apresentarem níveis altos de emissão no passado, foram isentados de reduzir suas emissões nesse protocolo até 2012 sendo assim, teriam o direito de não onerar e limitar seus processos de desenvolvimento.

O protocolo estabelece para todas as partes, levando em conta suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas, e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicas, nacionais e regionais, o compromisso da elaboração de programas designados a mitigar e adaptar os efeitos nocivos da mudança de clima, em que se incluem os setores de energia, indústria e transporte. É também estabelecido no documento a determinação de cooperação entre as partes no sentido de facilitar a transferência de tecnologias relevantes.

Para as emissões no período estabelecido, sejam elas reduzidas, resgatadas ou realizadas, foi adotado o registro de emissões em carbono ou equivalente. Cada tonelada métrica de carbono, que representará uma unidade de redução de emissão, é calculada de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP), que é o índice divulgado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Esse índice é utilizado para uniformizar as quantidades dos diversos gases do efeito estufa em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando reduções de diferentes gases sejam somadas.

No Anexo A do Protocolo, estão definidos os seis GEE que devem ser controlados<sup>2</sup>, os setores e categorias de fontes. No Anexo B, estão definidas as Partes que possuem compromissos de limitação ou redução de emissões, estas Partes do Anexo B são as mesmas Partes do Anexo I da Convenção do Clima menos Belarus e Turquia. Além de não colocar

---

<sup>2</sup> Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonados (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

metas para países em desenvolvimento, o tratado, com dois anexos, estabeleceu para 2012 uma nova rodada de negociações (PROTOCOLO DE KYOTO, ONU, 1997).

Somente após a sua ratificação pela Rússia, em novembro de 2004 (na COP 10), o Protocolo de Kyoto entrou em vigor, em 16 de fevereiro de 2005, passando a chamar-se Tratado de Kyoto, perfazendo a condição de ratificação de pelo menos, 55 países-partes da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima e, também, por países que representam, pelo menos, 55% das emissões globais de dióxido de carbono em 1990. Até 26 de julho de 2011, 192 países, incluindo o Brasil, e 01 bloco econômico (Comunidade Econômica Européia – CEE) haviam ratificado, aceitado, aprovado ou aderido ao Protocolo de Kyoto<sup>3</sup>.

### **1.3 – A trajetória para evolução de um novo acordo global pós Quioto**

Os países que ratificaram o protocolo de Quioto têm uma reunião simultânea às COP's denominada "Encontros das Partes do Protocolo de Quioto (Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol – MOP). A primeira reunião (MOP1) ocorreu em 2005, junto com a COP 11, em Montreal, a partir de então a sigla da conferência anual do clima mudou para COP/MOP. Em Montreal a Conferência denominou-se COP11/MOP1.

Apesar do tempo decorrido desde a elaboração do Protocolo, oito anos desde a COP3, a primeira reunião dos países signatários do documento não teve como objetivo o estabelecimento de novas metas de redução para países desenvolvidos; e nem tampouco, a inclusão de alguns países em desenvolvimento (Brasil, China e Índia) no Anexo B do Protocolo de Quioto, como era esperado face a alteração do cenário global no período decorrido. Nessa primeira reunião foi necessário somente a concordância dos países sobre o início do processo de discussão sobre o período do Protocolo pós-2012 e em que base se daria esse processo. A decisão foi pela divisão da discussão em dois processos, sendo um referente ao estabelecimento de novas metas de redução das emissões de GEE, no período pós-2012, para os países desenvolvidos dentro do Protocolo de Quioto (FCCC/KP/CMP/2005/L.8/Rev.1); e o outro processo de diálogo, no âmbito da Convenção, no sentido de desenvolver troca de experiências e análise estratégica de abordagens para ações de cooperação de longo prazo para combater as mudanças climáticas". (FCCC/CP/2005/L.4/Rev.1).

Outro processo de discussão importante que teve início dentro da Convenção foi sobre o desmatamento em países em desenvolvimento (FCCC/CP/2005/L.2). As Partes e observadores credenciados foram convidados a submeter no prazo de um ano, suas visões

---

<sup>3</sup> Fonte: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php)

sobre o assunto, com enfoque em aspectos científicos, técnicos e metodológicos; na troca de informações e experiências; com inclusão de abordagens políticas e incentivos positivos.

Além dos processos de discussão e negociação que se iniciam, como resultado concreto merece destaque a adoção das decisões negociadas nas reuniões anteriores da Convenção do Clima sobre a regulamentação do Protocolo de Quioto, em especial o Acordo de Marrakeche, obtido na COP7, que definiu as regras operacionais para LULUCF (*Land use, Land use change and Forestry*), mecanismos de flexibilização, definição do sistema nacional de inventários de emissões, informações adicionais derivadas do Protocolo de Quioto e do processo de revisão das comunicações nacionais. Na da COP11/MOP1 foi adotado o conjunto de regras necessárias para a implementação do Protocolo de Quioto. Entre elas merecem destaque: os princípios para o tratamento do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (FCCC/KP/CMP/2005/3/Add.1), e as modalidades e procedimentos para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (FCCC/KP/CMP/2005/3/Add.4). O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) também foi discutido durante a COP11/MOP 1 e algumas decisões importantes foram tomadas (FCCC/KP/CMP/2005/L.7). Merecem destaque: o reconhecimento da necessidade de continuação do MDL pós-2012; atividades de projetos que tenham sido iniciadas entre 1o. de janeiro de 2000 e 18 de novembro de 2004; e que ainda não tenham solicitado o registro, mas que tenham submetido uma nova metodologia (de linha de base e/ou monitoramento), ou que tenham requisitado a validação por uma entidade operacional designada até 31 de dezembro de 2005 podem solicitar créditos retroativos caso sejam registrados pelo Comitê Executivo até 31 de dezembro de 2006; atividades de “carbon dioxide capture and storage” (captura geológica de carbono) deverão ser analisadas em mais profundidade antes de serem consideradas como atividades de projetos dentro do MDL; políticas locais/regionais/nacionais não podem ser consideradas como atividades de projetos de MDL, mas atividades de projetos dentro de um programa podem ser registradas com um único projeto de MDL desde que uma metodologia aprovada de linha de base e de monitoramento tenha sido utilizada; um limite de projeto apropriado tenha sido definido; a dupla contagem seja evitada; os vazamentos tenham sido considerados; e que as reduções de emissões sejam reais, mensuráveis, verificáveis e adicionais; novas formas de demonstração da adicionalidade serão analisadas, incluindo melhorias na “ferramenta para a demonstração da adicionalidade”; a “ferramenta para a demonstração da adicionalidade” não é de uso obrigatório; será cobrada uma taxa para cobrir os custos administrativos do MDL de US\$ 0,10 por redução certificada de emissão (RCE) emitida para as primeiras 15.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente reduzidas em um dado ano, e de US\$ 0,20 por RCE emitida para quantidades superiores a 15.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente reduzidas em um dado ano.

A revisão de prós e contras do Protocolo de Quioto foi discutida na COP-12/MOP-2, realizada no final de 2006 em Nairobi, porém sem se chegar a uma definição de novas regras no Âmbito do Protocolo de Quioto. Ficou acordado que os 189 Estados-Nação realizariam internamente processos de revisão, com o adiamento do novo enquadramento institucional para substituir o Protocolo de Quioto para a próxima Conferência.

Os vários acontecimentos que precederam a COP13/MOP3 criaram uma expectativa da estruturação de um novo acordo para substituição do Protocolo de Quioto. Os efeitos dos eventos climáticos ocorridos a partir de 2005, no mundo todo, com expressivas perdas de vida e patrimônio, foram associados pela imprensa ao aquecimento global. Os furacões mais intensos e freqüentes e intensos nos Estados Unidos e nos países do Caribe; fortes incêndios em muitas áreas dos EUA e da Austrália; mortes de onda de calor na Europa; intensificação de tufões e tormentas severíssimas no Japão, na China, nas Filipinas e na Indonésia; inundações catastróficas ao lado de severíssimas secas na Índia e na África; secas intensas na Amazônia brasileira e na Austrália; e de um primeiro furacão registrado no Atlântico Sul, que atingiu a costa de Santa Catarina com severidade. Esses eventos aliados a acontecimentos no campo político e cultural, chamaram a atenção da opinião pública mundial sobre o desafio climático, dando início a uma nova fase de compromissos da sociedade com objetivo na evolução da agenda ambiental global nos propósitos compartilhados pelos países signatários da Convenção Quadro.

Essa nova fase teve início com o filme “*An Inconvenient Truth*” em 2006, no qual o ex vice-presidente dos EUA, Al Gore, trouxe à tona a discussão na sociedade global do real estado do mundo. Embora tivessem sido atribuídas às partes signatárias as obrigações para o alcance dos objetivos da Convenção, a reflexão coletiva da sociedade mundial, sobre o estado de emergência a nível global, somente aconteceu a partir da exposição do filme. Os fatos expostos na película e as críticas conseqüentes, formuladas com base em hipóteses sobre a real intenção do mentor do filme, trouxeram à tona as questões relacionadas ao fenômeno em curso das mudanças climáticas globais e à realidade no que se refere às ações governamentais para o alcance das metas estabelecidas pela Convenção do Clima e pelo Protocolo de Kyoto.

### 1.3.1 - As evidências científicas atualizadas na trajetória da evolução da política climática global

O mecanismo de consolidação científica da Convenção do Clima é o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), que orienta as discussões em torno de um acordo global para lidar com a mudança global do clima. As decisões das Conferências

das Partes são orientadas pelos relatórios do IPCC e a compreensão de como o clima está mudando no tempo e no espaço tem sido ampliada desde *Thirty Assessment Report* (IPCC, TAR,2001). Essa constatação vem conduzindo os cientistas a uma confiança muito maior de que a média global líquida do efeito das atividades humanas, desde 1750, tem sido na direção do aquecimento. Esse melhor entendimento tem sido conseguido através de acréscimo de informações relevantes ao banco de dados e análises, provenientes de uma maior cobertura geográfica, da melhor compreensão das incertezas com o maior número de opções na realização de medições, no acréscimo de observações mais compreensíveis no que se refere às geleiras e calotas de neve, desde a década de 1960, e com relação ao nível dos mares e das camadas degelo desde a última década.

Em 2007, as análises divulgadas no *IPCC Fourth Assessment Report* (IPCC AR4), comprovaram que o aquecimento do sistema climático não é um equívoco. Esse aquecimento tornou-se evidente nas observações de aumento global do ar e das temperaturas dos oceanos, derretimento de gelo e neve em larga escala, e aumento global do nível dos oceanos. Varias mudanças climáticas no longo prazo têm sido observadas em continentes, região ártica e oceanos. Isto inclui mudanças na temperatura e no gelo do Ártico, mudanças na quantidade de precipitação em todo lugar, mudança na salinidade dos oceanos, mudança dos padrões de vento e aspectos de clima extremo como as secas, a precipitação forte, as ondas de calor e a intensidade de ciclones tropicais (Quadro 1)

Em relação à adaptação às mudanças climáticas, apesar da existência de uma grande diversidade de opções, o relatório indica a necessidade ainda de uma adaptação maior que atual para que haja redução na vulnerabilidade ao processo de mudanças em curso na atualidade. A capacidade adaptativa dos países está intimamente relacionada ao desenvolvimento social e econômico, ainda que se esteja desigualmente distribuído tanto entre as sociedades como no interior destas.

Quadro 1: Exemplos de impactos resultantes de eventos climáticos extremos

<b>Fenômenos e direção da tendência – Probabilidade de Ocorrência</b>	<b>Exemplos representativos dos principais impactos projetados</b>
dias e noites mais quentes e uma frequência menor de dias e noites frios; e uma frequência maior de dias e noites muito quentes <b>Probabilidade de ocorrência:</b> Praticamente certo	Aumento da produção em ambientes mais frios; redução da produção em ambientes mais quentes;aumento da proliferação de insetos Efeitos nos recursos hídricos que dependem do derretimento da neve; efeitos em parte do abastecimento de água Redução da mortalidade humana em decorrência da diminuição da exposição ao frio Redução da demanda de energia para aquecimento; aumento da demanda por refrigeração; queda da qualidade do ar nas cidades;redução da interrupção do transporte por causa da neve e do gelo;efeitos no turismo de inverno
Surto de calor/ondas de calor. <b>Probabilidade de ocorrência:</b> Muito provável	Redução da produção nas regiões mais quentes por causa do desconforto térmico por calor; aumento do perigo de incêndios florestais. Aumento da demanda de água; problemas com a qualidade da água, como por exemplo, a proliferação das algas. Aumento do risco de mortalidade relacionada com o calor, especialmente para os idosos, portadores de doenças crônicas, bebês e indivíduos isolados socialmente Redução da qualidade de vida das pessoas nas áreas quentes sem acomodações adequadas; impactos nos idosos, bebês e pobres.
Eventos de Precipitação extrema. <b>Probabilidade de ocorrência:</b> Muito provável	Danos às culturas; erosão do solo, incapacidade de cultivar a terra por causa do encharcamento dos solos pela água Efeitos adversos na qualidade da água superficial e subterrânea;contaminação do abastecimento de água; a escassez de água pode ser atenuada Aumento do risco de mortes,ferimentos,doenças infecciosas,respирatórias e de pele Ruptura de assentamentos humanos,comércio,transporte e sociedades por causa de inundações;pressões nas infra-estruturas urbanas e rurais; perda de propriedade
Aumento da área afetada pelas secas <b>Probabilidade de ocorrência</b> Provável	Degradação da terra, queda de produção/danos e perdas de safras; aumento de mortes na pecuária; aumento do risco de incêndios florestais Escassez mais generalizada de água Aumento do risco de falta de alimento e água; aumento do risco de má nutrição;aumento do risco de doenças causadas pela água e pelos alimentos Falta de água para os assentamentos humanos, a indústria e as sociedades; redução do potencial de geração hidrelétrica; potencial de migração populacional
Aumento da atividade intensa dos ciclones tropicais <b>Probabilidade de ocorrência:</b> Provável	Danos às culturas; árvores carregadas pelo vento; danos aos recifes decorais A falta de energia causa interrupção no abastecimento público de água Aumento do risco de mortes,ferimentos e doenças causadas pela água e pelos alimentos; disfunções pós traumáticas por estresse Danos provocados por inundações eventos fortes; e tirada da cobertura de riscos em áreas vulneráveis pelas seguradoras privadas; potencial de migração da população, perda de propriedade
Aumento da incidência de nível extremamente alto do mar (exclui tsunamis) <b>Probabilidade de ocorrência:</b> Provável	Salinização da água para irrigação, estuários e sistemas de água doce Redução da disponibilidade de água doce por causa da intrusão de água salgada Aumento do risco de mortes e ferimentos por afogamento nas inundações; efeitos na saúde relacionados com a migração Custos da proteção costeira <i>versus</i> custos da realocação do uso da terra; potencial de movimentação das populações e da infraestrutura;

Fonte: Adaptado de IPCC (2007)

O IPCC AR4 divulgou também a existência de um alto grau de confiança, em que nem as ações de adaptação nem a de mitigação conseguirão evitar, por elas mesmas, todos os impactos das mudanças climáticas; entretanto, elas podem complementar-se entre si e, conjuntamente, reduzir de maneira notável os riscos das mudanças climáticas. Muitos impactos podem ser reduzidos, retardados ou evitados mediante medidas de mitigação. Os esforços e inversões na mitigação dentro dos próximos dois ou três decênios determinarão em grande medida as oportunidades de alcançar níveis de estabilização inferiores. Foi ainda divulgado no relatório que o retardo na redução de emissões reduzirá notavelmente essas

oportunidades, e incrementará o risco de agravamento das repercussões das mudanças climáticas.

A análise científica final do IPCC AR4 demonstra haver um nível de coincidência alta e abundante evidência de que todos os níveis de estabilização estudados podem ser alcançados, caso haja a implementação de uma série de tecnologias disponíveis o que previsivelmente serão comercializadas durante os próximos decênios, desde que haja incentivos apropriados e eficazes para seu desenvolvimento, aquisição e implementação e difusão, e para fazer frente aos obstáculos correspondentes.

O IPCC AR4 demonstrou que os custos macroeconômicos da mitigação são tão mais altos quanto mais estritos são os objetivos de estabilização, e relativamente mais volumosos quando procedem de cenários de referência caracterizados por níveis altos de emissão. Os estudos realizados, analisados no IPPCC AR4, indicam que há um alto nível de coincidência e abundante evidência de que existe um potencial econômico substancial de mitigação das emissões mundiais de GEE nos próximos decênios, que poderiam compensar o crescimento projetado das emissões mundiais ou reduzir estas abaixo dos níveis atuais, apesar de existirem consideráveis diferenças setoriais.

Em paralelo aos estudos do IPCC, e com base na comprovação científica do fenômeno global das mudanças climáticas, foi encomendado, e divulgado em outubro de 2006, pelo governo britânico um estudo independente sobre os efeitos na economia mundial das mudanças climáticas nos próximos 50 anos – Estudo Stern (Stern Review on the Economics of Climate Change). No conteúdo desse relatório há o exame, em primeiro lugar, das provas relativas aos impactos econômicos das alterações climáticas em si, e a análise dos aspectos econômicos da estabilização dos gases de efeito de estufa na atmosfera. Na segunda parte do relatório encontram-se as considerações sobre os complexos desafios políticos envolvidos na gestão da transição para uma economia de baixo carbono e no esforço para assegurar que as sociedades se consigam adaptar às consequências das alterações climáticas que já são inevitáveis. Esse relatório deu início a um novo processo de reflexão sobre o estado de emergência a nível mundial concluindo, principalmente que com um investimento de apenas 1% do PIB Mundial se pode evitar a perda de 20% do mesmo PIB num prazo de simulação de 50 anos.

A divulgação dos relatórios “Stern Review on the Economics of Climate Change” e do “IPCC Fourth Assessment Report Climate Change 2007”, revelou ao mundo a responsabilidade do homem sobre o atual estado global de emergência, no qual a humanidade, em geral, corre o risco de sofrer as consequências dramáticas dos impactos do aquecimento



global. Os relatórios “Stern” (2006)<sup>4</sup> e “IPCC” (2007)<sup>5</sup> examinaram as certezas e incertezas, as probabilidades e improbabilidades da situação mundial em função do fenômeno, em curso, do aquecimento global. Os estudos divulgados conclamaram a elaboração de estratégias, onde a prudência e audácia deveriam ser privilegiadas, em separado ou de forma conjunta, porém com firme disposição de efetuar compromissos para alcançar uma ética política com objetivo na redução e neutralização das emissões de GEE visando uma adaptação e mitigação das mudanças globais.

### 1.3.2 - Uma virada política e início de um longo caminho para a convergência entre o necessário cientificamente e o viável politicamente.

Com base nessa realidade, descrita pelos relatórios “Stern” e “IPCC 4” da situação mundial, que não existia praticamente mais incerteza sobre a origem humana fundamental do aquecimento global e que a Terra está aquecendo mais rapidamente do que as previsões anteriores, foi criada uma agenda de discussão em torno da conveniência ou inconveniência da verdade revelada, no âmbito das Nações Unidas. O Protocolo de Quioto foi o começo de uma negociação, de consenso internacional, do que pode ser feito para reduzir as emissões e como isto pode ser implementado. O prazo e as metas de redução das emissões de CO<sub>2</sub> capazes de nos manter na zona de segurança climática são dados pela ciência, mas as ações para realizar essas metas no tempo certo dependem da política.

A tomada de consciência sobre a necessidade de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e preparar a adaptação a um inevitável aquecimento global deu início a um processo, com maior seriedade, de desdobramento político em direção a uma transição para uma economia global de baixo Carbono. O primeiro sinal do início de uma virada política veio na reunião de abertura do ano político nos Estados Unidos, em 2007, ocasião na qual o presidente, George W. Bush, no tradicional discurso sobre o estado da União, falou pela primeira vez no “sério desafio da mudança climática” (ABRANCHES, 2007). Foi um marco que refletiu mudanças de opinião pública nos EUA e uma correlação de forças que mudariam o cenário político daquele país com a eleição, no ano seguinte, de Barack Obama.

Em seguida à publicação do AR4, o Conselho de Segurança da organização das Nações Unidas, pela primeira vez em sua história, se reuniu para discutir mudança climática, em abril de 2007. No mesmo ano, em setembro, a Assembléia Geral da ONU teve início com o encontro de chefes de Estado e governo onde foi discutido também o tema da mudança do

---

<sup>4</sup> Stern Review on the Economics of Climate Change - [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm)

<sup>5</sup> IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)- Fourth Assessment report Climate Change 2007- <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

clima. Ainda no mês de setembro, após a reunião da ONU, o presidente George W. Bush, reuniu em Washington as 17 maiores economias para tentar viabilizar um acordo prévio que pudesse ser fechado na COP13, a ser realizada em Bali, em dezembro do mesmo ano. A reunião convocada por Bush apesar de não ter originado um acordo prévio para Bali, foi positiva no sentido de evitar que os Estados Unidos mantivessem o veto que sempre impedira qualquer avanço nas Conferências do Clima. Na Conferência seguinte, a COP-13/MOP-3, realizada em Bali, em 2007, se chegou ao consenso da necessidade de um novo Acordo para substituir o Protocolo de Quioto.

Na Conferência de Bali foram adotadas 26 decisões, sendo as mais importantes: o *Bali Action Plan*, conhecido também como o “mapa do caminho” (*roadmap*) de Bali, a decisão sobre REDD, os encaminhamentos relacionados ao Fundo de Adaptação, a revisão do Artigo 9 do Protocolo de Quioto e as conclusões adotadas pela quarta sessão do *AWG-KP (Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Quioto Protocol)*.

Essas decisões seguiram modelo negociado na COP-11, na qual se definiu uma estratégia de compartimentar as negociações em dois caminhos ou processos: um para as metas dos países do Anexo I para o segundo período de compromissos no âmbito do Protocolo de Quioto; o segundo, para fazer avanços nas medidas de cooperação e de incentivo para o efetivo cumprimento da Convenção de Clima, ou seja, os arranjos para países em desenvolvimento e países desenvolvidos. O *Bali Action Plan* decidiu “lançar um processo para possibilitar uma implementação completa, efetiva e sustentada da Convenção por meio de uma ação cooperativa de longo prazo agora, até e além de 2012 de modo a alcançar um resultado acordado e adotar uma decisão na COP-15. O *Bali Action Plan*, ao abordar mitigação, considera que todos os países desenvolvidos, inclusive os países industrializados que não são partes do Protocolo de Quioto, no acordo pós-2012 deverão ter compromissos mensuráveis, verificáveis e reportáveis, incluindo corte nas emissões e objetivos de redução, assegurando a comparabilidade dos esforços desses países. A negociação desse documento foi objeto de várias polêmicas, principalmente quanto à inserção no texto principal ou não da recomendação do Grupo de Trabalho III do IPCC de que a faixa de redução de emissões de gases de efeito estufa deve ser de 25 a 40%, com relação aos níveis de 1990, até 2020, para evitar que o aumento da temperatura média global não ultrapasse 2° C, com relação aos níveis pré-industriais. O consenso na reunião foi mencionar numa nota de rodapé a contribuição do Grupo de Trabalho III do Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do IPCC para enfatizar a urgência do problema e a necessidade de cortes profundos nas emissões globais de gases de efeito estufa. A COP-13 criou o *Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action*

*under the Convention (AWG-LCA)*, órgão subsidiário da Convenção responsável pela condução do processo, que deve ser concluído em 2009.

Havia a polêmica de deixar ou não uma porta aberta para os EUA. Ao final, o consenso foi de que nesse processo da Convenção, em função da importância das emissões desse país, fosse criada abertura para que o novo governo dos Estados Unidos – que iria assumir em 2009 – se engajasse nas negociações que deveriam ser concluídas na COP-15.

Na COP-13/MOP-3 estabeleceu-se compromissos mensuráveis, transparentes e reais para a redução de emissões antrópicas, especificamente os desmatamentos das florestas tropicais (REED). O conceito de REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal), basicamente, parte da idéia de incluir na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa aquelas que são evitadas pela redução do desmatamento e a degradação florestal. Nasceu de uma parceria entre pesquisadores brasileiros e americanos, que originou uma proposta conhecida como “Redução Compensada de Emissões” (Santilli *et al*, 2000), que foi apresentada durante a COP-9, em Milão, Itália (2003). Segundo este conceito, os países em desenvolvimento detentores de florestas tropicais, que conseguissem promover reduções das suas emissões nacionais oriundas de desmatamento receberiam compensação financeira internacional correspondente às emissões evitadas. O conceito de redução compensada tornou-se a base da discussão de REDD nos anos seguintes.

Em Bali também foi aprovada a implementação de um Fundo de Adaptação, para que países mais vulneráveis à mudança do clima possam enfrentar os impactos causados pelo aquecimento global. Para os países em desenvolvimento, foram estabelecidas Diretrizes para financiamento e fornecimento de tecnologias limpas. O principal revés do encontro foi a discussão da proposta de metas entre 25% e 40% para 2020, tendo sido a decisão no sentido do adiamento para 2050 de metas compulsórias claras para redução de emissões.

A COP-14/MOP5, chamada Conferência de Poznan, teve sua realização em 2008, na Polônia. Novamente, os representantes dos governos mundiais reuniram-se em busca de um acordo climático global. Essa Conferência foi marcada pela esperança de um acordo na Convenção do Clima alimentada pela eleição de Barack Obama, que havia prometido em campanha política a liderança de um acordo para uma nova política global para a mudança do clima. Embora a perspectiva da “presidência Obama” tivesse trazido um novo alento àqueles que lutavam por um novo acordo, ela impediu que esse acordo fosse fechado em Poznam. Como não havia acontecido ainda a posse do novo presidente dos EUA, os negociadores presentes na COP14 ainda respondiam pelo presidente Bush. A única ação dos negociadores americanos foi no sentido de não vetar nas negociações. Sendo assim, as expectativas foram dirigidas para a Conferência seguinte, a COP 15, onde os negociadores estariam

representando o novo governo americano ou ainda poderia estar presente o próprio presidente dos EUA para liderar a construção de um novo acordo.

### 1.3.3 Tensão pré-COP 15 – As diferenças geopolíticas e político-econômicas na trajetória em busca de um novo acordo global -

Antes da COP 15, ocorreram reuniões prévias, convocadas pela Convenção do Clima, no sentido de serem resolvidos os impasses diplomáticos na trilha da construção de um novo acordo global. As três primeiras reuniões de negociações para a COP 15, aconteceram em Bonn, Alemanha (março, junho e agosto de 2009), a quarta reunião foi em Bangkok (setembro de 2009) e a última em Barcelona, um pouco antes da abertura da COP 15 (novembro de 2009). Com a evidência do pouco avanço nas negociações das três primeiras reuniões, houve a convite da ONU, através do seu secretário-geral, Ban Ki-moon, aos líderes mundiais para tentar impulsionar as negociações do novo tratado para o clima a ser discutido em Copenhague, a ser realizada em dezembro do mesmo ano. Com essa convocação, o Secretário Geral da ONU objetivava o envolvimento dos líderes mundiais para destravar as negociações em tratados complexos, como o do clima. Somente a partir da Cúpula de Nova York, os sinais de avanço da política começaram a ser observados.

Na Cúpula do Clima de New York, realizada em 22 de setembro, a divulgação das ações que já tinham adotadas pelo presidente Barack Obama, no início do seu governo dos EUA, o delineamento do novo plano da China para conter as emissões de gases estufa, e o anúncio, no discurso do novo primeiro-ministro Yukio Hatoyama, da meta do governo japonês de redução de 25% das emissões do país, até 2020, em relação a 1990, ajudaram a estabelecer os limites de cada parceiro, esclarecendo como diferentes contribuições podem somar para conformar um acordo que fique estritamente nos parâmetros requeridos pela ciência. Foi nessa cúpula que alguns países começaram a mudar de atitude com reforço do princípio básico da Convenção, referente às contribuições diferenciadas. A direção dada pela Cúpula do Clima de Nova York para a definição de um novo acordo, teve como base a redefinição de metas e compromissos, à medida que as circunstâncias locais e globais evoluam, considerando os resultados em intervalos pré-definidos de tempo.

Na reunião os dois maiores emissores globais, China e EUA, com o delineamento de plano para conter as emissões de gases estufa e divulgação das ações já adotadas, mostraram que já haviam realizado a passagem para uma operação política de grande complexidade, que envolveria cálculos de custos e benefício; conciliação e remoção de diferentes núcleos de interesse; manipulação, negociação e confronto político entre grupos dentro e fora do governo. Outro passo importante e inédito foi dado pelo primeiro-ministro japonês, Yukio

Hatoyama, ao mostrar sua clara intenção, de dar ao Japão um papel mais proeminente na política global ao anunciar uma meta mais ambiciosa do que a meta fixada pelo governo anterior, além de afirmar que cabe aos países desenvolvidos liderar o enfrentamento do desafio climático global (ABRANCHES, 2010).

A Cúpula permitiu algum avanço no entendimento comum do problema da mudança do clima pelos principais agentes diplomáticos globais, de seus interesses distintos e de suas propensões políticas. Essa reunião foi um passo importante na direção do rompimento de impasses diplomáticos. Ela foi a primeira de uma série de reuniões que aconteceram antes do encontro prévio que iria acontecer Bangkok, convocada pela ONU. Essas reuniões tinham como objetivo resolver os impasses diplomáticos. Ao ocupar o centro das agendas das potências, desenvolvidas e emergentes, seus líderes assim poderiam se engajar em uma negociação continuada e incansável para um novo acordo climático (ABRANCHES, 2010).

A negociação se estendeu no encontro do G20, realizado em Pittsburg logo após a reunião de Nova York, onde não houve consenso sobre a regulação financeira, apesar da gravidade da crise econômica provocada pelas falhas nos mercados de capitais, nem tão pouco houve entendimento sobre a política global de mudança do clima, apesar da seriedade das ameaças indicadas pela ciência (ABRANCHES, 2010). Na quarta reunião de negociações para a COP 15, realizada em Bangkok, ainda em setembro, permaneceu o impasse para o fechamento de um texto de negociação que pudesse representar uma proposta para o novo arranjo institucional a ser apresentado na COP 15. No encontro de Bangkok não foi possível formar consenso entre os quarenta países, signatários da Convenção do Clima.

Diante da evidência de fracasso nas negociações, os líderes mundiais tiveram a oportunidade de discussão do tema dentro do terceiro Fórum das Maiores Economias -MEF (Major Economies Forum), realizado em outubro, em Londres. O MEF foi criado com a mesma composição do G20, com o objetivo de facilitar o diálogo entre as potências econômicas maduras e emergentes. Nas duas primeiras do MEF, realizadas em Washington (2008) e L'Aquila (2009) não houve resultados notáveis na facilitação do diálogo entre os países. A reunião de Londres seria uma oportunidade para se chegar a um entendimento que pudesse orientar o fechamento, pelos diplomatas representantes dos países, de um texto de acordo formal, que os líderes das nações pudessem depurar e assinar na COP 15, em Copenhague.

Na reunião de Londres os países desenvolvidos mostraram predisposição para abrir mão da demanda de que as economias emergentes concordem com metas legalmente compulsórias de longo prazo para redução das emissões dos gases de efeito estufa. Vários representantes dos países desenvolvidos disseram que metas intermediárias para 2020 seriam

mais relevantes. Ao final da reunião indicou um caminho para o cenário já descrito pelo secretário geral da ONU, Yvo de Boer, que seria uma carta geral de princípios, talvez com algumas metas intermediárias compulsórias mais bem definidas, e um novo “mapa do caminho” para as cúpulas do clima de 2010 e 2011 acertarem os detalhes técnicos e colocar mais empenho na carta de princípios.

Na última reunião preparatória para a COP15, realizada em 2 de novembro, em Barcelona, havia a concordância quanto aos temas pendentes, no âmbito da Convenção do Clima, para evitar o fracasso em Copenhague. Esses temas se referiam as metas compulsórias para os países industrializados, obrigações claras cobráveis dos países emergentes e um compromisso financeiro firme dos países desenvolvidos para financiar esforços de mitigação e adaptação dos países em desenvolvimento. Entretanto, em relação ao Protocolo de Quioto havia um importante ponto de impasse. Por um lado, havia uma demonstração pela opção de continuidade do PK, vigorando paralelamente a um acordo global mais abrangente, que incluísse definitivamente os maiores países emergentes. defendida por Ivo de Bouer. Por outro lado havia a opinião corrente da União Européia e EUA da não manutenção do PK ao final do primeiro período e pela construção de um novo tratado, com base nas conquistas do PK, estabelecendo um conjunto de metas para comprometer as grandes economias emergentes e para gerenciar riscos como o do excesso de créditos de carbono gerados pela Rússia. A União Européia também rejeitava o argumento da justiça histórica que os países em desenvolvimento vinham usando como argumento para não aceitarem metas compulsórias de redução de emissões de carbono. No final, a proposta de um tratado legalmente vinculante, dividia espaço com a de um contrato político voluntário, ou um acordo politicamente vinculante.

Diante das evidências da continuidade do impasse na COP15, o primeiro-ministro da Dinamarca, Lars Lókke Rasmunssen deslocou-se para Singapura para se reunir com os líderes do Forum Econômico da Ásia-Pacífico (APEC<sup>6</sup>) na tentativa de negociar um acordo “politicamente vinculante” no lugar de um tratado ‘legalmente vinculante’. Nesse Forum, ele se reuniu com 19 chefes de Estado e de governo, entre eles os presidentes dos EUA, Barack Obama, da China, Hu Jintao, para apresentar uma solução em dois momentos. No primeiro momento, em Copenhague, a solução seria política e não legal. No segundo momento, depois de Copenhague, essa solução evoluiria para um documento legal. Com essa solução Rasmunssen propôs para Copenhague apenas um acordo político que servisse de ponto de

---

<sup>6</sup> A Apec (Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico) é um bloco econômico que reúne, desde 1989, vários países como Austrália, Brunei, Canadá, Indonésia, Japão, Malásia, Nova Zelândia, Filipinas, Cingapura, Coréia do Sul, Tailândia, Estados Unidos e China, tem como representante Hong Kong e Taiwan, o último ingressou em 1991, México e Papua-Nova Guiné entraram em 1993, em 1994 o Peru, além da Rússia e Vietnã em 1998.

partida para novas negociações, descartando qualquer possibilidade da COP 15 resultar em um acordo vinculativo com metas drásticas de redução dos gases do efeito estufa para as nações industrializadas. Com o objetivo de declarar a reunião de Copenhague um sucesso, Rasmussen lançou mão de um plano que se fosse executado na COP15, deixariam as decisões mais importantes para a COP16. Era uma proposta que agradava principalmente aos EUA e à China. Os EUA necessitava de um maior tempo para obter do Congresso uma lei sobre mudança do clima, e para China, um maior período para um acordo final, iria permitir a implementação de planos domésticos sem nenhuma ingerência externa.

A proposta de dilatação do prazo para o fechamento de um acordo ambicioso ou seja, um acordo que fosse legalmente vinculante, não foi bem recebida pelos governantes ausentes na reunião da APEC. Houve resistência, na Europa e Brasil, à idéia de recuar antes mesmo de avançar. O acordo proposto por Rasmussen oferecia aos EUA e China a oportunidade de uma aliança bilateral que atenderia somente aos interesses de ambos. Por um lado, para a estabilidade geopolítica do mundo, a união de propósitos entre EUA e China era preferível do que a criação de uma bipolaridade como a da guerra fria, entre Estados Unidos e União soviética no século XX. Por outro lado, essa aliança representava também um bloqueio aos avanços no enfrentamento do desafio diante das mudanças climáticas.

Diante da reação muito negativa dos governantes europeus e do Brasil, foi declarado pelo presidente dos EUA, dois dias depois da reunião em Cingapura, que ele e Hu Jintao queriam um acordo ambicioso e de conteúdo. Entretanto, foi admitido por Barack Obama que já que seria impossível para ele fechar um acordo legal na COP15, a ser realizada no mês seguinte em Copenhague, a sua posição seria apoiar a proposta de um acordo político.

A reunião de Cingapura criou uma forte demanda para que EUA e China revelassem que tipo de proposta seria apresentada por eles em Copenhague. Da mesma forma essa incógnita diante da posição real dos dois maiores emissores levou os governos a um processo de decisão interna sobre qual compromisso cada um estaria disposto a assumir no caso de se ter um acordo forte em Copenhague. Em resposta tanto à expectativa em torno da COP15 quanto à possibilidade de se posicionarem frente a uma proposta de um tratado legal, houve a declaração de compromissos a serem assumidos pelo Brasil, EUA, China e Índia.

O primeiro a tornar público as ações quantificadas de reduções de emissões foi o Brasil, em meados de novembro de 2009. Após embates entre os ministérios da Ciência e Tecnologia e do meio Ambiente e da Casa Civil, chegou-se a um consenso para estabelecer o cenário de redução de 36 a 39 por cento das emissões em 2020 sobre o ano base de 2005. Logo após, em 25 de novembro, o governo dos EUA anuncia que na COP 15 assumiria o compromisso de reduzir as emissões de carbono em 17 por cento sobre os níveis de 2005. No

final de novembro a China torna público a meta voluntária de redução entre 40 e 45 por cento da intensidade de carbono, por unidade de PIB, até 2020, calculados sobre os valores de 2005. Por último, a Índia, em 3 dezembro, em pronunciamento do primeiro ministro ao parlamento, declara que o país cortaria a intensidade das emissões entre 20 e 25 por cento até 2020.

#### 1.3.4 – A COP 15 – a conspiração da política contra a coerência

Na COP 15, em Copenhague, havia uma grande expectativa em torno do que seria decidido pelos governantes. As decisões dos governantes poderiam definir os rumos do século em todas as dimensões do ambiente onde estamos inseridos. A partir da decisão final, esperava-se uma nova trajetória para a sociedade, tanto nos modos de vida, quanto na economia, no uso de tecnologia quanto na própria distribuição geográfica das populações. A grande expectativa havia sido gerada nas reuniões prévias, onde foram gerados textos para orientação da conferência. Foram esses textos de orientação que explicitaram parte dos conflitos que levaram a COP15, ao contrário das expectativas, a um grande impasse.

Nas Convenções do Clima, os documentos de base para as negociações são denominados, no jargão das COP's, AWGLA – *Ad Hoc Working Group on Long-Term Actions* (Grupo de Trabalho ad Hoc sobre Ações de Longo Prazo). Os demais documentos, elaborados pelo grupo de trabalho, dentro da convenção, são denominados “*non papers*” (não documentos). Na COP 15, os “*non papers*” tiveram conotação diferenciada das COP's anteriores. Esses sumários de comunicação foram os protagonistas de uma história de conspirações e contraconspirações entre países, exposta pela mídia diariamente ao longo da convenção.

A publicação no jornal The Guardian, no início da Convenção, do documento<sup>7</sup> que havia sido apresentado na reunião de Cingapura pelo governo dinamarquês, deu início a processo de discórdia entre vários grupos de países, com grande prejuízo à confiança que existia entre as nações. A partir da publicação desse documento deu-se início a um movimento onde as decisões políticas prevaleciam sobre as questões legais referentes às metas e financiamento.

Em Copenhague as discussões políticas não obedeceram a organização dos países por grupos de acordo com o grau de desenvolvimento e poder econômico. As motivações das discussões dos países foram além dos interesses em comum que o distinguem dentro dos grupos G's<sup>8</sup>, representado pelo G8, G20 e G77<sup>9</sup>. Não havia acordo dentro dos grupos sobre

---

<sup>7</sup> John Vidal, “Copenhagen climate summit in disarray after “Danish text” leak” (The Guardian, terça-feira, 08 de dezembro de 2009).

<sup>8</sup> Os Grupos G's são fóruns que reúnem países que apresentam normalmente determinadas características comuns. Estes grupos buscam consenso em relação a determinadas ações ou procuram formar grupos de pressão com o objetivo de atingir os seus interesses específicos



as questões sobre compromisso mensuráveis, reportáveis, verificáveis (MRV's) e financiamento, por esse motivo houve uma reorganização com a definição de novos grupos de países, de acordo com seus interesses. O texto do governo dinamarquês aparentava um pré acordo entre China e EUA (ambos presentes na reunião da APEC) sem a participação nas discussões dos demais países integrantes do G8 e G77. Por outro lado, a China discordava de pontos no texto dinamarquês porém não mantinha unidade com os demais países do G77. Dentro do grupo do G77 houve também interesses diferenciados principalmente em relação à posição dos países integrantes da AOSIS<sup>10</sup>.

Paralelo à produção da proposta preliminar negociada pela via formal, no AWGL, foram produzidos textos por grupos de países, chamados “textos de orientação”, com objetivo de ajudar os países a firmar suas posições sobre os vários temas do futuro acordo. Na COP 15, além do texto da Dinamarca, foram noticiados o texto da China/BASIC, o texto da União Européia. Os pontos de discórdias se referiam a vinculação de metas de redução de emissões e os financiamento de longo prazo das ações de mitigação e adaptação para os países emergentes. O documento dinamarquês elevava o grau de responsabilidade dos países emergentes, permitia aos países desenvolvidos emitir mais do que os países em desenvolvimento e não apresentava compromisso firme com financiamento de longo prazo para as ações de mitigação e adaptação dos países emergentes. No texto da China/BASIC havia a proposta de se retirar toda a responsabilidade vinculante dos emergentes, com a manutenção, em um novo acordo, do status de países “não Anexo I”, conforme o previsto no Protocolo de Quioto. O texto da União Européia demonstrava preocupação pela questão do financiamento com explícita preferência por um mecanismo de curto prazo, com objetivo de permitir que alguns dos compromissos assumidos em Copenhague pudessem ter imediata implementação. Com essa verba poderiam ser financiados medidas de todos os blocos de interesses: potências florestais, via REDD; economias de rápido desenvolvimento, como a China e a Índia, via financiamento de tecnologias de mitigação; e países menos desenvolvido, via financiamento para formulação de planos de ações nacionais de mitigação (NAMAS) e adaptação.

---

<sup>9</sup>. O G8 é uma união dos 8 países mais ricos e industrializados do mundo, formado por Estados Unidos, Canadá, Japão, Itália, Alemanha, França, Reino Unido e Rússia (este último aceito por sua importância nas relações internacionais), que se reúnem para tomar decisões para enfrentar desafios globais e problemas comuns. As decisões do G8 são de amplitude mundial, pois os países que o compõe apresentam grande poder econômico e político.

O G20 (criado em 2003) é formado por países em desenvolvimento, composto por 23 países: 5 da África, 6 da Ásia e 12 da América Latina

O G77 na verdade é formado por 133 nações em desenvolvimento, incluindo as integrantes do G20, que se reúnem para discutir assuntos geralmente relacionados à pobreza em seus territórios, por exemplo: epidemias, corrupção, tráfico de armas e de drogas e imigração ilegal.

<sup>10</sup> Alliance of Small Island States (Aliança dos Pequenos Países Insulares)

Os documentos demonstraram as posições prévias dos países a firmar sobre os vários temas a serem tratados no futuro acordo. Entretanto, esses documentos acabaram por resultar no surgimento de novos e velhos conflitos, que revigoraram impasses, que se esperava superáveis em Copenhague, resultando no prenúncio de novas clivagens dentro dos grupos de países. Dentro do G77+China, havia divergências que separavam o grupo das potências em desenvolvimento (Brasil, China e Índia) dos considerados menores em termos de desenvolvimento e mesmo área geográfica, como os Estados Africanos e os “Estados-ilhas”. O maior ponto de desentendimento dentro do grupo era sobre o financiamento. Os menos desenvolvidos defendiam a tese que as potências em desenvolvimento não precisavam mais de ajuda internacional e, ao contrário, poderiam também ser financiadores.

Outro ponto de desentendimento era a revisão do Protocolo do Kyoto para definir seu segundo período de compromissos. Os Estados-ilhas (ilhas do Pacífico), as Ilhas Maldivas, Ilhas Marshall, países do Caribe e da África Ocidental defenderam a tese que o Protocolo de Kyoto passasse a ter metas de 350 ppm de concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e limite de 1,5 graus Celsius do aquecimento médio global até o final do século. Defendiam também um novo acordo legalmente vinculante que alcançasse os grandes emissores fora do alcance do protocolo de Kyoto. Essas propostas afetaram a totalidade do grupo do G20, já que a meta de 1,5 grau Celsius representaria dobrar as metas da União Européia e exigir que os EUA se comprometessem com metas acima do que o governo e o Congresso estavam dispostos a aprovar. Afetavam também a China, Brasil e Índia, que teriam que sair da situação de metas compulsórias que o Protocolo de Kyoto lhes assegurava. Eles teriam que aceitar metas de redução real de suas emissões e não mais compromisso de ações voluntárias para que as emissões fossem menores que o previsto sem as ações prometidas. Em relação às metas de redução de emissões, havia também a exigência dos EUA, externa ao G77, para que as metas dos países emergentes fossem reportáveis e verificáveis. Eram por essas razões que os três líderes do BASIC defendiam a continuidade do Protocolo de Kyoto como dogma inatacável.

Nas COP's as negociações de acordos são realizadas pelos segmentos técnicos, denominado Grupos de trabalho, que negociam sobre as ações de longo prazo (AWG-LCA) e sobre as ações dentro do âmbito do Protocolo de Kyoto (AWG-KP). Esses segmentos técnicos são formados por negociadores diplomáticos e funcionários de alto nível, que preparam os textos das negociações, deixando apenas as escolhas políticas centrais para o segmento técnico de alto nível, formado pelos ministros chefes das delegações nacionais. Esses por sua vez finalizam os termos dos documentos que servem de base para a reunião dos chefes de Estado, que deliberam sobre o documento final da Convenção. Na COP 15, não foi possível

aos negociadores prepararem um roteiro, na via diplomática, a ser seguido pelo segmento de alto nível, a cargo dos ministros do Ambiente e outros ministros, que deveriam chegar às decisões finais sobre aos dois temas que impediam um acordo geral: compromisso mensuráveis, reportáveis, verificáveis (MRV's) e financiamento.

Sem a possibilidade da resolução técnica couberam aos políticos, no caso os governantes, negociarem diretamente. Entretanto, não foi o conjunto de dirigentes presentes à COP 15 que negociaram o texto final, e sim uma pequena cúpula formada pelos EUA, França, Reino Unido e os países do BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China). Esse grupo deixou um texto puramente político para ser transposto para o canal oficial da Convenção, por um grupo de 30 países. A cúpula única dos chefes de Estado não seguiu o processo da Conferência das Partes (COP) de um tratado da ONU, a Convenção do Clima. No plenário da COP, ele não teve a acolhida na trilha oficial da ONU.

O processo de decisão dos chefes de Estado é um processo sem regra fixa, horizontal, com processo decisório aberto, puramente político. Por outro lado, a COP é um processo hierárquico, vertical, formal, com regras rígidas e um sistema de decisão predefinido, com regra de unanimidade. Qualquer país pode vetar um acordo, e um veto é suficiente para derrubá-lo.

O texto estruturado ao final da COP 15 diz respeito ao acordo, fechado entre Estados Unidos, Brasil, China, Índia e África do Sul, porém não faz referência a um tratado com valor legal e nem prevê um prazo para que o texto seja transformado em um tratado com valor legal, como reivindicavam alguns países em desenvolvimentos e ambientalistas. Sendo assim, a COP 15 terminou com um termo formal de entendimento entre governos porém sem a assinatura dos governantes. Ao plenário da COP coube somente tomar conhecimento do “Acordo de Copenhague”.

No texto do “Acordo” há o reconhecimento de limitar o aumento das temperaturas globais a 2°C acima dos níveis pré-industriais. A linguagem no texto revela que 2°C não é uma meta formal, mas que o grupo de países "reconhece a posição científica" de que a alta nas temperaturas deve ficar abaixo deste número. Quando “tomaram nota” sobre o Acordo o plenário da COP estabeleceu um procedimento inédito na Convenção do Clima pelo qual os países que desejassem registrariam formalmente seu apoio ao Acordo e submeteriam suas metas, devendo preencher seus anexos até 31 de janeiro de 2010, onde eles deveriam informar quais são suas propostas para cortar as emissões de carbono até 2020, mas o acordo não especifica punições para os países que fracassarem em cumprir suas promessas.

De acordo com o texto (DECISION/ CP-15)<sup>11</sup>, os países ricos se comprometeram a doar US\$ 30 bilhões nos próximos três anos (até 2012) para um fundo de luta contra o aquecimento global. O texto também prevê o objetivo de oferecer US\$ 100 bilhões por ano até 2020 para ajudar países pobres a lidar com os impactos da mudança climática. Esse dinheiro deve vir de fontes variadas: "públicas e privadas, bilaterais e multilaterais, incluindo fontes alternativas de finanças".

O "Acordo" também prevê um fundo verde para o clima. Ele vai financiar projetos em países em desenvolvimento relacionados a ações de mitigação (redução de emissões), adaptação, "construção de capacidade" e transferência de tecnologia. O texto do acordo também estabelece que os países deverão providenciar "informações nacionais" sobre de que forma estão combatendo o aquecimento global, por meio de "consultas internacionais e análises feitas sob padrões claramente definidos". O texto diz: "Os países desenvolvidos deverão promover de maneira adequada (...) recursos financeiros, tecnologia e capacitação para que se implemente a adaptação dos países em desenvolvimento". Os detalhes dos planos de mitigação estão em dois anexos do Acordo de Copenhague, um com os objetivos do mundo desenvolvido e outro com os compromissos voluntários de importantes países em desenvolvimento, como o Brasil. É previsto um sistema de Consulta Internacional e Análise – ICA, paralelo ao MRV, para medição, relatório e verificação das metas estabelecidas pelos países no Acordo de Copenhague.

Em relação ao desmatamento, o "Acordo" "reconhece a importância de reduzir as emissões produzidas pelo desmatamento e degradação das florestas" e concorda promover "incentivos positivos" para financiar tais ações com recursos do mundo desenvolvido.

Em relação ao Mercado de Carbono, há no "Acordo" a comunicação da decisão de seguir vários enfoques, incluindo as oportunidades de usar os mercados para melhorar a relação custo-rendimento e para promover ações de mitigação.

O "Acordo de Copenhague" não tem caráter vinculativo, os delegados não tinham autoridade para formalmente desfazer ou rejeitar um acordo que seus chefes de estado e governo haviam feito sendo assim, também não podiam votá-lo. Pelas regras da ONU, o Acordo de Copenhague não foi um documento formal entretanto, ele foi a base para reformulação dos futuros documentos da Convenção do Clima. No final do prazo para o registro formal do apoio ao Acordo, em 31 de janeiro de 2010, havia a confirmação de 55 países sobre as metas de redução nacionais.

---

<sup>11</sup> Disponível em [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_15/application/pdf/cop15\\_cph\\_auv.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/application/pdf/cop15_cph_auv.pdf)

### 1.3.5 A continuidade da trajetória rumo a um novo acordo global.

A COP15 não foi sobre a ciência da mudança climática, ela foi uma convenção sobre a política da mudança climática. Do ponto de vista da ciência da mudança climática, Copenhague foi um grande fracasso. Por outro lado, da perspectiva da política da mudança climática, a convenção apresentou progresso.

O maior progresso político da Convenção do Clima de Copenhague foi a aceitação por todos os governos maiores emissores do mundo do compromisso com ações de mitigação. As negociações estavam paralisadas por impasses sucessivos desde a COP4, em Buenos Aires. Ao estabelecer suas metas de redução/mitigação, com a aceitação e institucionalização da meta de 2°C como um objetivo global de mitigação, os maiores emissores (EUA, China, Brasil e Índia) demonstraram um avanço nas suas posições. Apesar das metas divulgadas não estarem de acordo com a ciência da mudança do clima, os governantes assumiram um compromisso, saindo portanto da posição de negação. Esses compromissos tornaram-se a base mínima do piso das futuras discussões sobre políticas de mitigação. Representa, portanto, o primeiro portfólio de ações nacionais (ações domésticas) de mitigação que se formou na história da política de mudança climática global.

Um outro progresso alcançado em Copenhague foi a divisão do G77, no decorrer das reuniões da COP 15, e os novos papéis assumidos pelo grupo dos países Africanos, pelos países do AOSIS (pequenos estados ilha) e pelos países do BASIC nas negociações. Esses rearranjos permitiram que uma nova geopolítica do clima surgisse entre os países em desenvolvimento. Esses novos agrupamentos, embora não isentos de problemas, permitem uma articulação mais coerentes de interesses, que se tornam mais claros, o que representou uma mudança de paradigma nas negociações. Com essa nova divisão houve a transição de uma fase de negociações com polaridade negativa, em que as decisões sofriam o bloqueio de um grupo crítico de veto, representado pelos maiores emissores fora do Protocolo de Quioto – EUA, China, Brasil e Índia – para uma fase de polaridade positiva, com a remoção desses vetos. O fim do veto permitiu que, pela primeira vez, todos os grandes emissores apresentassem metas quantificadas de redução de emissões. Metas voluntárias e insuficientes, mas as primeiras jamais admitidas por EUA, China, Brasil e Índia.

A partir desses pontos principais, a Convenção do Clima de Copenhague, com o seu “Acordo” final, delineou dois caminhos distintos para a possibilidade de avanços na política global de mudança climática. Um primeiro caminho seria a transcrição do “Acordo de Copenhague” para o documento oficial do Grupo de Trabalho sobre a Convenção do Clima (AWG-LCA), com a apresentação formal no plenário dos 192 países signatários da Convenção para ser aprovado por unanimidade. O outro caminho seria a continuidade das

negociações, entre os países que aderiram ao “Acordo”, para o estabelecimento de um estatuto adequado e aceitável para o documento. Além disso seria necessário também que as negociações pudessem alcançar o regime de governança que permitisse implementar o “Acordo” e torná-lo um instrumento relevante de política climática coletiva global.

A COP 16, realizada em 2010, em Cancun, foi formatada para tratar desses assuntos específicos, e tentar resolvê-los, criando uma ponte para um acordo futuro. A maior expectativa era sobre a formalização do Acordo de Copenhague, no processo da UNFCCC, como um acordo voluntário no quadro da Convenção do Clima. Com a publicação do relatório *The Emissions Gap Report*<sup>12</sup> (UNEP, 2010) sobre a diferença entre a meta de 2°C e os compromissos de redução de emissões registrados no Acordo de Copenhague, foi evidenciado que a alternativa para a COP16 seria combinar as regras do Protocolo de Quioto e a abrangência do Acordo de Copenhague.

O Acordo de Copenhague, no início da COP16, já cobria muito mais emissões de gases estufa do que o Protocolo de Quioto. Dos 140 países que já tinham se associado ao Acordo, em torno de 80, que assumiram compromissos, representavam 80% das emissões totais. Os vários cenários apresentados no relatório da UNEP incluem uma estimativa de emissões para 2020 com base nos compromissos firmados pelos países em Copenhague e com base nas suas metas mínimas. O relatório mostra, ainda, que o modo de implementação dos compromissos é quase tão importante quanto os compromissos por si só. Em outras palavras, o uso de ferramentas de baixa-emissão de carbono para a implementação de novas políticas contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Sendo assim, a COP16 representava uma oportunidade para se alcançar um tratado internacional visando a impedir um aumento drástico da temperatura do planeta, entretanto, ao final da Convenção em Cancun essa decisão foi novamente adiada.

Na COP 16 houve a continuidade das negociações, porém sem alcançar ainda um tratado global sobre mudança climática. Houve a oficialização do Acordo de Copenhague no que ele tinha de essencial e positivo. Foram incorporadas ao documento do grupo de trabalho que negocia um novo tratado dentro da Convenção do Clima, o AWG-LCA, as metas voluntárias de redução de emissões de grandes emissores fora do Protocolo de Quioto, o Fundo Verde e o mecanismo de transparência para ações financiadas com recursos próprios. Essas decisões do Acordo de Copenhague foram aprovadas formalmente pelo plenário da COP16.

---

<sup>12</sup> *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord pledges sufficient to limit global warming to 2 or 1.5°C?*, é resultado do trabalho conjunto de mais de 30 pesquisadores de 25 centros de pesquisa que incluem Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, China, Dinamarca, Alemanha, Índia, Japão, México, Países Baixos, Nova Zelândia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos. [http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport/pdfs/The\\_EMITSIONS\\_GAP\\_REPORT.pdf](http://www.unep.org/publications/ebooks/emissionsgapreport/pdfs/The_EMITSIONS_GAP_REPORT.pdf)

O Acordo de Cancun superou alguns impasses técnicos e políticos nos temas sobre REDD+, adaptação, financiamento e transparência (monitoramento, relatório e verificação), cuja discussão havia progredido Copenhague, mas não chegou a uma decisão final satisfatória.

Em relação ao REDD+, o Acordo de Cancun deixou claro a necessidade de reduzir, acabar e reverter a perda da cobertura florestal e do carbono, de acordo com as circunstâncias nacionais e dependendo do apoio financeiro “adequado e previsível” recebido pelos países em desenvolvimento. O texto aprovado em Cancún não se refere ainda a um mecanismo operacional, entretanto, foram acertadas as principais linhas desse tipo de financiamento. Grande parte do enquadramento do mecanismo de REDD +, que se refere a redução das emissões por desmatamento e degradação em países em desenvolvimento e o papel da conservação, manejo sustentável e melhoria dos estoques de carbono nas florestas, está descrito principalmente nas páginas 10 e 11 e nos Anexos I e II da minuta do AWG-LCA. Entretanto, o texto não define se o financiamento do REDD + será realizado através de mecanismos de mercado, deixando a decisão para a COP 17 na África do Sul, a ser realizada em dezembro de 2011. O texto trata também da questão sobre a contabilização das ações de REDD+, se elas deveriam ser contabilizadas a nível nacional ou sub-nacional. A linguagem utilizada pede a criação de sistemas nacionais de monitoramento e relato, tratando dos temores de vazamento das emissões de projetos isolados para áreas próximas, mas permite sistemas sub-nacionais como uma medida ínterim. O texto enfatiza ainda o uso das salvaguardas sociais e ambientais, incluindo a “participação integral e efetiva dos stakeholders relevantes, povos indígenas e comunidades locais” e ações que sejam “consistentes com a conservação das florestas naturais e da diversidade biológica”. Dessa forma ficou claro que os países em desenvolvimento devem desenvolver estratégias nacionais ou planos de ação, que devem conter sistemas de monitoramento, salvaguardas e lidar com os condutores do desmatamento e degradação florestal, questões fundiárias, governança, dentre outros. Por outro lado, o texto afirma também que os países desenvolvidos têm a função de ajudar no financiamento, capacitação e desenvolvimento de tecnologias e atividades demonstrativas nos países em desenvolvimento. No geral, o texto define o enquadramento do mecanismo de REDD e os detalhes ficaram ainda para serem resolvidas com o aprofundamento das questões no âmbito das Nações Unidas e também nas estratégias nacionais até a próxima COP.

No que diz respeito ao tema adaptação, pendências de financiamento e institucionalização, as questões foram resolvidas no plano geral. Sobre a questão de governança no Fundo de Adaptação, decidiu-se que o Banco Mundial ficará como

responsável interino, por três anos. Período no qual deverá ser acertado qual será a instituição responsável em definitivo. Foi aprovado o termo de referência para avaliação do Fundo a cada três anos, definindo-se um quadro de referências e um Conselho executivo para Adaptação. Foi também criado um Comitê Executivo de Tecnologia para tratar do tema tecnologia e transferência de tecnologia. Esse Comitê cuidará de implementar o quadro de referências para transferência de tecnologia e uma Rede e Centro de Tecnologia do Clima, que será responsável por avaliar as necessidades tecnológicas dos países, ajudar na capacitação e articular a cooperação tecnológica. Contudo, ainda há necessidade de se negociar e aprovar uma série de detalhes que criem uma política com elementos institucionais para sua implementação.

Quanto ao tema transparência (monitoramento, relatório e verificação) já havia sido definido em Copenhague a adoção de um sistema de Consulta Internacional e Análise – ICA, paralelo ao MRV, para medição, relatório e verificação das metas registradas pelos países associados ao Acordo de Copenhague. Em Cancun, foi negociado uma definição mais precisa desse sistema de modo a operacioná-lo como mecanismo de transferência.

Um outro impasse superado na COP16 foi em relação à possibilidade de colapso do Protocolo de Kyoto por abandono de países de seu Anexo I. A discussão sobre a continuidade do acordo foi uma das mais acirradas na Convenção, na qual o Japão, Canadá e Rússia se colocavam contrário à continuidade do Protocolo. Para o Japão não há sentido num novo período de compromisso sob esse acordo já que ele não se aplica a China e EUA, os dois maiores emissores de gases-estufa. Por outro lado, a saída desses países representaria a não aplicação, a partir de 2012, de um segundo período de compromissos do PK. O colapso do Protocolo produziria um vazio legal e uma crise que poderiam afetar de forma muito negativa o quadro multilateral de negociação da política global do clima. A decisão da continuidade do PK evitou a rejeição formal de um segundo período de compromisso e propôs se tenha uma solução em tempo suficiente para que não haja defasagem nas metas de redução de emissões a partir de 2012, quando vence o primeiro período de compromisso. O texto do Acordo de Cancun diz que a questão deve ser definida "o mais rápido possível", a tempo de não permitir que os países desenvolvidos fiquem sem metas de redução de emissão de gases-estufa.

Em Cancun, com a decisão da presidente da Convenção, Patricia Espinosa, de que a regra do consenso não significa dar a uns poucos o direito de veto da mais ampla maioria, houve uma mudança de regra da Convenção do Clima e da ONU. Na reunião final do plenário não prevaleceu a regra da maioria simples, de 50% mais um, nem a regra de uma maioria qualificada definida por uma percentual maior que 51% dos votos. Também não foi mais decidido pela regra da unanimidade. Houve a decisão por uma regra de bom senso, dos



grandes números: se mais de uma centena de países estava a favor e entre eles estão os mais decisivos para o processo de mitigação e de apoio financeiro e técnico às ações de mitigação, somados aos mais vulneráveis na sua grande maioria, entendeu-se que havia consenso, mesmo quando uns poucos manifestasse objeção aos resultados. A decisão da presidente na reunião final do plenário da COP16 combinou grau absoluto de concordância e representatividade dessa concordância, o que representou a mais importante decisão política de toda uma geração de COPs.

#### **1.4 - A atualidade sobre mudança climática e o futuro da política global do clima**

A mudança climática tem sido o campo de visão para as análises de desenvolvimento econômico, das relações internacionais e da política nacional. Como um tema desafiante para os rumos do século XXI, a mudança climática encontra-se na atualidade em uma posição central de onde surgirá, nas próximas décadas uma nova ordem social e uma nova economia de baixo carbono (GIDDENS, 2008, 2009).

Na trajetória da evolução da política global do Clima é possível destacar dois importantes marcos históricos a partir dos quais teve início um processo de discussões, dentro do âmbito da Convenção do Clima, para a tomada de decisões que definirão os rumos de todo o século, na economia, na sociedade, no uso de tecnologia, nos modos de vida e na distribuição geográfica das populações. O primeiro marco foi a publicação de AR4, em 2007, pelo IPCC, onde foi divulgado que não existia praticamente mais incerteza sobre a origem humana fundamental do aquecimento global e que o planeta está aquecendo mais rapidamente do que se previa. O segundo marco histórico pode ser registrado na COP15, em 2009, em Copenhague, como uma consequência do primeiro marco, quando todos os grandes emissores apresentaram metas quantificadas de redução de emissões, as primeiras jamais admitidas por EUA, China, Brasil e Índia. Esses acontecimentos podem ser registrados como o início de um processo de convergência entre o que é necessário do ponto de vista científico e o que é possível do ponto de vista político.

Quadro 2: Resultado atualizado da análise das conclusões do AR4-IPCC (2007)

<b>CONCLUSÕES DO AR4 - IPCC (2007)</b>	
<b>NÃO ESTÃO SOB CONTESTAÇÃO</b>	<b>TEM CONCORDÂNCIA DA MAIORIA DOS CIENTISTAS MAS SOFRE CONTESTAÇÃO DE CIENTISTAS QUALIFICADOS DA ACADEMIA E CENTROS DE PESQUISA</b>
Aumento da concentração de gases de efeito estufa em consequência ao uso de combustíveis fósseis e da queima de biomassa	A temperatura média global é maior hoje do que em qualquer outro momento dos últimos quinhentos a mil anos
Aumento da concentração aerossóis antropogênicos em consequência das atividades industriais	A maior parte da variabilidade global de temperatura média se deve principalmente a quatro fatores; variabilidade da quantidade de luz solar; erupções vulcânicas significativas, aerossóis sulfurosos e gases estufa
Aquecimento do sistema climático	O forte crescimento das temperaturas médias dos últimos anos se deve primordialmente ao aumento da concentração de gases estufa e à estabilização do ligeiro de clínio dos aerossóis sulfurosos
Aumento da incidência de nível extremamente alto do mar (exclui tsunamis)	Na ausência de medidas fortes de redução de emissões de gases de efeito estufa, as temperaturas continuaram a crescer e até o final do século o planeta terá um aquecimento entre 2 e 5 graus Celsius
Diminuição da extensão geométrica média do mar Ártico entre 15 e 20 por cento desde que começaram as medições por satélite em 1978	Aumento do nível do mar entre 15 e 40 centímetros como resultado da expansão térmica da água do mar e do degelo das calotas polares, com possibilidade de agravamento da situação se algumas das plataformas continentais se tornar instável (por exemplo a desestabilização do gelo da Groelândia)
	Chuvas cada vez mais concentradas em períodos de precipitação mais pesada, porém menos frequentes
	Aumento da incidência, duração e intensidade de chuvas e secas
	Aumento da intensidade de furacões embora com diminuição da frequência

Fonte: EMANUEL, 2009

Do ponto de vista científico, atualmente algumas das conclusões do AR4 IPCC, sofrem contestação<sup>13</sup> de cientistas qualificados da academia e dos centros de pesquisa (EMANUEL, 2009), por outro lado, outras conclusões não sofreram contestação (Quadro 2) Pouco antes da COP15, realizada em Copenhague em 2009, foi divulgado um relatório realizado por 26 climatologistas, denominado “O diagnóstico de Copenhague” (ALLISON et al, 2009), elaborado com base no Quarto Relatório do IPCC-AR4 e em evidências científicas posteriores a ele. Nesse relatório os climatologistas divulgam que o risco climático está aumentando a uma velocidade superior à prevista pelo IPCC e alertam que a situação ainda era mais grave do que o último relatório do IPCC afirmara (Quadro 3).

<sup>13</sup> Pouco antes da COP15, no final de 2009, ocorreu o escândalo dos e-mails furtados dos computadores da Unidade de Pesquisa Climática (Climate Research Unit-CRU) da Universidade East Anglia que levantou dúvidas sobre a ciência climática (principalmente no Reino Unido e nos EUA) e sobre o IPCC. Ao final de março de 2010, encerrou-se uma investigação na Câmara dos Lordes sobre os procedimentos da CRU, onde a instituição e o seu diretor Phil Jones foram inteiramente inocentados. Em todas as investigações posteriores, no Reino Unido e nos EUA, a CRU, os seus cientistas e os demais cientistas envolvidos, e o IPCC foram isentos de qualquer má conduta científica. A partir desse episódio

Quadro 3: Conclusões do Diagnóstico de Copenhague

<b>CONCLUSÕES DO DIAGNÓSTICO DE COPENHAGUE (ALLISON et al., 2009)</b>
<b>As mais significativas descobertas recentes alterações do clima:</b>
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA: as emissões globais de dióxido de carbono provenientes de combustíveis fósseis em 2008 foram 40% superiores aos em 1990. Mesmo se as taxas de emissões globais forem estabilizadas nos níveis atuais, apenas mais 20 anos de emissões daria uma probabilidade de 25% que o aquecimento ultraísse a 2 ° C, mesmo com zero de emissões após 2030. Cada ano de ação retardada aumenta a chances de ultrapassar o aquecimento de 2 ° C
AS RECENTES TEMPERATURAS GLOBAIS DEMONSTRAM O AQUECIMENTO INDUZIDO PELO HOMEM; Nos últimos 25 anos, as temperaturas aumentaram a uma taxa de 0,19 ° C por década, em acordo com as previsões com base no aumento do gás estufa. Mesmo nos últimos dez anos, apesar de uma diminuição do efeito do sol sob o clima da Terra (solar forcing), a tendência continua a ser de aquecimento. As flutuações de curto prazo estão ocorrendo como de costume, mas não houve mudanças significativas na tendência de aquecimento subjacente
A ACELERAÇÃO NO DEGELAMENTO DAS CALOTAS GLACIAIS, AS GELEIRAS E CALOTAS POLARES,: Uma grande variedade de medições por satélite e gelo agora demonstrar além de qualquer dúvida que tanto o gelo da Antártida e da Groenlândia, estão perdendo as folhas de massa em uma taxa crescente. Derretimento das geleiras e calotas de gelo em outras partes do mundo também tem acelerado desde 1990.
A RÁPIDA REDUÇÃO DO GELO DO MAR DO ÁRTICO: O degelo do verão, do mar de gelo do Ártico acelerou-se muito além das expectativas do clima modelos. A área de gelo marinho de verão no período 2007-2009 foi de cerca de 40% a menos que a previsão média do IPCC modelos climáticos AR4.
ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR SUBESTIMADO : Satélites mostram que recente elevação global do nível médio do mar (3,4 mm / ano nos últimos 15 anos) está aproximadamente 80% acima previsões anteriores do IPCC. Esta aceleração na elevação do nível do mar é consistente com a duplicação da contribuição do derretimento de geleiras, calotas polares e da Groenlândia e dos mantos de gelo da Antártica Ocidental
REVISÃO DAS PREVISÕES PARA O NÍVEL DO MAR : Em 2100, global do nível do mar deve subir ao menos duas vezes mais do que o projetada pelo Grupo de Trabalho 1 do IPCC AR4, sem a mitigação das emissões , poderá exceder um metro. O limite superior de aumento do nível do mar foi estimada em aproximadamente 2 metros até 2100. Mesmo depois da estabilização das temperaturas globais o nível do mar continuará a subir por séculos , sendo previstos vários metros de elevação do nível do mar para os próximos séculos
DEMORA NAS AÇÕES PREVENTIVA AOS RISCOS DE DANOS IRREVERSÍVEIS: Vários elementos vulneráveis no sistema do clima (por exemplo, manto de gelo continental, Floresta Amazônica, monção oeste-Africano e outros) podem ser conduzidas para uma mudança abrupta ou irreversíveis, caso o aquecimento continuar de uma maneira business-as-usual ao longo deste século. O risco de transgressão de limites críticos ("ponto de inflexão") aumenta fortemente com as mudanças climáticas em curso. Assim, a espera de maiores níveis de certeza científica, pode significar que alguns pontos de ruptura poderão ocorrer antes de serem reconhecidos.
O PONTO DE RUPTURA DEVERÁ VIR EM BREVE: Se o aquecimento global for limitado a um máximo de 2 ° C acima dos valores pré-industrial, global as emissões globais precisam atingir o pico entre 2015 e 2020 e depois declinar rapidamente. Para estabilizar o clima, o ideal de uma sociedade descarbonizada global - com quase zero emissões de CO2 e outros gases com efeito de estufa de longa duração - deve ser atingido dentro deste século. Mais especificamente, a média anual de emissões per capita terá de encolher para bem menos de 1 tonelada de CO2 até 2050. Isto representa uma redução de 80-95% das emissões per capita dos países desenvolvidos registradas em 2000.

Fonte: ALISSON et al (2009)

Do ponto de vista político, foi possível evoluir nas negociações em busca do consenso geral no âmbito da Convenção do Clima. Entretanto, a adoção de uma política por completo, passível de obediência e implementação, requer um processo de amadurecimento e aproximações sucessivas. Esse processo continua em velocidade mais lenta que os sinais de mudança climática. Por outro lado as evidências científicas podem acabar por acelerar a política, com as decisões dessa etapa sendo resolvidas localmente, através das ações

domésticas. O processo de negociação multilateral tem auxiliado nas decisões das partes da Convenção, como um elemento propiciador de mudanças domésticas, principalmente daquelas com a responsabilidade cada vez maior na redução de gases de efeito estufa. O Brasil assumiu essa responsabilidade, com a Lei 12.187/2009, que trata da Política Nacional sobre Mudança do Clima e a Lei 12.114/09, sobre o Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas. .

#### 1.4.1 – A necessidade de superação do Protocolo de Quioto para um novo acordo global

A política global do clima está entrando no terceiro estágio dessa nova fase que teve início em Copenhague e que na atualidade mostra-se em adiantado processo para se chegar na próxima Convenção do Clima, em Durban, África do Sul, a um acordo abrangente, inclusivo e cientificamente substantivo sobre mudança climática. O atual instrumento da Convenção, o Protocolo de Quioto teve na COP 15 já demonstrou estará beira da exaustão. Comparando o Anexo I do Protocolo de Quioto, onde estão os países desenvolvidos com metas compulsórias, e o Acordo de Copenhague, no qual os países registraram ações voluntárias, constata-se que o primeiro representa perto de 30% das emissões globais. O segundo, inclui 80% das emissões. O novo acordo legalmente vinculante terá que ter a abrangência do Acordo de Copenhague e superar o Protocolo de Quioto. Para que isto ocorra é preciso que os países em desenvolvimento aceitem que o Protocolo de Quioto apresenta contradições insanáveis.

O Protocolo de Quioto, nunca foi ratificado pelos EUA e as maiores economias emergentes, China, Brasil e Índian não tem obrigações legais nele. Somente os países relacionados no Anexo I têm metas obrigatórias de redução de emissões, sendo que essas metas para o período de 2008-2012 são insignificantes já que objetivam reduzir aproximadamente 5 por cento das emissões globais, com base em 1990. Outra contradição é o fato que embora legalmente vinculante, o Protocolo não possuiu mecanismo para forçar o cumprimento das suas obrigações, não conseguiu mudar o comportamento de suas partes signatárias. Não há clareza quanto as conseqüências legais da desobediência dos países do Anexo I.

A única virtude do PK foi servir de catalisador para o desenvolvimento e a experimentação de mercados regionais e globais de carbono (HULMES, 2009). Por outro lado, esses mercados não se mostraram eficientes para estancar o crescimento das emissões. O Protocolo foi basicamente uma invenção política, sem base científica ou econômica firme. De acordo com Oliver Tickel (2008), o PK “surgiu de um turbilhão de negociações e toma lá da cá denominados por interesses do *status quo* nacionais, políticos e comerciais”. Ao tempo das

negociações, o consenso científico sobre aquecimento global e mudança climática não era tão extenso como atualmente. O Protocolo não representa o estado do mundo em relação aos riscos e oportunidades, além de não ter estabelecido um mecanismo financeiro eficaz para promover a adaptação à mudança climática. Além de tudo, não alcançará sequer sua meta medíocre de redução de emissões de próximo de 5 por cento das emissões de gases de efeito estufa até 2012. Comparando-se com os necessários 90 por cento de redução até 2030, o objetivo é insignificante.

Stern (2009) ao analisar a capacidade de regulação da concentração de gases de efeito estufa pelo Protocolo de Quioto constatou que foi no período regulado pelo PK que as emissões mais aumentaram.

*“No período de 1930 a 1950, a concentração dos gases de Kyoto aumentou em perto de 0,5 ppm ao ano, de 1950 a 1970, em torno de 1 ppm ao ano, e dali até 1990, a taxa de crescimento dobrou novamente. Na década passada (que o Protocolo deveria regular, ficou próxima de 2,5 ppm”*

No que diz respeito ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, na sua fase atual não se mostra capaz de gerar ou absorver os fluxos financeiros e técnicos necessários sob um acordo global. É um mecanismo que se mostrou muito complexo e muito burocrático (STERN, 2009). Ele está baseado na discricionariedade absoluta dos agentes regulatórios e burocráticos, o que resulta em facilidades no processo em alguns países e para outros países, dificuldades devido a ações mais burocráticas no processo de licenciamento dos projetos. Na atual conjuntura, é necessário um novo quadro conceitual e metodológico, vinculativo, para reduzir os custos de transação e ganhar escala e acelerar o processo decisório. De acordo com a proposta de Barret (2008), esse novo instrumento não deve ser a estrutura central da dimensão financeira do novo acordo global, mas parte de um sistema de mecanismos que tenham como objetivo último promover uma revolução tecnológica.

Como produto da combinação das crises econômica e climática, a incerteza do sistema internacional passou a ser bastante elevada e comparável com outros momentos cruciais da história, como o choque do petróleo e estagflação iniciados em 1973 e o colapso do comunismo em 1989-1991 (Gore, 2009). Existem forças poderosas movendo-se em direções contrárias: de um lado interesses econômicos tradicionais influenciam os governos nacionais para proteger vários de seus setores econômicos do risco de colapso e apelam para medidas que podem ter um efeito indireto de protecionismo comercial e de estagnação da globalização (Maybe, 2008, Keohane & Raustila, 2008).

De outro lado, forças econômicas, sociais e culturais inovadoras procuram influenciar os governos para reformar profundamente o sistema internacional, desenvolvendo a governabilidade global e restringindo as emissões de carbono, de modo a iniciar transição consistente para a economia de baixo carbono (Biermann, 2007; Hurrell, 2007; Tickell, 2008, Barret 2010).

Para um novo acordo global é necessário partir da premissa que as emissões de gases de efeito estufa dos países desenvolvidos devem atingir seu pico em 2015, para cair a partir daí de modo continuado e rápido. As emissões de carbono das potências emergentes (especialmente China, Índia e Brasil) devem ter seu pico em 2020, para então convergir para as trajetórias dos países desenvolvidos. Em relação às emissões globais, estas devem cair para, pelo menos, 50 por cento dos níveis de 1990 até 2050, e as emissões globais per capita devem chegar a, pelo menos, 1 tonelada até 2050. Isso está diretamente relacionado à meta de efetivamente estabilizar as concentrações de gases estufa, porém não há uma concordância sobre qual deverá ser o ponto de estabilização, só existe o consenso que é preciso garantir que essas concentrações voltem a 350 ppm (BARRET, 2008). Essa garantia não é dada nem pelo protocolo de Kyoto nem o Acordo de Copenhague. Por outro lado, o limite de 2 graus para o aquecimento, presente no texto final da COP15 e mantido na decisão final da COP16, pode ser um começo.

A continuidade do processo político na direção de um único acordo dependerá de fatores externos às discussões no âmbito da Convenção do Clima. A persistência da crise econômica nos EUA e na Europa, além da possibilidade dessa crise alcançar a China pode desacelerar o processo. Por outro lado, não se concretizando essa ameaça, o avanço pode ter continuidade na direção de um novo acordo abrangente, inclusivo e cientificamente substantivo sobre mudança climática, que seja legalmente vinculante para todos os grandes emissores, com regras iguais porém com obrigações diferenciadas, mas todos submetidos a um compromisso legal. Em Copenhague e em Cancun já foram adotadas várias definições que removem obstáculos no caminho de um novo tratado. É possível que não se chegue até ele na próxima COP, mas com certeza já se estará bem mais próximo de concretizá-lo.

## **2 - A INCLUSÃO DA QUESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL**

No contexto da mudança global do clima o Brasil tem tido participação ativa nas negociações internacionais, sendo considerado um dos atores mais relevantes, tanto pelas propostas que apresenta, como pelo seu potencial presente e futuro de emissões de gases do efeito estufa (GEE), ou capacidade de absorção dos mesmos, por sumidouros. Entretanto, em relação a incorporação da questão das mudanças climáticas na evolução da agenda ambiental do país, foram necessário quase 13 anos, desde a ratificação da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, para a estruturação de uma política nacional para articular as atribuições dos vários entes federativos e setores governamentais para essa questão, com vistas ao atendimento aos compromissos assumidos por ocasião da ratificação da Convenção. Ao longo do tempo as medidas adotadas no país apresentavam-se na forma de disposições legais, que se encontravam distribuídas tanto na legislação infraconstitucional como na própria Constituição Federal.

De uma maneira geral, somente após a crise no modelo de política ambiental, observada ao longo da década de noventa, as questões ambientais globais passaram a ser incorporadas em uma nova agenda ambiental que foi determinada no país. Essa crise foi consequência ao não atendimento aos itens da nova pauta da política internacional, definida na ECO-92, e o descaso às demandas de cidadania e de consciência ambiental que passou a se generalizar no país. Com a necessidade de redefinição das opções de política ambiental e do próprio papel do Estado brasileiro, uma nova agenda ambiental para o país passou a ser estruturada (BOEIRA, 2004).

Com a divulgação do terceiro relatório do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas – IPCC, o AR-3, de 2001, o volume de evidência e grau de consenso científico expostos no relatório trouxeram ao mundo todos os argumentos para que houvesse uma política ambiental com foco climático. As atenções voltadas para o atual estado do mundo, revelado pelas evidências científicas, evidenciaram a necessidade de proposição de soluções eficientes para responder aos problemas das mudanças climáticas, resultantes do aquecimento global, com base na compreensão da multidimensionalidade dos problemas a serem enfrentados.

A seriedade exposta nas conclusões do AR3 sobre os riscos da mudança climática demonstrava que as razões eram mais que suficientes para que as políticas públicas passassem a ser orientadas pelo desafio climático global. No mundo, de um modo geral, a partir desse momento, a política ambiental mudou o foco, deixando de ser uma política centrada na conservação da natureza e no combate à poluição. O objetivo central moveu-se

para as implicações das políticas públicas e privadas para o aumento das emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento do capital científico e tecnológico necessário para assegurar meios de mitigação dessas emissões, bem como para a adaptação às consequências climáticas inevitáveis do aquecimento global. Para os países, as premissas de uma política ambiental passaram a ser a avaliação do grau de vulnerabilidade, o desenvolvimento de mecanismos de gestão dos riscos envolvidos e o desenho das políticas que permitissem ao país adaptar-se aos eventos extremos aos quais estará sujeito. Os critérios derivados dessa política tornaram-se elementos-filtro de todas as demais políticas governamentais (ABRANCHES, 2009).

No Brasil, uma política ambiental nesses moldes ainda não tem uma aplicação efetiva. A Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, só foi regulamentada em dezembro de 2010, pelo DECRETO N.º 7.390, de 9 de dezembro de 2010. De acordo com Abranches (2009), essa ausência de uma política voltada para as questões das mudanças climáticas se deu devido a dois motivos. O primeiro foi considerá-la uma política setorial, concorrente em relação às outras, e não como uma política de referência, sobredeterminante das outras. Foi uma falha por omissão e contradição. Omissão, porque se desconsiderou o fator climático determinante como um filtro para todas as políticas. Contradição, porque, ao admitir a concorrência com outras políticas públicas, neutralizou parte de sua possível eficácia. Essa foi a prática de todos os governos que se seguiram após a Rio-92

O segundo motivo foi por contrariedade e negação. Contrariedade, porque a política de governo se opõe a uma política ambiental ativa. Negação, porque ela vinha negando os riscos climáticos contidos no aquecimento global e o caráter antrópico, isso é, a contribuição humana preponderante para sua aceleração ao longo da segunda metade do século XX. Os governos brasileiros têm negado, sistematicamente, que o país tenha responsabilidade na acumulação global de gases de efeito estufa na atmosfera.

Com a ratificação da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, e mais tarde, com o Protocolo de Quioto, as discussões das questões relativas às mudanças climáticas, mantiveram-se voltadas ao apoio e o desenvolvimento de informações científicas relativas à emissão doméstica de gases de efeito estufa a fim de atender aos compromissos tanto no âmbito da Convenção quanto do Protocolo.

O Brasil por não configurar na relação dos países com responsabilidade histórica pela atual concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, não tem, ainda, metas obrigatórias de redução de emissões no âmbito do protocolo de Quioto. No entanto, é um dos países em desenvolvimento com destaque negativo no *ranking* dos maiores emissores atuais de CO<sub>2</sub>



(inclusive em emissões *per capita*). Os números do Brasil representam entre 3% e 4% das emissões globais<sup>14</sup>.

Da mesma forma que outros países em desenvolvimento, o compromisso, era apresentar um inventário de emissões chamado “Comunicação Nacional para o Inventário de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal”.

Para dar ênfase aos trabalhos de estudo do inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa foi criada a Comissão Interministerial, em 1999, que estabeleceu, pelo Decreto nº 3.515, de 20 de junho de 2000, o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima. A estratégia adotada foi a de priorizar, no âmbito dos compromissos assumidos, os estudos sobre inventário em uma primeira fase, que durou quatro anos. A Comunicação Nacional das fontes de Emissão à Convenção do Clima foi apresentada pelo Brasil na COP 10, realizada em 2004 em Buenos Aires.

Os cálculos das emissões brasileiras estão entre os mais complexos dos grandes emissores por causa da alta proporção de emissões de dióxido de carbono derivadas do desmatamento na Amazônia/Cerrado e pela importância das emissões da pecuária, cujo cálculo é muito mais complexo do que as emissões de energia, indústria e transporte. Ao mesmo tempo, o sistema de cálculo de emissões do Brasil é mais confiável do que o de outros países emergentes (China, Índia, Indonésia) por ser o Brasil uma democracia consolidada e por ter forte comunidade científica (Leis & Viola, 2008). As emissões brasileiras de carbono – segundo a primeira comunicação nacional concluída e oficializada em 2004 – eram, em 1994, de 1,4 bilhão de toneladas de carbono.

Por outro lado, no âmbito da Convenção do Clima, os compromissos dos países em desenvolvimento, descritos no artigo 4.1 da Convenção do Clima, abrangem uma série de questões que não se limitam à elaboração do inventário nacional de fontes de emissão e sumidouro de gases de efeito estufa e preparar a comunicação nacional para a convenção. O artigo 4.1 estabelece como compromissos também inserir nas políticas setoriais de energia, de transportes, de habitação, de indústria, de comércio, de agricultura, de meio ambiente, as questões como mitigação de causas e efeitos.

Após a primeira fase de trabalhos do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima, com capacidade adquirida pelas instituições e especialistas envolvidos, previa-se implementar, posteriormente, os demais compromissos previstos na Convenção, entre eles os planos de

---

<sup>14</sup> **The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to Limit Global Warming to 2 °C or 1.5 °C?**

mitigação e de adaptação e vulnerabilidade às mudanças globais do clima. Com esta diretriz, passou-se a dar-se destaque aos problemas locais nas questões sociais e ambientais visando a elaboração de uma política articulada, para que esses compromissos viessem a ser atendidos.

A divulgação do último relatório do IPCC (IPCC-AR4, 2007), reforçou a idéia da situação de risco ambiental mundial em função do fenômeno, em curso, da mudança do clima. Entretanto, permanecia a limitação às políticas públicas de mitigação e adaptação à mudança climática. A evidência dessa limitação encontrava-se nos recursos alocados aos Ministérios de Ciência e Tecnologia e de Meio Ambiente para tratar da questão, que permaneceram mínimos. O Plano Plurianual de 2007 não havia alocado os recursos de alguma significação para medidas de mitigação e adaptação. O único fato relevante foi a criação de uma Secretaria sobre Mudança do Clima no Ministério do Meio Ambiente, porém com capacidades muito limitadas e orçamento restrito. Em junho de 2008, o Poder Executivo enviou ao Congresso um projeto de Lei de Mudanças Climáticas que não internalizava a questão da mudança climática na arquitetura jurídica brasileira como alguns países desenvolvidos já tinham feito. Internalizar a mudança climática na estrutura jurídica significa definir claramente os gases estufa como poluentes, mesmo que diferenciados dos outros poluentes de impacto local que afetam a saúde humana (VIOLA, 2010).

O processo de estruturação da Política Nacional teve início, com a concretização do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, publicado em Dezembro de 2008, na véspera da Conferência de Poznan (COP 14). O Plano foi a principal iniciativa programática da gestão de Carlos Minc no Ministério, apesar do seu significado ambíguo. De um lado, não resultou de esforço focalizado e consistente dos principais ministérios para internalizar a centralmente mitigação e adaptação à mudança climática nas suas políticas. Tampouco propôs a criação de um ministério unificado de “Clima e Energia” como o que tinha ocorrido em vários países, evidenciando a tendência dominante do futuro. Por outro lado, significou uma ruptura com o discurso histórico do Estado brasileiro no que se refere à Amazônia, ao propor metas de redução do desmatamento quantificáveis e cronograma de realização.

Apesar de ser recebido com muitas dúvidas na comunidade climática do Brasil, por ter sido anunciado na última hora e somente depois de ter sofrido fortes pressões e críticas nacionais e internacionais à sua primeira versão, o Plano teve boa receptividade na comunidade internacional.

O Plano Nacional de Mudança Climática foi a principal iniciativa programática da gestão de Carlos Minc no Ministério do Meio Ambiente e teve uma virtude evidente. Pela primeira vez, deu-se ao país um mínimo de diretrizes coerentes voltadas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (mitigação) e adaptação das regiões mais vulneráveis à

mudança climática inevitável. Entretanto, o plano não teve valor para o restante do governo. A prioridade naquele momento consistia nas ações do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), prioridade absoluta do governo Lula, orientado para modelo econômico intensivo em carbono. Sendo assim, o Plano Nacional de Mudanças Climáticas, passou a ser confrontado pelas políticas setoriais, principalmente aquelas sob a área de abrangência do PAC.

Por ter sido formulado como uma peça de promoção do governo e não exclusivamente como um instrumento de implantação de uma política pública difícil, urgente, o Plano partiu de uma falsa premissa que o Brasil estava fazendo sua parte na mitigação da mudança do clima com determinação e engajamento no propósito de fazer mais. Os indicadores utilizados para embasar essa afirmação foram emissões per capita e emissões por área, de 1994. Por medirem apenas um ponto no tempo, não sustentavam a afirmação da efetividade de um processo de mitigação ocorrido em um período. O desmatamento persistia em níveis elevadíssimos, que nos colocam entre os dois maiores desmatadores no seleto clube de países que têm áreas relevantes de florestas tropicais (MOUTINHO, 2008). Além disso, foi mostrado no relatório do PNUMA – A Global Green New Deal (UNEP, 2009) que o Brasil foi a única economia importante do mundo que havia aumentado a intensidade de gases de efeito estufa, entre 1990 e 2005, em perto de 0,5%. Na China a intensidade havia caído 5% nos EUA 2%, na Índia 2,3% e no México 0,8%.. De acordo com o relatório do Ministério do Meio Ambiente “A Estimativa das Emissões Brasileiras de Gases do Efeito Estufa 1994-2007”, as emissões dos setores de energia, indústria, agropecuária e tratamento de resíduos tinham crescido 40% entre 1994 e 2007 e as emissões por desmatamento tinham diminuído em 20%, totalizando em conjunto, em 2007, 1,8 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (VIOLA, 2010).

Uma outra fragilidade do documento foi não apresentar metas tangíveis, não prevendo mecanismos suficientes de acompanhamento e avaliação. Além de ter sido declaratório, foi puramente voluntário. No documento prevalecia a vontade governamental discricionária, não havendo qualquer instrumento de comprometimento e responsabilidade do governo em caso de não serem executadas medidas para alcance das metas. Por isso, as próprias – e poucas – metas quantitativas referiam-se apenas à declarações mais específicas de intenções

## **2.1 A virada na posição oficial brasileira**

A partir do segundo semestre de 2009, começou a ser noticiado um crescente questionamento por parte de grupos de interesses econômicos e sociais, sobre a posição do governo brasileiro na negociação climática a ser discutida na Convenção de Copenhague. Parte desse questionamento foi resultante da enorme expectativa em torno da COP 15 e da

possibilidade de se ter um novo acordo global, e parte se deu devido a entrada do tema climático na agenda das eleições presidenciais de 2010.

A mudança no conteúdo da agenda do debate eleitoral, elevando a importância dos temas da sustentabilidade e da transição para uma economia de baixo carbono se deu principalmente devido a três fatores: a sanção de uma lei climática municipal, com definição de metas de redução de emissões para 2020 na cidade de São Paulo; a candidatura de uma representante do Partido Verde à Presidência, Marina Silva, que havia sido Ministra do Meio Ambiente do Governo Lula; e a aprovação do projeto de lei climática pela Assembléia Legislativa do Executivo do Estado de São Paulo. Com esses acontecimentos houve aceleração da mudança do quadro eleitoral com intensificação dos movimentos no sentido da mudança da posição oficial do Brasil nas negociações de clima (VIOLA, 2009).

Em outubro de 2009, depois de significativos esforços do bloco parlamentar ambientalista, a Câmara dos Deputados aprovou a Lei de Mudanças Climáticas, melhorada em relação ao projeto original do Executivo, que internaliza parcialmente a mudança climática na estrutura jurídica brasileira, embora não defina metas de emissões. Na seqüência de eventos resultantes das pressões por transformações na posição brasileira, foi divulgado, oficialmente um relatório<sup>15</sup> parcial e provisório de emissões.

A crescente expectativa em torno da COP15, e do que pudesse ser decidido na conferência sobre um novo acordo global, deu origem a um processo de decisão interna dos governos de qual seriam os limites referentes a metas de emissão no caso de terem que assumir compromissos. Em meados de novembro de 2009, o governo brasileiro tornou público pela primeira vez, que apresentaria ações quantificadas de redução de emissões. Por ter sido um produto da pressão empresarial e da sociedade, num processo decisório governamental sem transparência, não houve estudos sistemáticos e consistentes para produzir um plano apropriado e preciso de redução de emissões

Este relatório é em grande medida coincidente com o que foi utilizado pelo Ministério do Meio Ambiente para propor as metas brasileiras. Mesmo com todas as ressalvas e incertezas que o cercaram, o anúncio implicou uma mudança fundamental na história da política externa climática do Brasil e uma nova diretriz para as políticas internas de mudança climática. O rompimento de uma atitude histórica da diplomacia, que se mantinha totalmente contrária a assumir compromissos de redução de emissões, representou a derrota estratégica do Ministério das Relações Exteriores e do Ministério da Ciência e Tecnologia, responsáveis pela definição da posição brasileira entre 1996 e 2009, nos acordos diplomáticos em relação à política global do clima. Essa mudança também representou uma vitória do Ministério do

---

<sup>15</sup> Ministério de Ciência e Tecnologia. Inventário de Emissões, Valores Preliminares. 25-11-2009

Meio Ambiente, que vinha contestando a posição tradicional desses dois ministérios, desde 2006, e que desde 2008 tinha assumido uma posição muito incisiva de questionamento,

Em dezembro de 2009, foi aprovada a lei de mudanças climáticas no Senado brasileiro. A política nacional fixou nos termos da lei 12.187/2009 o compromisso do Brasil de reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020. A sanção, entretanto, somente se deu em janeiro de 2010, com três vetos do presidente Lula ao texto aprovado pela Câmara e pelo Senado. Um deles proibia o contingenciamento de recursos orçamentários para combate às mudanças climáticas. Outro limitava os estímulos governamentais às usinas hidrelétricas de pequeno porte. E o terceiro previa o gradativo abandono do uso de fontes energéticas que usem combustíveis fósseis, como é o caso do petróleo. Esse último, era um objetivo importante para a transição para uma economia de baixo carbono. Havia dez vetos solicitados por atores contrários à lei, mas somente três foram concretizados pelo presidente. Isso representou uma vitória, em parte, da ala ambientalista do governo.

Ao tornar lei o compromisso de assumir metas numéricas para redução de emissões, o Brasil, de fato, apresentou uma evolução da agenda ambiental do país. Antes da promulgação da Política Nacional de Mudanças Climáticas, governos locais já haviam tido a iniciativa de criação de disposições legais referentes às medidas para estabelecer as estratégias locais para a redução de emissões em estados e municípios. A estruturação de uma política nacional de mudanças climáticas, ao final de um processo que durou 16 anos, criou a possibilidade de uma articulação mais efetiva entre os entes federativos e setores governamentais para a questão das mudanças climáticas, com vistas ao atendimento aos compromissos assumidos referente às metas brasileiras de redução de emissões, nas duas últimas Conferência das *Partes da Convenção sobre Mudança do Clima* (COP15 e COP16).

Essa nova fase para a agenda ambiental do país torna possível, para lideranças de governos locais, mobilizar a sociedade para a questão climática, especialmente para que a sociedade possa cobrar a execução e a efetivação do que ficou definido em papel. Essas iniciativas certamente vêm contribuir para preencher lacunas legislativas e de mercado, de modo a auxiliar no cumprimento do objetivo máximo da Convenção Quadro sobre Mudança do Clima.

## **2.2 A Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC**

A PNMC fixa o compromisso de redução de emissões e estabelece os princípios jurídicos que nortearão a política climática nacional. Nesse quesito, ressaltam-se a utilização dos princípios já consagrados na Constituição Federal de 1988 e a adoção de princípios do Direito Ambiental Internacional, como a precaução, a participação cidadã, o desenvolvimento sustentável e o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, que são a base da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC).

A análise do texto da Lei n.º 12.187, permite visualizar três eixos temáticos para os quais estão definidos as diretrizes para alcançar os objetivos das estratégias pré-definidas. Para cada eixo temático é possível organizar grupos de incisos dos artigos, referentes às diretrizes (artigo 5º), aos objetivos (artigo 4º), e instrumentos (artigo 6º). Alguns desses incisos podem ser agrupados em mais de um eixo temático (Quadros 4, 5 e 6).

Um primeiro eixo temático da PNMC diz respeito às ações para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável, com a Proteção da Biodiversidade e do Controle de Emissões; um segundo relacionado às ações de Mitigação das emissões de GEE, Adaptação e Monitoramento, para redução dos efeitos das mudanças do clima e controle das emissões; e um terceiro que diz respeito às formas de Financiamento das ações relacionadas nos objetivos referentes aos eixos temáticos.

As diretrizes para cada eixo temático, claras e apropriadas, consubstanciam os compromissos assumidos pelo Brasil na CQNUMC, referentes às ações de mitigação da mudança do clima; à promoção da cooperação internacional; à disseminação de informações sobre o tema; e à utilização de instrumentos financeiros e econômicos, a fim de mitigar as mudanças climáticas. Tomando-se por definição que diretriz é a linha reguladora do traçado que indica a direção, o conjunto de princípios e normas de procedimento, as regras de comportamento (HOUAISS, 2001), as diretrizes na PNMC, representadas por ações definidas, respondem assim, ao questionamento sobre qual direção seguir em determinado eixo temático, dentro de um plano de ação.

Com base nas diretrizes definidas é possível determinar a relação existente com os objetivos a serem alcançados, que estão estabelecidos no art. 4º. Para alcançar os objetivos da PNMC, estão relacionados no art. 6º os mecanismos para promover a aplicação da PNMC além da definição, no artigo 7º, dos instrumentos institucionais que dizem respeito aos mecanismos para promover a aplicação da política dentro da estratégia pré-definida, que representa a arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou de explorar as condições favoráveis de que porventura se desfrute no ambiente institucional.

Quadro 4: Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - Relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Desenvolvimento Sustentável, com a Proteção da Biodiversidade e do Controle de Emissões

EIXOS TEMÁTICOS	art. 5º DIRETRIZES	art. 4º OBJETIVOS	art. 6º INSTRUMENTOS
<p>II-Desenvolvimento Sustentável, com a Proteção da Biodiversidade e do Controle de Emissões;</p>	<p>I – os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no Protocolo de Quioto e nos demais documentos sobre mudança do clima dos quais vier a ser signatário;</p> <p>II – as ações de mitigação da mudança do clima em consonância com o desenvolvimento sustentável, que sejam, sempre que possível, mensuráveis para sua adequada quantificação e verificação a posteriori;</p> <p>V – o estímulo e o apoio à participação dos governos federal, estadual, distrital e municipal, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima;</p>	<p>II –redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes;</p> <p>IV –fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional;</p> <p>V –implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas 3 (três) esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos;</p>	<p>I – o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;</p> <p>II – o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;</p> <p>III – os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas;</p> <p>IV – a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por essa Convenção e por suas Conferências das Partes;</p> <p>V – as resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;</p>

Fonte: elaboração própria

Quadro 5: Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - Relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Mitigação Adaptação Monitoramento

EIXOS TEMÁTICOS	art. 5º DIRETRIZES	art. 4º OBJETIVOS	art. 6º INSTRUMENTOS
<p>II- Mitigação Adaptação Monitoramento</p>	<p>IV – as estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional;</p> <p>III – as medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico;</p> <p>VI – a promoção e o desenvolvimento de pesquisas científico-tecnológicas, e a difusão de tecnologias, processos e práticas orientados a:</p> <p>a) mitigar a mudança do clima por meio da redução de emissões antrópicas por fontes e do fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa;</p> <p>b) reduzir as incertezas nas projeções nacionais e regionais futuras da mudança do clima;</p> <p>c) identificar vulnerabilidades e adotar medidas de adaptação adequadas;</p> <p>IX – o apoio e o fomento às atividades que efetivamente reduzam as emissões ou promovam as remoções por sumidouros de gases de efeito estufa;</p> <p>XI – o aperfeiçoamento da observação sistemática e precisa do clima e suas manifestações no território nacional e nas áreas oceânicas contíguas;</p> <p>XII – a promoção da disseminação de informações, a educação, a capacitação e a conscientização pública sobre mudança do clima;</p> <p>X – a promoção da cooperação internacional no âmbito bilateral, regional e multilateral para o financiamento, a capacitação, o desenvolvimento, a transferência e a difusão de tecnologias e processos para a implementação de ações de mitigação e adaptação, incluindo a pesquisa científica, a observação sistemática e o intercâmbio de informações;</p>	<p>II –redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes;</p> <p>IV –fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional;</p> <p>V –implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas 3 (três) esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos;</p>	<p>I– o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;</p> <p>IV – a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por essa Convenção e por suas Conferências das Partes;</p> <p>XV – o monitoramento climático nacional;</p> <p>XIII – os registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas;</p> <p>XII – as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público-privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos;</p> <p>XIV – as medidas de divulgação, educação e conscientização;</p> <p>XVII – o estabelecimento de padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa;</p>

Fonte: Elaboração própria com base no texto da Lei Federal n.º 12.187/09



Quadro 6: Análise do texto da Lei n.º 12.187/09 - relação entre diretrizes, objetivos e instrumentos no eixo temático Financiamento

EIXOS TEMÁTICOS	art. 5º DIRETRIZES	art. 4º OBJETIVOS	art. 6º INSTRUMENTOS
III- Financiamento	VII – a utilização de instrumentos financeiros e econômicos para promover ações de mitigação e adaptação à mudança do clima, observado o disposto no art. 6o;	VIII – estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões – MBRE	I– o Plano Nacional sobre Mudança do Clima; VI – as medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica; VII – as linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados; VIII – o desenvolvimento de linhas de pesquisa por agências de fomento; IX – as dotações específicas para ações em mudança do clima no orçamento da União; X – os mecanismos financeiros e econômicos referentes à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima que existam no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto; XI – os mecanismos financeiros e econômicos, no âmbito nacional, referentes à mitigação e à adaptação à mudança do clima; II – o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;

Fonte: Elaboração própria com base no texto da Lei Federal n.º 12.187/09

Conforme decisão final da Conferência de Copenhague, a apresentação das contribuições voluntárias somente poderia ser mediante ações nacionais de mitigação apropriadas - *nationally appropriate mitigation actions* (Namas), sendo assim, foi consenso nos trabalhos da conferência, sobre este conjunto de ações, a possibilidade de se ter uma abordagem programática e/ou setorial. Entretanto, teria que se referir a um compromisso no qual se explicitariam as metas nacionais de redução de emissões. De modo a atender aos compromissos assumidos na COP 15 e alcançar os objetivos da PNMC, o artigo 12º determina a adoção de ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, na forma de compromisso nacional voluntário, com vistas em reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020, com base nos valores de 2005.

O detalhamento das ações para alcançar os objetivos da PNMC foi previsto, no parágrafo único da norma, para serem dispostos por decreto. Essas ações seriam definidas com base no segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, que ainda não estava concluído por ocasião da sanção da PNMC. Esse detalhamento se refere aos Planos setoriais de

mitigação e de adaptação às mudanças climáticas. Os planos setoriais, conforme esclarecido no parágrafo único do artigo 11, teriam como objetivo a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono nos setores elétrico, de transporte e industrial (indústria de transformação, de bens de consumo duráveis, indústrias químicas fina e de base, na indústria de papel e celulose, na mineração, na indústria da construção civil); nos serviços de saúde e na agropecuária.

O instrumento legal que regulamenta tanto o artigo 11, que trata dos planos setoriais, quanto os arts. 6º e 12º da lei 12.187, é o decreto Nº 7.390, assinado pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva no final de 2010. Nesse decreto, a projeção das emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020, de que trata o parágrafo único do art. 12 da Lei que estabelece a Política Nacional de Mudanças Climáticas, é de 3.236 milhões tonCO<sub>2</sub>eq, composta pelas projeções para os seguintes setores: Mudança de Uso da Terra, com 1.404 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq; Energia com 868 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq; Agropecuária, com 730 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq; e Processos Industriais e Tratamento de Resíduos com 234 milhões de ton CO<sub>2</sub>eq.

Para cumprir o compromisso nacional voluntário, o Regulamento prevê a implementação de ações que almejem reduzir entre 1.168 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq e 1.259 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq do total das emissões estimadas, as quais serão acompanhadas pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Para efeito da regulamentação, está previsto a integração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima aos planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e aos planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas (Quadro 7).

A consolidação de uma economia de baixo carbono, prevista na forma da Lei, somente será possível com a implementação dos planos setoriais, através do qual está previsto atender as metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas – NAMAs.

Apesar de se referir aos biomas de modo geral, a regulamentação prevê somente planos de ação para a Amazônia Legal e Cerrado. As ações para a prevenção controle de desmatamento estão previstas no Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM e no Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado.

Quanto aos planos setoriais de mitigação e de adaptação, foram previstas reduções apenas para os setores de energia, agricultura e siderurgia, por intermédio do Plano Decenal

de Expansão de Energia - PDE; do Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura; e do Plano de Redução de Emissões da Siderurgia.

É possível constatar que a principal componente da estratégia brasileira para o esforço global de mitigação foi a redução de emissões provenientes de desmatamento. Com relação ao primeiro bioma Amazônia Legal, tem destaque no PPCDAm a redução de oitenta por cento dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005. Em relação ao bioma cerrado, é previsto no PPCerrado, a redução de quarenta por cento dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média verificada entre os anos de 1999 a 2008. Para os demais biomas brasileiros não foram definidos planos de ação.

Quadro 7: Os Planos de Ação da PNMC

PLANOS DE AÇÃO	AÇÕES		
	CONTROLE DE DESMATAMENTO	REFLORESTAMENTO	MUDANÇAS TECNOLÓGICAS
I-Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia  II - Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado Legal - PPCDAm	I - redução de oitenta por cento dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005; II - redução de quarenta por cento dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média verificada entre os anos de 1999 a 2008;	IV - recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas  VIII - expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares;	IX - ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m <sup>3</sup> de dejetos de animais; e
III - Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE;			III - expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética
IV - Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura		V - ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares;	VII - expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados  VI - expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares
V - Plano de Redução de Emissões da Siderurgia		X - incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização	

Fonte: Elaboração própria com base no texto da Lei Federal n.º 12.187/09

As outras ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, referidas nos Planos setoriais dizem respeito à expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade; da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética; recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares; expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares; expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados; expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares; ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos de animais; e incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização. Os demais Planos de mitigação e adaptação, que venham a estabelecer medidas para outros setores, poderão ser elaborados até 15 de dezembro de 2011, e desde que observado o conteúdo mínimo estabelecido pelo Decreto e a realização de amplo processo de consulta pública.

## **2.2 A evolução tema global mudanças climáticas na ótica local dos municípios.**

Estimativas recentes apontam que desde 2007, pela primeira vez na história, mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas (UNFPA, 2007). Dessa forma, a preocupação mundial com a modificação do clima global e com as alternativas para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> atmosférico tem direcionado os principais questionamentos ambientais, da atualidade, para os ambientes urbanos, onde a maioria da população mundial está concentrada. As atenções voltadas para as metrópoles evidenciaram, como um dos grandes desafios na gestão ambiental nessas áreas, de grande concentração populacional e grande diversidade, a necessidade de proposição de soluções eficientes para responder aos problemas das mudanças climáticas, resultantes do aquecimento global, com base na compreensão da multidimensionalidade dos problemas a serem enfrentados. Pensar e analisar as cidades e o processo de urbanização sob a perspectiva da mudança climática torna-se, portanto, mandatório neste novo contexto.

Para o enfrentamento do maior problema ambiental que aflige a humanidade e para o cumprimento dos tratados internacionais sobre mudanças climáticas tornou-se fundamental a aprovação de políticas públicas no tema de mudanças climáticas por parte de governos locais. Enquanto países industrializados e outros em desenvolvimento evitavam assumir obrigações de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), alguns governos sub-nacionais

demonstraram não temer o desafio. Diferentes governos ao entender que a ação no nível local tem a força do convencimento, da persuasão, adotaram políticas públicas para dar sua contribuição.

As cidades são, por excelência, territórios de criação e experimentação permanentes para estratégias de combate às causas das mudanças climáticas e/ou de mitigação de seus efeitos. Suas melhores práticas, mesmo que adaptadas, acabam replicadas no mesmo Estado, com ganhos na dimensão de política nacional podendo até servir de inspiração para localidades em outros países.

As políticas que sustentam o parcelamento, uso e ocupação do solo, o controle da emissão de gases de efeito estufa e as práticas urbanísticas que viabilizam estas ações, têm papel efetivo na meta de conduzir as cidades no percurso do desenvolvimento sustentado. Dessa forma, a sustentabilidade do aglomerado urbano/metropolitano, deverá estar relacionada as seguintes variáveis: a forma de ocupar o território; disponibilidade de insumos para o seu funcionamento (disponibilidade de água); a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo); o grau de mobilidade da população no espaço urbano (qualidade do transporte público de massa); a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços; e a qualidade dos espaços públicos (GROSTEIN, 2001).

Desde a última década do século passado, lideranças de governos locais encontraram-se para discutir mudanças climáticas, em reuniões realizadas em diferentes países. Em muitas delas, representantes de governos locais brasileiros estiveram presentes, dando início a uma antecipação ao governo federal de ações de desenvolvimento de políticas públicas locais no tema mudanças climáticas.

Em 1993, a convite do Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI)<sup>16</sup>, líderes municipais se encontraram na sede da Organização das Nações Unidas em Nova Iorque e adotaram uma declaração que clamava pelo estabelecimento de um movimento mundial de governos locais para a redução das emissões de gases estufa, a melhoria da qualidade do ar e da qualidade de vida em centros urbanos de uma forma sustentável. O resultado foi a Campanha Cidades pela Proteção do Clima (CCP). Por meio da Campanha, governos locais passaram gradativamente a adotar critérios de sustentabilidade, vis-à-vis com a mitigação das mudanças climáticas, em seus processos decisórios.

A Campanha Cidades pela Proteção do Clima presta assistência a cidades pela adoção de políticas e implementação de medidas quantificáveis para a redução de emissões locais de

---

<sup>16</sup> O ICLEI é uma organização não-governamental internacional sem fins lucrativos, Governos Locais pela Sustentabilidade, com assento na ONU, pelo sistema ECOSOC, que tem sido muito influente e eficaz no apoio a governos locais na área de mudanças climáticas

gases de efeito estufa como forma de melhorar a qualidade do ar e de vida nos centros urbanos. Mais de 800 governos locais participam da CCP, integrando medidas de mitigação das mudanças climáticas em seus processos decisórios. Os governos locais se juntaram à Campanha Cidades pela Proteção do Clima por meio de um ato administrativo, uma resolução, na qual se comprometiam a reduzir as emissões de gases de efeito estufa nas operações de seus governos e em suas comunidades. A resolução estabelece cinco marcos de ação para a consolidação desse compromisso: a construção de um de padrões de emissões e prognósticos, a adoção de metas de redução de emissões para o ano prognóstico, o desenvolvimento de um Plano de Ação Local, a implementação de políticas e medidas e o monitoramento dos resultados

Os cinco marcos fornecem uma estrutura flexível que pode acomodar diversos níveis de análise, esforço e avaliação de dados. Há aproximadamente 650 cidades CCP em todo o mundo, responsáveis por 15% das emissões globais de gases de efeito estufa. No Brasil participam da Campanha as cidades de Betim (MG), Goiania (GO), Palmas (TO), Porto Alegre (RS) e Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e Volta Redonda (RJ).

Uma outra iniciativa de enfrentamento à mudanças climáticas em nível local é o “Cidades C40” que é uma rede de cidades criada com objetivo de combater os efeitos da mudança do clima, atuando em parceria de trabalho com a Clinton Climate Initiative. A C40 se propõe oferecer um fórum eficaz para o trabalho em conjunto no sentido de ajudar as cidades a reduzir as emissões de gases com efeito estufa através de uma série de programas de eficiência energética e energia limpa. Até agora, somente as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba participam da rede no Brasil.

#### **2.4 A cidade do Rio de Janeiro e a trajetória da institucionalização do controle de emissões**

Com a divulgação do 4º relatório do IPCC (Fourth Assessment Report Climate Change 2007), houveram iniciativas isoladas no país, no âmbito do poder público municipal, de promover ações referentes à institucionalização do controle de emissões. Os governos, através de processos decisórios, buscaram o estabelecimento do estado real da situação para o delineamento do problema político a ser resolvido, com a determinação da obrigatoriedade de priorização na agenda política. Uma dessas iniciativas foi a divulgação do Protocolo de Intenções do Rio que visou, sobretudo, atender as demandas de cidadania e de consciência ambiental que se generalizou globalmente, com maior ênfase, após a divulgação do último relatório do IPCC.

Esse Protocolo, tornado público através do Decreto Municipal nº 27.595, de 14 de fevereiro de 2007, é relativo às medidas de mitigação dos efeitos do aquecimento global na Cidade do Rio de Janeiro. Nesse documento, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, declara-se comprometida com os esforços de governo, empresas, organizações da sociedade civil e cidadãos de todo o planeta contra o aquecimento global.

Na América do Sul, a Campanha das Cidades pela Proteção do Clima, lançada em 1998 pelo Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), já havia definido nível de 10% como meta de redução das emissões de poluentes atmosféricos a ser atingido até o ano 2010. Definiu-se, neste sentido, que as cidades devem estar alinhadas com as proposições do protocolo de Quioto, controlando, portanto, as emissões do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do metano (CH<sub>4</sub>).

O Rio de Janeiro foi a primeira cidade brasileira a se comprometer com o ICLEI, no mesmo ano do lançamento, antes mesmo deste programa piloto se iniciar. Em acordo com a proposição da Campanha, o município do Rio de Janeiro contratou, ainda em 1998, a COPPE-UFRJ para realizar um inventário detalhado de suas emissões de gases causadores de efeito estufa, que foi o primeiro inventário de uma cidade na região. Apesar do resultado do inventário ter sido publicado em 2000, a resposta do poder público somente aconteceu em 2007, com a publicação do Protocolo de Intenções do Rio.

Entre as ações iniciais da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, no âmbito do Protocolo de Intenções, estavam as relacionadas ao aumento da cobertura florestal da cidade, ampliação da arborização de ruas, praças e parques urbanos e a inclusão do aproveitamento dos resíduos do manejo da arborização para a obtenção de substrato orgânico.

Em outubro de 2009, em meio a crescente expectativa em torno da COP15, e do que pudesse ser decidido na conferência sobre um novo acordo global, o governo municipal divulga um novo documento, o protocolo Rio Sustentável. Neste documento o governo, em antecipação ao processo de decisão interna do governo federal, divulga o compromisso de adoção de medidas e programas de incentivo para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos das mudanças climáticas.

A institucionalização do Programa Rio Sustentável, da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, se deu com o Decreto 31.414, de 30/11/2009, que estabelece metas de redução de emissões de gases de efeito estufa na cidade para os anos de 2012, 2016 e 2020. Para o ano de 2012 foi fixada uma meta de redução das emissões de GEE do município em 8% em relação às emissões da cidade do Rio de Janeiro verificadas no ano de 2005. Para os anos de 2016 e 2020 são fixadas metas indicativas, para debate com a sociedade e decisão do Poder Legislativo, de redução de emissões de GEE em 16% e 20%, respectivamente, tendo-se como

referência às emissões da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2005, divulgadas no inventário de emissões realizado para o município do Rio de Janeiro, pela Fundação COPPETEC e Secretaria Municipal de Meio Ambiente/RJ (COPPE, 2009).

Em janeiro de 2011, a prefeitura do Rio de Janeiro sancionou a Lei municipal nº 5.248/2011, que institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável. Essa iniciativa foi constituída por uma totalidade de medidas concretas que se inscreve em um quadro geral de ação, o que permite distingui-la de uma ação isolada. Dessa forma, em função do projeto coletivo que o governo representa, foi possível mobilizar os instrumentos necessários e articular os segmentos sociais comprometidos com a sua execução para ir de encontro aos objetivos da política global do clima, que atualmente encontra-se no terceiro estágio de uma nova fase. Essa nova fase, com início em Copenhague, encontra-se na atualidade, após as decisões da COP16, em 2010, em Cancun, em adiantado processo para se chegar a um novo acordo abrangente, inclusivo e cientificamente substantivo sobre mudança climática. Com a Lei de Mudanças Climáticas, o município buscou não só a inserção no processo global de construção de uma nova ordem social e uma nova economia de baixo carbono, mas também se configura como mais uma forma encontrada pelo governo de valorização da cidade do Rio de Janeiro no cenário político-administrativo nacional.

#### 2.4.1 - A Lei Carioca sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável-

A cidade do Rio de Janeiro oficializou as suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa no município através da lei municipal nº. 5.248, de 27 de janeiro de 2011, que instituiu a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável – PMMCDS.

A PMMCDS está subdividida em seis capítulos e tem como base os princípios gerais de prevenção, mitigação e adaptação, mundialmente consagrados. No texto da lei, estão estipuladas as seguintes metas de redução das emissões: redução das emissões em 8% até 2012, em 16% até 2016 e em 20% até 2020, com os índices de redução em referência ao nível de emissões de 2005, a partir dos dados do primeiro inventário municipal, referentes ao ano de 1998, e das projeções preliminares verificadas nos trabalhos de atualização do inventário, executadas pela COPPE (2009).

A lei anuncia uma estratégia do município para redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município e uma política de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Para isso, estão previstas ações que objetivam a proteção do sistema climático,



com a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção ao meio ambiente e ao sistema climático, com vistas ao desenvolvimento sustentável

De um modo geral pode ser observado nas diretrizes da lei o que o caminho a ser seguido tem início com o estabelecimento de objetivos de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa que possam ser quantificados, registrados e verificados. Nessa direção, o instrumento legal anuncia que o município deverá promover pesquisas e produção de conhecimento sobre as mudanças climáticas e as vulnerabilidades, com a elaboração, publicação e atualização do inventário municipal de emissões de GEE. Essa base de conhecimento permitirá ao poder público local promover ações para o estabelecimento de medidas de mitigação e adaptação das emissões de GEE no município.

Estão ainda previstas na lei ações de promoção do uso de energias renováveis e estímulo de uso de iluminação natural, com incentivo ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias, práticas e processos que reduzam ou previnam as emissões antrópicas de GEE. Na trajetória, haverá o estímulo do governo municipal ao uso racional dos recursos naturais, com a promoção de uma mudança de comportamento social em prol do consumo responsável e do incentivo à ecoeficiência. Sendo assim, o município anuncia também o estímulo à integração com outros níveis de governo, a sociedade civil organizada e os setores acadêmico e privado.

Na análise da PMMCDS é possível também visualizar três eixos temáticos que dão orientação às estratégias pré-definidas. Um primeiro eixo temático diz respeito às ações para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável, com a Proteção da Biodiversidade e do Controle de Emissões; um segundo relacionado às ações de Mitigação das emissões de GEE, Adaptação e Monitoramento, para redução dos efeitos das mudanças do clima e controle das emissões; e um terceiro que diz respeito às formas de Financiamento das ações relacionadas nos objetivos referentes aos eixos temáticos. Para cada eixo temático é possível organizar grupos de incisos dos artigos 4º, 5º e 19º, referentes aos objetivos, diretrizes e instrumentos, respectivamente (Quadros 9 e 8).

É possível observar através da ordenação proposta, a ausência da indicação de uma diretriz para o eixo temático “Financiamento”, embora haja um inciso referente ao objetivo de fomentar projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e outros instrumentos e mecanismos de redução de emissões ou sumidouros de gases de efeito estufa, que, teoricamente, visam financiamentos de ações de mitigação e adaptação.

Quadro 8 : Relação entre Diretrizes e Objetivos por eixos temáticos

Eixos temáticos	DIRETRIZES	OBJETIVOS
Desenvolvimento Sustentável Proteção da Biodiversidade e Controle de Emissões	<p>IV – promover e incentivar o uso de energias renováveis, como a solar e a eólica, e estimular a utilização do sistema de iluminação natural;</p> <p>V – estimular a substituição gradual dos combustíveis fósseis por outros com menor potencial de emissão de gases de efeito estufa;</p> <p>VI – estimular o desenvolvimento, a aplicação e a transferência de tecnologias, de práticas e de processos, que reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa;</p> <p>VII – promover e apoiar ações de cooperação nacional e internacional e a transferência de tecnologias sustentáveis;</p> <p>VIII – estimular a integração do governo municipal com outros níveis de governo, a sociedade civil organizada e os setores acadêmico e privado, em planos, projetos, programas e ações relacionadas à mudança do clima;</p> <p>IX – estimular o uso racional dos recursos naturais, promovendo uma mudança de comportamento social em prol do consumo responsável e do incentivo à ecoeficiência.</p>	<p>II – promover ações efetivas para a necessária proteção do sistema climático;</p> <p>III – assegurar a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção ao meio ambiente e ao sistema climático, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>VI – estabelecer mecanismos para estimular a modificação dos padrões de produção e de consumo, das atividades econômicas, do transporte e do uso do solo urbano e rural, com foco na sustentabilidade ambiental dos processos e na mitigação das emissões dos gases de efeito estufa e na absorção de gases por sumidouros;</p> <p>VII – realizar ações para aumentar a parcela das fontes renováveis nas matrizes energéticas do Município;</p> <p>;</p> <p>XIII – estimular a cooperação com outros níveis de governo, com organizações não-governamentais, o setor privado, a academia e organismos multilaterais para a implementação da política de mudanças climáticas e incentivar estratégias de desenvolvimento sustentável.</p>
Mitigação Adaptação Monitoramento	<p>I – estabelecer objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município;</p> <p>II – elaborar, atualizar e publicar, a cada quatro anos, o inventário municipal de emissões de gases de efeito estufa;</p> <p>III – promover pesquisas, produção e a divulgação de conhecimento sobre as mudanças climáticas e sobre as vulnerabilidades dela decorrentes, bem como para o estabelecimento de medidas de mitigação e adaptação das emissões de gases de efeito estufa no Município;</p>	<p>I – estabelecer uma estratégia para redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município e uma política de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas;</p> <p>V – conscientizar a população acerca das mudanças do clima e do sentido de urgência necessária à prevenção e ao enfrentamento de suas consequências;</p> <p>VIII – identificar vulnerabilidades e promover ações efetivas de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima, protegendo principalmente as populações e ecossistemas mais vulneráveis</p> <p>IX – garantir a participação da sociedade civil nos processos consultivos e deliberativos relacionados à mudança do clima;</p> <p>X – promover a ampla divulgação a respeito dos aspectos relacionados à mudança do clima;</p> <p>XI – estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação científica relacionados ao sistema climático;</p> <p>XII – incentivar o uso e o intercâmbio de tecnologias e práticas ambientalmente responsáveis para mitigação e adaptação à mudança do clima;</p>
Financiamento		<p>IV – fomentar projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e outros instrumentos e mecanismos de redução de emissões ou sumidouros de gases de efeito estufa;</p>

Fonte: Elaboração própria com base no texto da lei municipal nº. 5.248, de 27 de janeiro de 2011

Quadro 9: Relação entre Objetivos e Instrumentos por eixos temáticos

	OBJETIVOS	INSTRUMENTOS
Desenvolvimento Sustentável Proteção da Biodiversidade e Controle de Emissões	<p>II – promover ações efetivas para a necessária proteção do sistema climático;</p> <p>III – assegurar a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção ao meio ambiente e ao sistema climático, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>VI – estabelecer mecanismos para estimular a modificação dos padrões de produção e de consumo, das atividades econômicas, do transporte e do uso do solo urbano e rural, com foco na sustentabilidade ambiental dos processos e na mitigação das emissões dos gases de efeito estufa e na absorção de gases por sumidouros;</p> <p>VII – realizar ações para aumentar a parcela das fontes renováveis nas matrizes energéticas do Município;</p> <p>XIII – estimular a cooperação com outros níveis de governo, com organizações não-governamentais, o setor privado, a academia e organismos multilaterais para a implementação da política de mudanças climáticas e incentivar estratégias de desenvolvimento sustentável</p>	<p>I – Plano Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável;</p> <p>II – Fórum Carioca sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável;</p> <p>III – Fundo Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável;</p>
Mitigação Adaptação Monitoramento	<p>I – estabelecer uma estratégia para redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município e uma política de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas;</p> <p>V – conscientizar a população acerca das mudanças do clima e do sentido de urgência necessária à prevenção e ao enfrentamento de suas consequências;</p> <p>VIII – identificar vulnerabilidades e promover ações efetivas de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima, protegendo principalmente as populações e ecossistemas mais vulneráveis</p> <p>IX – garantir a participação da sociedade civil nos processos consultivos e deliberativos relacionados à mudança do clima;</p> <p>X – promover a ampla divulgação a respeito dos aspectos relacionados à mudança do clima;</p> <p>XI – estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação científica relacionados ao sistema climático;</p> <p>XII – incentivar o uso e o intercâmbio de tecnologias e práticas ambientalmente responsáveis para mitigação e adaptação à mudança do clima;</p>	I – Plano Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável
Financiamento	IV – fomentar projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e outros instrumentos e mecanismos de redução de emissões ou sumidouros de gases de efeito estufa;	IV – incentivos fiscais e financeiros e econômicos para estimular ações de mitigação e de adaptação às mudanças do clima;

Fonte: Elaboração própria com base no texto da lei municipal nº. 5.248, de 27 de janeiro de 2011

Na análise, relacionando as diretrizes, art 5º, com os objetivos do instrumento legal, art. 4º é possível constatar que nos objetivos tem-se a continuidade dessas ações. Sendo assim, não é possível visualizar de maneira concreta, o que se pretende alcançar com as ações divulgadas. Apesar do instrumento legal delinear um caminho a ser seguido, não está claro o fim específico.

Em relação a divulgação dos aspectos relacionados à mudança do clima, ou mesmo as ações pretendidas para a necessária proteção do sistema climático, não se tem uma referência sobre como será essa divulgação e como serão essas ações de proteção . Nessa mesma linha de análise, não é possível identificar na lei a forma idealizada para se ter a cooperação com outros níveis de governo, com organizações não-governamentais, o setor privado, a academia e organismos multilaterais para a implementação da política de mudanças climáticas e incentivar estratégias de desenvolvimento sustentável ou como será realizado o estímulo a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação científica relacionados ao sistema climático.

As estratégias de mitigação e adaptação estão relacionadas de maneira genérica no capítulo IV da lei. As estratégias prevêm redução da geração de resíduos urbanos, esgotos domésticos e efluentes industriais; reciclagem ou reutilização de resíduos urbanos; adequação da oferta de transporte coletivo e desestímulo do uso do transporte individual motorizado; racionalização e redistribuição da demanda de transportes, com integração dos modais; estímulo ao transporte não motorizado (bicicleta, por exemplo); substituição gradativa do uso dos combustíveis fósseis por biocombustíveis no transporte público; promoção de campanhas de conscientização ao uso racional do automóvel; elaboração de Programa de Controle da Poluição Veicular; promoção e adoção de programas de eficiência energética; entre outros.

Não está claro também como se pretende compatibilizar desenvolvimento econômico-social com a proteção ao meio ambiente e ao sistema climático, com vista ao desenvolvimento sustentável, e como se dará o fomento aos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e outros instrumentos e mecanismos de redução de emissões ou sumidouros de gases de efeito estufa.

O detalhamento das estratégias e ações previstas no Capítulo IV da PMMCDS, deverão constar no Plano Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, a ser elaborado pelo Poder Público Municipal. Entretanto, a Lei não apresenta definição de prazo para a apresentação desse Plano.

## **2.5 A análise comparativa da Lei de Mudanças Climáticas e do Desenvolvimento Sustentável e da Política Nacional de Mudanças Climáticas no contexto da atual fase da política global do clima**

Os Acordos firmados em Cancún, na última Conferência das partes da Convenção do Clima (COP16), representaram continuidade e avanço em relação ao Acordo de Copenhague (COP15), no sentido de se chegar a um novo tratado global sobre mudança climática. A continuidade a um novo estágio, mais avançado, de progresso político nas negociações globais do clima, representou uma mudança de paradigma não só nas negociações entre nações mas também foi uma transição de uma fase nas negociações domésticas, em nível de governos sub nacionais.

No Brasil, após esses acordos, teve início uma nova fase para a agenda ambiental do país. A PNMC é, na verdade, um marco inicial para a regulação das ações de mitigação no país (SEROA DA MOTA, 2010). Apesar da métrica do compromisso de redução ser métrica diferente da adotada no Protocolo de Quioto, para o qual a redução se refere a um nível de emissão passado e observável – no caso, as emissões de 1990, com esse ato, foi possível alcançar a segurança jurídica tão demandada pela sociedade civil, na medida em que a lei torna obrigatória, a nível nacional, a meta de redução nas emissões nacionais de GEEs que fora anunciada pela delegação brasileira, na Conferência do Clima em Copenhague (COP15). Essa iniciativa tornou possível para lideranças de governos locais mobilizarem a sociedade para a questão climática, eliminando, nesse processo, restrições à definição das metas de redução de emissões, propiciando maior clareza dos interesses envolvidos e criando consensos parciais, em busca do consenso geral.

O julgamento de valor sobre o que já está estruturado tanto a nível nacional, quanto local, nesse caso, na cidade do Rio de Janeiro, pode ser construído mediante uma análise crítica comparativa entre a Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e Lei municipal nº 5.248/2011, que institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável na cidade do Rio de Janeiro. A análise das bases institucionais tem assim o objetivo de avaliar a potencialidade dos instrumentos necessários à implementação de propostas que visem à redução e controle de emissões no território nacional e mais especificamente, no município do Rio de Janeiro.

Para a avaliação da potencialidade dos instrumentos necessários à implementação de propostas que visem à redução e controle de emissões no território nacional e mais especificamente, no município do Rio de Janeiro é necessário partir da análise da coerência de estruturação entre as diretrizes, objetivos e instrumentos previstos. De acordo com Houaiss (2001), diretriz é a linha reguladora do traçado que indica a direção, o conjunto de princípios e normas de procedimento, as regras de comportamento. O questionamento sobre qual direção

seguir em determinado eixo temático, dentro de um plano de ação, será respondido pela a diretriz, representada por uma ação definida. Com base nas diretrizes definidas podem-se determinar os objetivos a serem alcançados e os instrumentos propostos para alcance desses objetivos. Sendo assim, os instrumentos, por definição, dizem respeito aos mecanismos para promover a aplicação da política dentro de uma estratégia pré-definida que representará a arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou de explorar as condições favoráveis de que porventura se desfrute, visando ao alcance de determinados objetivos (BRASIL,2009)

Ambas as leis tem como base os princípios de prevenção, mitigação e adaptação, previstos na Convenção do Clima. Entretanto, ambos os instrumentos apresentam referências mais clara somente para o tema da mitigação das mudanças climáticas. Apesar da PMMCDS apresentar como um dos objetivo o estabelecimento de uma política de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, não é possível visualizar os mecanismos a serem adotados para a promoção de ações de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima. As estratégias de mitigação e adaptação, que se encontram organizadas em seis seções, no capítulo IV, referem-se em quase sua totalidade às ações de mitigação. Somente a seção V diz respeito às ações de adaptação, entretanto essas ações somente dizem respeito à prevenção de danos através de um programa permanente de defesa civil.

Para as estratégias de mitigação, que estão anunciadas somente na lei municipal, não há também a identificação de mecanismos para a promoção da aplicação das ações, que se encontram enumeradas nas seções do capítulo IV. As ações para o estabelecimento das estratégias para redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Município serão anunciadas no Plano Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, que será ainda elaborado pelo Poder Público Municipal. Entretanto, diferente da PNMC, que tem prazo definido para a apresentação do Plano Nacional, no município não há definição de prazo para a apresentação do Plano Municipal.

Tanto a PNMC quanto a PMMCDS permanecem ainda somente no campo do discurso com seus conteúdos voltados principalmente para os planos de mitigação de gases de efeito estufa que ainda necessitam ser formulados tanto pelos ministérios, no caso do PNMC, quanto pelos órgãos e setores do poder público municipal, através de um processo de consulta com entidades do setor privado e da sociedade civil.

Partindo da premissa que uma decisão política começa ser construída a partir da generalização, o estágio atual do processo de concretização de uma nova agenda ambiental nacional está ainda em continuidade, onde ocorrem divergências no particular de cada questão, nos detalhes de operação e implementação. Para se chegar à adoção de uma política por completo, que seja passível de se cumprida e implementada, de acordo com as suas

normas vinculadas, é necessário um processo de aproximações sucessivas com o amadurecimento das questões ao longo do tempo. Esse tempo, necessário para o alcance dos objetivos estabelecidos pelas políticas de mudança do clima, pode levar mais tempo do que a ciência tem determinado para as ações eficazes. Por outro lado, a atualização das evidências científicas de mudança climáticas poderá impor uma aceleração na execução das políticas. Para isso é necessário que os passos já tenham sido decididos domesticamente. Uma dessas decisões, já em prática nas ações governamentais, é controle do desmatamento e o plantio de árvores como metas tanto na política nacional quanto nas sub-nacionais.

## **2.6. O caminho do país no percurso rumo à nova ordem social e uma nova economia de baixo carbono- O plantio de árvores como principal ação dentro da política de mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>.**

No panorama mundial, conforme o *World Resources Institute (2009)*, o Brasil é o 4º maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. O país tem uma população de 190 milhões de habitantes, um PIB de 1,6 trilhão de dólares e um PIB *per capita* de 8.000 dólares. De acordo com a Segunda Comunicação Nacional à Convenção Quadro da Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, as emissões brasileiras de gases de efeito estufa aumentaram cerca de 60% entre 1990 e 2005, passando de 1,4 gigatoneladas para 2,192 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (medida que considera todos os gases de efeito estufa). Foi evidenciado na Segunda Comunicação Nacional que o desmatamento tem responsabilidade por mais da metade das emissões brasileiras (61%). Desta forma, o principal componente da estratégia brasileira para o esforço global de mitigação está concentrada nas ações de redução das emissões provenientes de desmatamento.

Com a instituição da obrigatoriedade em nível nacional da metas de redução das emissões do país de GEE, a Lei de Política Nacional de Mudanças Climáticas tornou-se um marco inicial do caminho do país no percurso rumo à uma nova economia de baixo carbono.. As ações de redução de emissões almejam reduzir entre 1.168 milhões de ton CO<sub>2</sub> eq e 1.259 milhões de ton CO<sub>2</sub> eq do total das emissões estimadas de 3.236 milhões ton CO<sub>2</sub> eq para o ano de 2020. Para atingir essa meta os esforços deverão ser concentrados no sector Uso do Solo, Alteração do Uso do Solo e Floresta (LULUCF), através planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas.

Metas nacionais concentradas no controle do desmatamento e incremento de sumidouros podem oferecer ao país uma significativa vantagem comparativa, pois a redução do desmatamento é, sem dúvida, menos restritiva ao crescimento econômico que as restrições ao consumo de energia, inclusive no processo industrial. Além do fato que controle do

desmatamento pode se valer de mecanismos nos quais o proprietário de área florestal recebe um pagamento em quantia pelo menos igual à atual renda líquida gerada pelo desmatamento em troca da manutenção da floresta, evitando, portanto, emissão por desmatamento (SEROA DA MOTA, 2009). Este mecanismo é chamado de redução de emissões do desmatamento e degradação de florestas”, ou REDD, e foi um dos temas que avançaram, quanto a regulamentação, na COP 15.

Esses pagamentos devem refletir os custos de oportunidade do desmatamento que, na Amazônia e Cerrado, são majoritariamente associados à pecuária extensiva ou à agricultura de baixa produtividade (SEROA DA MOTA 2005) Diversos estudos estimam que tais pagamentos estariam entre US\$ 5 a US\$ 8 por tonelada de CO<sub>2</sub>equivalente, isto é, menos da metade dos atuais preços praticados nos mercados de carbono (IPAM, 2007; Strassburg et. al., 2009). Ou seja, opções com um custo muito menor que o da maioria das ações de mitigação em conversão de energia e na indústria.

As ações de incremento no plantio de árvores não estão restritas à áreas destinadas à florestas. O estímulo ao plantio de árvores está presente também nas políticas sub nacionais de mudanças climáticas, como é o caso da cidade do Rio de Janeiro.

No Rio de Janeiro, desde 1984, o município dispõe de instrumentos legais que estabelecem medidas de imposição de plantios arbóreos nos processos de licenciamento de construções. Desta forma, a resguardo à biodiversidade e à preservação do meio ambiente e da qualidade de vida da cidade através do estabelecimento de medidas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, por incremento em sumidores , onde se aplica a integração dos resultados das pesquisas técnico-científicas às ações de governo, já é uma rotina nas ações da administração pública, anterior a PMMCDS.



### 3 - A MITIGAÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS O SEQUESTRO DE CARBONO

A mitigação biológica, por ter importância fundamental na política de mudanças climáticas no Brasil, deve ter uma compreensão ampla do seu processo pela sociedade para que seja possível o acompanhamento das ações propostas pelo governo tanto a nível nacional quanto em sua área de atuação local.

Em princípio, a forma mais legítima e efetiva para mitigar o problema da mudança climática é a redução da emissão de GEEs na fonte, através de aprimoramento tecnológico. Porém esta ação está fora do conceito de seqüestro de carbono em debate na Convenção do Clima. A Convenção refere-se à mitigação biológica, ou seja, à forma natural de seqüestrar o gás carbônico pelos vegetais através da fotossíntese, cujo processo permite fixar o Carbono em forma de matéria lenhosa nas plantas. Sendo assim, a priorização das ações de mitigação biológica pelo governo, no território brasileiro, visam, sobretudo, atender a um dos princípios gerais da Convenção Global do Clima.

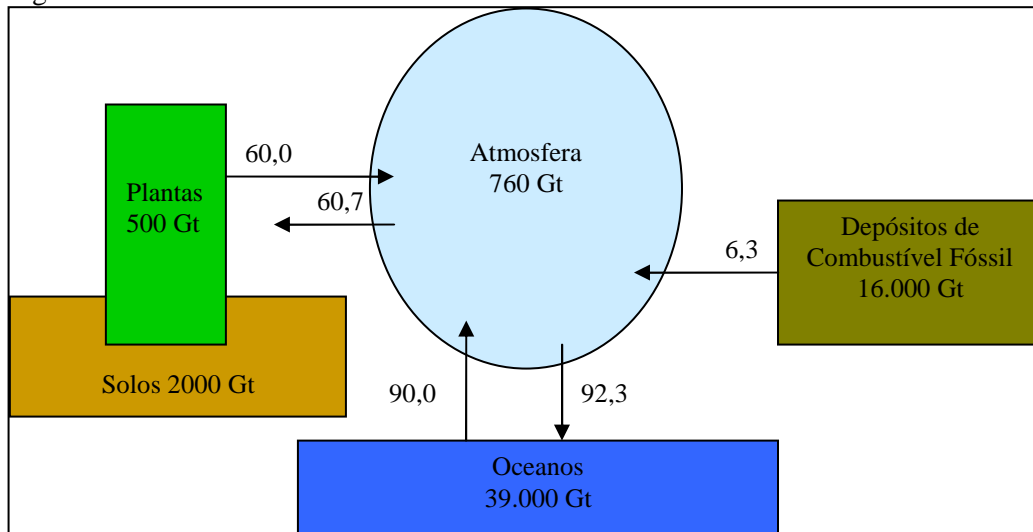
O seqüestro de Carbono vegetal está relacionado diretamente ao processo de crescimento das plantas. Pela fotossíntese, as plantas capturam a energia do sol, transformando-a em energia química. Essa energia pode ser convertida em eletricidade, combustível ou calor. As fontes orgânicas que são usadas para produzir energia usando esse processo são chamadas de *biomassa* (BROWN, 1997). Quanto maior é o porte das plantas, mais biomassa se acumula, e conseqüentemente mais Carbono é fixado, sendo as plantas responsáveis por um estoque de 500 Gt C.

A preocupação mundial com a modificação do clima global criou o interesse, cada vez maior, em plantios de árvores, para ajudar a reduzir o nível de CO<sub>2</sub> atmosférico (DWYER et al, 1992). A maior parte do Carbono terrestre está acumulada no solo florestal pela decomposição de matéria-prima acumulada durante séculos, sendo responsável por 2.000 Gt C. A atmosfera estoca 760 Gt C. Portanto, as florestas, incluindo o solo, estocam dois terços do Carbono – 2.500 Gt C, num total de 3.260 G tC na superfície terrestre (Figura 2). Entre todo o reino vegetal, as florestas proporcionam o mais longo estoque do ciclo do Carbono, em forma de madeira e acumulação no solo por centenas de anos antes de retornar à atmosfera através da respiração, decomposição, erosão ou queima.

A queima de combustíveis fósseis é responsável por mais de 80% das emissões de Carbono no mundo, o que significa um fluxo do Carbono depositado e retido no subsolo há milhões de anos e liberado novamente na atmosfera. O crescimento das plantas estaria realizando o processo inverso desta queima através da fotossíntese, que captura o Carbono da atmosfera estocando-o em forma de biomassa viva.

Combustíveis fósseis são biomassas submersas e decompostas durante as formações geológicas de longa escala temporal. O seqüestro florestal do Carbono é o fluxo entre a atmosfera e os ecossistemas terrestres, o que corresponderia à primeira etapa da formação dos combustíveis fósseis, que é a retenção do carbono em formas vivas na superfície da terra. Um estoque que está absorvendo Carbono é chamado de *poço* (*sink*), e um estoque que estiver liberando Carbono é chamado de *fonte* (*source*). Assim, áreas florestadas são consideradas como *poços de Carbono* (*Carbon sinks*) (TOTTEN, 2000). Há porções do ecossistema terrestre que emitem o CO<sub>2</sub> (quando as florestas são derrubadas) e outros o absorvem (com o crescimento das florestas). Acredita-se que antes de 1950 o ecossistema terrestre tenha sido uma fonte líquida de Carbono (SCHOLES e NOBLE, 2001).

Figura 2



O ciclo de Carbono  
FONTE: IPCC (2001)

As árvores acumulam a energia solar e o carbono da atmosfera pela fotossíntese, combinando-os com água e outros nutrientes na forma de madeira, folhas e raízes. A absorção da água e da maioria dos nutrientes ocorre pelas raízes, sendo transportados às folhas. Com o carbono, o processo de absorção se dá na forma de dióxido de carbono, diretamente da atmosfera, através dos estômatos, que são aberturas microscópicas na epiderme foliar e caulina. Dessa forma, o vegetal acumula massa de cima para baixo, liberando oxigênio. Na fotossíntese, o carbono é acumulado na biomassa, desassimilando o O<sub>2</sub> proveniente do CO<sub>2</sub> atmosférico. Parte do carbono retido na biomassa é transferida para o solo pela decomposição da matéria orgânica morta, como a serapilheira e raízes mortas. Assim, o carbono é armazenado em dois reservatórios principais, a biomassa viva (acima e abaixo do solo) e o solo. O processo oposto à absorção é a liberação do carbono dos solos e da biomassa, através da mudança no uso da terra, queimadas, respiração e decomposição.

As dinâmicas de CO<sub>2</sub> das florestas mudam ao longo do tempo pelo crescimento, declínio e morte natural. As interferências humanas sobre florestas (p.ex. manejos) podem afetar ainda mais de forma negativa essa dinâmica de produção/estoque de CO<sub>2</sub> através de fatores como fertilização e corte/utilização da biomassa (NOWAK, CRANE, 2002). Além disso, mesmo quando a floresta não é eliminada para dar lugar a outros usos da terra, existem emissões significativa e contínua de dióxido de carbono a partir da extração de madeira e outras atividades de uso da terra, que reduzem o estoque de carbono armazenado no ecossistema. Conseqüentemente, há um grande interesse, e de fato uma necessidade urgente de desenvolver e aplicar, metodologias que melhor quantifiquem o carbono armazenado nas árvores, e como esses recursos ambientais podem mudar o resultado do uso do solo pelas atividades humanas.

### **3.1 O sequestro de Carbono no contexto da Política Global do Clima**

O conceito de seqüestro de Carbono consagrou-se na Conferência de Kyoto por se tratar da forma de mitigação de menor custo para reverter o acúmulo de CO<sub>2</sub> na atmosfera na redução do efeito estufa. Em princípio, chegou a considerar no Protocolo de Kyoto quatro formas de seqüestro: a) reflorestamento ou aflorestamento (inclusive de sistemas agroflorestais) para aumentar o seqüestro de Carbono; b) manejo florestal sustentável, que tanto seqüestra carbono quanto reduz emissões; c) conservação e proteção florestal contra desmatamento; e d) substituição do combustível fóssil por biomassa renovável para reduzir as emissões.

As primeiras três formas não são permanentes, além de maiores estoques de carbono implicarem riscos também maiores de emissão de CO<sub>2</sub> no futuro, quando as práticas de conservação do Carbono cessarem. Somente na opção "d" o seqüestro de CO<sub>2</sub> se daria de forma permanente (IPCC, 2001). O IPCC reconhece que ainda é pouco conhecida a influência da mudança do uso da terra e as respostas da biosfera na absorção, armazenagem e liberação do Carbono, que, por sua vez, podem influenciar na concentração do carbono atmosférico. Este ponto já estava explicitado no Thirty Assessment Report (IPCC -TAR, 2001) como uma das incertezas chave do conhecimento científico sobre as propostas para mitigação do aquecimento.

No relatório está explícito que a estimativa de que mesmo todo o Carbono liberado há 250 anos (200 Gt C) pela mudança do uso da terra possa ser re-estocado na biosfera terrestre através de reflorestamento, a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico reduziria apenas de 40 a 70 ppm numa margem de aumento de 490 e 1.260 ppm previsto em 2100 (IPCC, 2001).

O acordo em Marrakesh (COP 7), em 2001, decidiu por excluir a conservação e manejo florestal para MDL no primeiro período de vigência do PK. Entre as três primeiras opções, alguns especialistas na área florestal passaram a defender a idéia que o maior efeito associado a florestas sobre a mudança climática seria a cessação do desmatamento tropical e não o reflorestamento, e estimam uma emissão evitada de 1,6 bilhão de toneladas de Carbono ao ano. Afirmando, além disso, que essa cessação proporcionaria outros benefícios adicionais, como a preservação da biodiversidade, a proteção de bacias hidrográficas e a conservação dos solos.

No debate sobre o seqüestro de Carbono, há um interesse maior voltado às florestas tropicais úmidas (a exemplo do Brasil) pelas características de alta taxa de produtividade primária. É precisamente na sua fase de crescimento que as árvores removem e retêm quantidades significativas de Carbono da atmosfera e que reduzem gradativamente a taxas quase insignificantes quando já formadas.

Com relação às estimativas do potencial de seqüestro de Carbono através de florestas na escala global, o grau de incerteza é muito alto. Segundo a estimativa otimista de Brown et al. (2001b), o potencial de Carbono seqüestrado e evitado através do Carbono florestal é aproximadamente equivalente a 12 a 15% da emissão por combustíveis fósseis (nos ritmos atuais de emissão) nos próximos 50 anos. Este potencial, segundo os autores, seria sob a hipótese da implementação de um programa agressivo de mudança de práticas florestais numa superfície de 700 milhões de hectares no mundo, o que poderia seqüestrar 60 a 87 Gt C nos próximos 50 anos. O maior potencial recairia nos trópicos, respondendo por cerca de 80% deste seqüestro através de: reflorestamento e aflorestamento (16,4 Gt C), agrofloresta (6,3 Gt C), regeneração natural e assistida (em torno de 20 Gt C), e desmatamento evitado (cerca de 16 Gt C).

Já as estimativas de Trexler e Haugen (1994), apud Cacho et al. (2002), do potencial de seqüestro de Carbono nos países tropicais, acumulados até o ano 2050, são mais modestas: reflorestamento e aflorestamento (2,0 – 5,0 Gt C), agrofloresta (0,7 – 1,6 Gt C) e regeneração florestal (9,0 -23 Gt C). Sem dúvida, a realização do potencial, seja qual for a estimativa, depende da disponibilidade de terra, água e de políticas mais amplas, principalmente no setor agrícola e florestal. As maiores barreiras que limitam o alcance do potencial nos países em desenvolvimento são: a) existência de incentivos (ou falta de oportunidades de mercado que favorecem) ao desmatamento (ao mesmo tempo em que carece financiamento específico para o setor florestal); b) sistema de posse e direito da terra inseguros (principalmente nas regiões de fronteira agrícola); c) falta de capacidade técnica e institucional para monitorar e verificar os esforços de mitigação e seus desdobramentos (IPCC, 2001, p.332).

Outros aspectos que limitam o Carbono florestal já foram incorporados nos critérios de certificação do Carbono exigido pelo Protocolo de Kyoto. São eles: a permanência, o vazamento e a adicionalidade. A permanência coloca em questão a eficiência da retenção de Carbono em florestas, pois um dia, finalmente, a madeira será decomposta, quando o Carbono será liberado novamente à atmosfera, pondo um limite de temporalidade para esta retenção. O vazamento é de difícil previsão e contabilização, o que limita a eficiência do seqüestro de Carbono florestal, quando ocorrem são considerados externalidades negativas dos projetos. Um exemplo de vazamento seria a transferência de uma madeireira para outro local devido às ações de conservação florestal de um projeto de seqüestro de Carbono, ou quando as atividades ou resultados do próprio projeto acabam por estimular o aumento da emissão de gases de efeito estufa em processos ocorridos alhures, podendo esta emissão ser diretamente associada ao projeto ou não. É o caso de transferência de emissão de um setor para outro.

A fim de se antepor aos possíveis riscos e à difícil contabilização do carbono florestal colocados pelos ambientalistas, o encontro de Marrakesh, que aprovou a inclusão do seqüestro de Carbono florestal no Protocolo de Kyoto, procurou incorporar as considerações e críticas dos ambientalistas, estabelecendo critérios para a validação dos créditos de carbono, os quais teriam que ser adicionais, descontados os eventuais vazamentos, e ter uma validade temporária, enquanto o Carbono permanecer estocado na floresta (Decisões 11/ CP7 e 17/CP 7). Uma vez vencido, o detentor dos créditos teria que procurar outro estoque para dar continuidade à sua validade. Além disso, para se assegurar contra as potenciais dubiedades de interpretação em relação às linhas de base e às dificuldades de monitoramento dos eventuais vazamentos de Carbono de ações de conservação florestal, esta não foi aprovada para o primeiro período de vigência.

Após questionamentos não conclusivos sobre a questão dos critérios relativos à tipologia de florestas (naturais ou introduzidas), em relação à função de absorver ou manter carbono em sumidores, foi definido, na COP10 realizada em Buenos Aires, em 2004, critérios simplificados para apresentação de projetos florestais de pequeno porte (menos de 8 mil t Carbono sequestrado/ano), particularmente aqueles voltados ao bem-estar de comunidades (Decisão 14/CP 10).

Em 2007, o IPCC recomenda sobre ações de redução de emissões através do desmatamento evitado, afirmando que cerca de 65% do total do potencial de mitigação está situado nos trópicos e que as atividades de mitigação relacionadas às florestas podem reduzir consideravelmente as emissões pelas fontes, sendo que 50% deste total poderia ser alcançado pela redução de emissões de desmatamento evitado (IPCC AR4, 2007)

Na COP13, realizada em Bali, em dezembro de 2007, Estabeleceu-se compromissos mensuráveis, transparentes e reais para a redução de emissões antrópicas, especificamente os desmatamentos das florestas tropicais (REED), com a alteração do limite de remoção de GEE, para os projetos de pequena escala de florestamento e reflorestamento, de 8, para 16 quilotoneladas de dióxido de Carbono. O conceito de redução compensada tornou-se a base da discussão de REDD nos anos seguintes.

### **3.2 Redução de Emissões Oriundas do Desmatamento e Degradação Florestal - REED**

As florestas naturais desempenham um papel importante no ciclo global do carbono. A biomassa e o solo armazenam cerca de três vezes a quantidade de carbono que atualmente é encontrado na atmosfera, e a troca anual de carbono entre a atmosfera e florestas naturais s é 10 vezes maior do que as emissões anuais de carbono provenientes global da queima de combustíveis fósseis pelos seres humanos. Apesar das florestas naturais armazenarem tais quantidades significativas de carbono, pouca consideração tem sido dada pelos governantes para o papel das florestas na abordagem do problema das alterações climáticas. Entretanto, em 2007 a Conferência da Convenção sobre Mudança Climática, em Bali (COP 13), a comunidade internacional reconheceu a necessidade de reduzir as emissões por desmatamento e degradação florestal (REDD) como um componente vital de uma solução abrangente para o problema das alterações climáticas.

O conceito de REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal), parte da idéia de incluir na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa aquelas que são evitadas pela redução do desmatamento e a degradação florestal. Nasceu de uma parceria entre pesquisadores brasileiros e americanos, que originou uma proposta conhecida como “Redução Compensada de Emissões” (Santilli *et al*, 2000), que foi apresentada durante a COP-9, em Milão, Itália (2003), por Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM e parceiros. Segundo este conceito, os países em desenvolvimento detentores de florestas tropicais, que conseguissem promover reduções das suas emissões nacionais oriundas de desmatamento receberiam compensação financeira internacional correspondente às emissões evitadas. O conceito de redução compensada tornou-se a base da discussão de REDD nos anos seguintes.

O significado do REED para o problema da mudança climática pode ser constatada pelo fato que cerca de 35 por cento dos gases com efeito de estufa armazenada na atmosfera é devido à ação de desmatamento no passado, e cerca de 18 por cento das emissões globais anuais é o resultado da continuidade desse desmatamento (IPCC 2007). Inicialmente esse mecanismo foi concebido para os países em desenvolvimento que detêm florestas tropicais,

permitindo-os participar efetivamente dos esforços globais de redução de emissões de gases de efeito estufa. A discussão sobre o desmatamento evitado evoluiu de um mecanismo que tinha foco somente no desmatamento evitado (COP 11, 2005), para ser ampliado e incluir a degradação de florestas (COP 13, 2007).

Na atualidade o conceito foi ampliado e é conhecido como REDD+, Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal, e o papel da conservação, manejo florestal sustentável e o aumento dos estoques de carbono. O REDD + é utilizado para definir qualquer atividade que esteja contemplada dentro do escopo previsto no mecanismo. Ele se refere à construção de um mecanismo, ou uma política, que deverá contemplar formas de prover incentivos positivos aos países em desenvolvimento que decidirem por colocar em prática ações para redução das emissões derivadas de desmatamento e degradação das florestas e / ou aumento das reservas florestais de carbono e / ou gestão sustentável das florestas e / ou conservação florestal. Um projeto que contemple apenas uma das atividades do escopo todo, ainda assim um projeto de REDD+, mesmo considerando apenas uma das.

Desde a Conferência de Bali, o REDD tem se tornado o ponto central das negociações de um novo acordo sobre o clima. O REDD representa a maior oportunidade isolada de redução imediata, e de maior custo efetivo, da emissão de GHG. As outras opções mais tecnológicas, como a captura e armazenamento de carbono, são muito mais caras e necessitam de um tempo muito longo para serem implementadas em larga escala.

As decisões relativas a florestas foram internalizadas pelas resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, a Autoridade Nacional Designada brasileira. A Resolução nº 2 estabeleceu critérios mínimos brasileiros para a definição de floresta: mínimo de cobertura de copa da árvore de 30%, área mínima de 1 hectare e altura mínima da árvore de 5 metros. Adicionalmente, a Resolução nº 3 estabeleceu as condições sobre comunidade de baixa renda, que devem ser obedecidas pelos projetos de pequena escala de florestamento/reflorestamento.

Essa imposição de tetos máximos para projetos de reflorestamento dentro do MDL restringiu as possibilidades de captação de recursos para projetos que visem reflorestar áreas degradadas, bastante abundantes na Mata Atlântica e na Amazônia. Por outro lado, após a discussão sobre tipologia de floresta relacionada à eficiência para absorver ou manter carbono em sumidouros, emergiu um mercado “informal” ou “Não-Quito” de Carbono “sócio-ambiental”, que responde à convergência de preocupações e iniciativas de conservação da biodiversidade e manejo racional de florestas remanescentes, aliviando a pobreza e o acesso distribuído de energia no meio rural.

Com a adoção dos procedimentos simplificados para projetos florestais no MDL, no entanto, voltou a possibilidade de atender alguns projetos nesta modalidade através do próprio mercado de carbono oficial. Os projetos que prevêm apenas o plantio de florestas para fins econômicos ou mesmo de recuperação de áreas de preservação permanente ou reservas legais seriam de interesse menor ao mercado de Carbono, mas podem representar uma opção para criação de parcerias entre empresas nacionais, comunidades e governo para recuperar importantes funções e serviços ambientais gerados por matas ciliares, mananciais e nascentes, cuja importância para a provisão e regularidade de água é cada vez mais crítica para o bem-estar local e regional (MAY, 2005).

Na última Conferência do Clima, realizada em 2010, em Cancun, os debates sobre os incentivos ao REDD + terminaram com algumas definições, ainda que um tanto abertas. O Acordo de Cancun deixa clara a necessidade de reduzir, acabar e reverter a perda da cobertura florestal e do carbono, de acordo com as circunstâncias nacionais e dependendo do apoio “adequado e previsível” recebido pelos países em desenvolvimento. Consta da minuta do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ação Cooperativa de Longo Prazo (AWG-LCA) grande parte do enquadramento do mecanismo de REDD +, que se refere a redução das emissões por desmatamento e degradação em países em desenvolvimento e o papel da conservação, manejo sustentável e melhoria dos estoques de carbono nas florestas. Entretanto, o texto não define se o financiamento do REDD + será realizado através de mecanismos de mercado, deixando a decisão para a COP 17 na África do Sul em dezembro de 2011. Na reuniões das Nações Unidas, ao longo do ano, antes da próxima conferência, serão discutidas as formas de financiamento, como o mercado de carbono e fundos multilaterais e governamentais.

No texto ainda é solicitado a criação de sistemas nacionais de monitoramento e relato, que se refere aos temores de vazamento das emissões de projetos isolados para áreas próximas, com permissão à sistemas sub-nacionais como uma medida ínterim. Esta decisão foi resultado do debate sobre a questão referente à contabilização das ações do REED +, se de deveriam ser contabilizadas a nível nacional ou sub-nacional. O texto ainda enfatiza o uso das salvaguardas sociais e ambientais e da necessidade de ações consistentes com a conservação das florestas naturais e da diversidade biológica.

No documento é claro a decisão pela determinação da elaboração de estratégias nacional, pelos países em desenvolvimento, que devem conter sistemas de monitoramento, salvaguardas e medidas de ação eficaz contra as ações do desmatamento e degradação florestal, nas questões fundiárias, de governança, dentre outros. Caberá aos países desenvolvidos a função de ajudar no financiamento, capacitação e desenvolvimento de tecnologias e atividades demonstrativas nos países em desenvolvimento. As questões no



âmbito das Nações Unidas e as estratégias nacionais, deverão ser discutidas ao longo do ano de 2011.

### 3.2.1 As principais questões no REED

O conceito de REDD ganhou muito apoio na última conferência, e existe um consenso geral o mecanismo será incorporado a um novo acordo de clima a ser implantado após 2012. Um dos motivos da evolução da discussão na COP16, foi o fato de já existir, e estar disponível, uma tecnologia de sensoriamento remoto muito mais desenvolvida do que em relação aos anos 1990. Outro fato presente na argumentação a favor da incorporação do REED em um novo acordo, é a irrefutável evidência científica sobre a magnitude de mudanças climáticas antrópicas, e a ampliação do conhecimento público sobre os impactos potenciais desta crise. Há uma necessidade premente de reduções rápidas e significativas de emissões para limitar o aumento da temperatura média global até 2° C, considerado o limite máximo para evitar impactos sociais, econômicos e ecológicos catastróficos, no Acordo de Cancun (COP16, 2010).

Por outro lado, apesar da evolução nas técnicas cobertura e na precisão do sensoriamento remoto, permanecem ainda algumas questões técnicas que estarão em discussão tanto nas reuniões no âmbito da Convenção do Clima quanto nas discussões domésticas. Para que seja assegurado a viabilidade de iniciativas de REED é preciso evoluir nas discussões sobre adicionalidade, vazamento e impermanência

Em relação à adicionalidade é importante demonstrar que as reduções de emissões causadas por uma iniciativa REDD são maiores do que as que teriam ocorrido na ausência da iniciativa. A dificuldade se encontra no fato de se estar trabalhando a partir de um cenário hipotético. É preciso que as reduções de desmatamento sejam medidas a partir de uma linha de base e que essa linha tenha atualização periódica. Isso assegura que só sejam contabilizadas as reduções *adicionais* do desmatamento em relação a uma linha de base de longo prazo. No caso do Brasil, para atendimento às exigências de adicionalidade, foi estabelecida uma linha de base definida pela taxa média histórica do desmatamento na Amazônia Legal ao longo de uma década (1996-2005). As reduções no desmatamento, medidas em relação à essa linha de base, é atualizada a cada cinco anos.

O conceito de vazamento se refere aos esforços para evitar as que emissões de carbono florestal evitadas em um local (por meio do estabelecimento de uma área protegida, por exemplo) possam sofrer desvio para o desmatamento em um outro local. Esse problema foi resolvido na decisão final da COP16, com a solicitação da criação sistemas nacionais de

monitoramento e relato ser resolvido e da permissão à sistemas sub-nacionais como uma medida de suporte, para evitar que a fiscalização mais forte em um país não resulte na transferência do desmatamento ou degradação florestal a outro país. É necessário contudo que haja uma evolução em projetos locais, para a oferta de aprendizagem sobre o desenho e a implantação de iniciativas do mecanismo, que é essencial para além do engajamento ativo, haja também o apoio de populações locais, sendo este decisivo para o êxito da proposta.

Quanto ao risco da impermanência ou seja, que as iniciativas de REDD não sejam sustentáveis, a preocupação se encontra na característica dos ecossistemas florestais estarem sujeitos a perturbações tais como infestações de pestes e incêndios, algumas vezes causadas pelas próprias mudanças climáticas. Para a mitigação desses riscos há a proposição de haver o desconto das emissões reduzidas pelas iniciativas de REDD, que geralmente são de 10 a 30%, dependendo do grau de risco.

Outra questão técnica também complexa envolve o cálculo das emissões de carbono oriundas da degradação florestal. Em contraste com o desmatamento, há diferentes graus de degradação florestal, mas como ela ocorre abaixo do dossel (conjunto das folhas e galhos das árvores), é mais difícil de detectar. Da mesma forma, enquanto o desmatamento em países como o Brasil é geralmente definitivo, a degradação é frequentemente temporária e reversível, os sinais de exploração madeireira altamente seletiva desaparecem após 2 ou 3 anos.

Um outro desafio crítico para a implantação do REDD é fornecer benefícios sociais tangíveis, especialmente para as populações tradicionais, como povos indígenas e extrativistas, que historicamente têm exercido um papel fundamental na conservação de florestas tropicais. Com base nesse histórico de discussão no tema, no texto final da decisão da COP 16, consta a solicitação às partes, países em desenvolvimento, que ao desenvolver e implementar suas estratégias nacionais e planos de ação, abordem, nomeadamente, os condutores de desmatamento e degradação florestal, as questões de regularização fundiária, problemas de governança florestal, as considerações de gênero e as salvaguardas, garantindo a plena e efetiva participação das partes interessadas, nomeadamente, os povos indígenas e comunidades locais.

Como parte das negociações internacionais de clima, a participação ativa e informada de povos indígenas e outras populações tradicionais – comprovadamente os guardiões mais efetivos de florestas tropicais – é essencial para estabelecer mecanismos justos de REDD. Porém, devido ao foco na redução de emissões em comparação com aquelas que seriam geradas na ausência da intervenção (conforme requerido pela adicionalidade), havia a tendência do mecanismo em excluir áreas de floresta intacta mantidas por populações tradicionais, a não ser que essas áreas estivessem sob ameaça iminente. Com essa decisão

buscou-se uma forma de fornecer incentivos a mudança de comportamento de destruidores em potencial de florestas, e também de compensar os guardiões da floresta continuem a agir conforme às suas tradições. Permanece a discussão sobre o desenvolvimento de um sistema de fluxos financeiros tanto para a redução de emissões como para a manutenção de estoques de carbono.

Para o financiamento das ações do REED existem três principais tipos de mecanismos financeiros. Os mercados próprios, os fundos baseados em doações voluntárias e as iniciativas baseadas em mercados. O carbono florestal não está incluído nos grandes mercados regulados de carbono, entretanto há um forte interesse de inclusão em um mercado regulado após o período de vigência do Protocolo de Quioto, após 2012.

Na COP16 não houve uma decisão final, sendo solicitado ao Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Cooperação de Longo Prazo no âmbito da Convenção para explorar as opções de financiamento para a execução completa das ações previstas, com a exigência da apresentação de um relatório sobre os progressos realizados, incluindo as recomendações para os projetos de decisões sobre este assunto, até a próxima COP.

Entre os 14 países, ou grupos de países, participantes da UNFCCC, o Brasil é o único que defende a criação de fundos como o mecanismo exclusivo de financiamento para REDD (Parker et al., 2008). O Fundo Amazônia, que mantém com o governo da Noruega um acordo de financiamento de ações, recebeu em doação em 2008 US\$100 milhões como parte de um pacote maior que poderá alcançar US\$1 bilhão, conforme o desempenho do Brasil na redução do desmatamento e das emissões associadas. Conforme anunciado pelo governo, o fundo pretende arrecadar até US\$21 bilhões em doações, principalmente de fontes internacionais. A proposta de gestão do Fundo é gerar certificados de carbono, através das reduções de desmatamento, que não sejam negociáveis em mercados e, portanto, não possam ser usados como compensação para emissões em países industrializados.

A maior preocupação do governo brasileiro, e o que se quer evitar, é a utilização do REED pelos países industrializados para compensar suas próprias emissões, no lugar de reduzi-las nas fontes. Esse é o motivo pelo qual o Brasil mantém a rejeição ao mercado como fonte de financiamento para o mecanismo. Outro receio, é o aumento rápido da oferta de grandes quantidades de carbono florestal, que acarretaria a diminuição do preço do carbono. Para minimizar esses potenciais riscos, estudam-se medidas para limitar, pelo menos inicialmente, o tamanho do mercado de carbono florestal.

### 3.3 - As vantagens e desvantagens do seqüestro florestal do Carbono

O seqüestro de Carbono está colocado no cenário internacional como uma das medidas, ainda que paliativa, para mitigar a tendência do aquecimento. Isto se deve, a princípio, à comprovação de que o principal incremento de CO<sub>2</sub> na atmosfera tem origem antrópica, considerando-se as margens de incertezas e os avanços que a ciência permite fundamentar, tanto em relação ao aquecimento global quanto aos problemas e riscos que acarretaria à humanidade. Mesmo assim há ainda argumentos em favor, que ressaltam suas vantagens, e outros contra, que apontam para suas limitações.

No que diz respeito ao aquecimento global, o seqüestro florestal do Carbono figura como um mecanismo que pode contribuir para a absorção de CO<sub>2</sub> dentro da estratégia de mitigação das emissões de GEE, em acordo com a decisão da convenção do Clima. Por outro lado, tem a desvantagem de desviar a atenção e competir, por recursos, com a principal causa antropogênica do aquecimento, que é a redução das emissões de CO<sub>2</sub> na fonte nos países do Anexo 1.

O seqüestro de carbono é paliativo, equivalente à tecnologia *end of pipe*, pois seqüestra o que foi emitido. Possui a desvantagem de ser temporário, além de apresentar riscos de vazamento, enquanto projetos energéticos reduzem as emissões na fonte. Segundo Cacho et al. (2002), os próprios defensores do instrumento de seqüestro de carbono admitem que os projetos de 'Land Use Change and Forest' (LULUCF) não resolvem o problema de permanência, pois estes são por natureza temporários, uma vez que o CO<sub>2</sub> capturado durante o crescimento da floresta retorna à atmosfera após a colheita, ao passo que projetos do setor energético tendem a reduzir as emissões de forma permanente.

Por outro lado, o baixo custo do seqüestro de carbono florestal, principalmente quando executado nos trópicos, em comparação com as reduções das emissões na fonte nos países industrializados, é um fator de pronta aceitação desse mecanismo pelas empresas emissoras. A adoção desses projetos permite que se possa atuar desde já, no cumprimento das obrigações impostas pela Convenção, enquanto tecnologias do setor energético, economicamente viáveis, possam ser desenvolvidas.

Enquanto as discussões públicas sobre mudanças climáticas, no âmbito da Convenção do Clima e do Protocolo de Quioto, são embasadas em termos regulatórios e metodológicos para as ações de mitigação das emissões de GEE, o que tem sobressaído ao final é que, a priori, é obrigatório tratar o problema como uma questão econômica para a formulação de políticas de ação, que têm como objetivo o controle do nível de emissões do poluente, visando obter o maior benefício social líquido.

#### **4- A ECONOMIA GLOBAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Com a necessidade de colaboração entre disciplinas no desenvolvimento do tema referente às conseqüências do fenômeno aquecimento global, a mudança climática tornou-se uma área de conhecimento transdisciplinar (MAY et al, 2003). Em se tratando da economia, surgiram várias formas de se pensar o tema, com principal enfoque na análise dos custos associados às medidas necessárias para o abatimento de GEE, de mitigação e nos instrumentos econômicos para induzir o abatimento de GEE tanto no nível dos atores econômicos, quanto no nível dos países em conjunto.

A principal razão para a abordagem econômica da questão das mudanças climáticas está no fato que a redução de emissões demanda investimentos em mudanças nas técnicas e arranjos de produção, que por sua vez, envolvem recursos monetários para a sua efetivação. Além do mais, o custo de reduções fragmentadas é muito maior do que o custo de reduções como um todo. É necessário, portanto, que a sociedade decida o quanto se quer reduzir e o quanto estão preparados seus agentes para pagar por essa redução de emissões. É deste ponto de vista econômico, da análise entre custo e benefícios líquidos de tais investimentos, que prevalece a análise da questão da mudança climática.

##### **4.1 O ponto de vista econômico da questão da mudança climática**

Os gases de efeito estufa GEEs são classificados como poluição de estoque (stock-damage pollution), pois só passam a ser considerados poluidores na medida em que se acumulam na atmosfera. Porém como se acredita que a concentração de Carbono na atmosfera já está alta, e como o Carbono leva mais de cem anos para ser capturado da atmosfera naturalmente, podemos admitir essa variável como sendo poluição de fluxo (flow-damage pollution), sem perda de generalidade.

Há muitas opções tecnologicamente práticas para reduzirem-se as emissões de GEE, e muitas mais serão desenvolvidas através dos avanços na pesquisa científica. Mas nem todas são eficientes do ponto de vista econômico. Ou seja, as soluções desenvolvidas, embora tecnicamente praticáveis, não são todas economicamente eficientes, o que não representaria uma alocação coerente de recursos para reduzir ao final as emissões.

Em todas as economias capitalistas estáveis, o mecanismo de livre determinação de preços é fundamental em alocar recursos a fim de alcançar o equilíbrio entre escassez e demanda intertemporal destes. O mesmo valendo para que se alcance a eficiência objetivada nos resultados, ao menor custo para sociedade, na questão das mudanças climáticas. No entanto, isto não quer dizer, no caso da poluição, que o mercado não regulado, sem restrições legais, sempre fornecerá um resultado desejável para a sociedade. Isto, pois, sob condições de

mercado livre, os poluidores não incluem em seus cálculos econômicos a externalidade negativa de sua atividade, a poluição. Assim, uma política de controle de externalidades negativa reconheceu, desde Pigou<sup>17</sup> nos 1920, a necessidade de internalizar tais custos na estrutura de custos das emissões – este é o princípio do poluidor pagador.

Este princípio foi consagrado com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), sendo matéria da Declaração do Rio (1992), em seu princípio 16, tendo sido conceituado do seguinte modo:

*"As autoridades nacionais devem esforçar-se para promover a internalização dos custos de proteção do meio ambiente e o uso dos instrumentos econômicos, levando-se em conta o conceito de que o poluidor deve, em princípio, assumir o custo da poluição, tendo em vista o interesse público, sem desvirtuar o comércio e os investimentos internacionais".*

*"...as pessoas naturais ou jurídicas, sejam regidas pelo direito público ou privado, devem pagar os custos das medidas que sejam necessárias para eliminar a contaminação ou para reduzi-las ao limite fixado pelos padrões ou medidas equivalentes que assegurem a qualidade de vida, inclusive os fixados pelo Poder competente"(2).*

*"...o causador da poluição deve arcar com os custos necessários à diminuição, eliminação ou neutralização deste dano, sendo que o causador poderá repassar tal custo para o preço do produto final, de acordo com a concorrência de mercado".(3)*

O mais importante, no entanto, é que tal política não nega o mecanismo de preço, ela simplesmente representa, no primeiro momento, uma correção de um preço relativo de modo que possa assim refletir corretamente o valor de custo resultante da poluição, ou seja, a inclusão da externalidade negativa trazido por esta. Em um segundo momento, o sistema de preço deixa de alocar recursos como antes, agora de acordo com os preços relativos corrigidos.

O custo "social" calculado de poluição é o produto de uma análise de custo-benefício que tem dois elementos. O primeiro consiste numa lista de avaliações monetárias do dano (global) causado pelas emissões de cada tonelada sucessiva de carbono. Essa avaliação também pode ser interpretada como o valor financeiro do dano evitado por reduzir cada tonelada de emissões de GEE. O segundo elemento consiste numa avaliação do custo de se reduzir em cada tonelada a emissão de GEE, medida em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (tCO<sub>2</sub>).

Em linhas gerais, do ponto de vista econômico, é ideal para os agentes investir em abatimento até o ponto em que o custo marginal de cada tCO<sub>2</sub> não emitida iguala-se benefício marginal desta. O preço em que isto ocorre é o assim chamado 'custo social' da poluição. Acima de isto, qualquer gasto adicional em abatimento custaria mais que o valor investido para compensar o dano resultante, e vice versa.

---

<sup>17</sup> Pigou, A.C. (1920).

## 4.2 A política dos certificados transacionáveis e seus derivados

Sendo conhecido o nível ótimo de emissão, existem diversas possibilidades de política de que o administrador social poderia utilizar-se para alcançá-lo, o mercado de créditos de carbono traz como principal alternativa os chamados certificados de emissão transacionáveis.

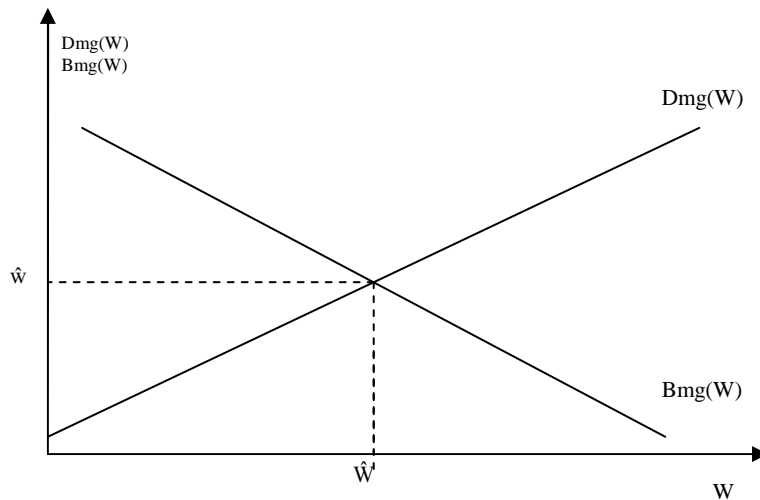
A opção por certificados transacionáveis como forma de minimizar os custos relacionados à mitigação de emissão de poluentes é embasada por um modelo microeconômico descrito para o controle de poluição.

### 4.2.1 - O modelo microeconômico

Os certificados transacionáveis têm o objetivo de minimizar os custos relacionados à mitigação de poluentes, eles são embasados por um modelo microeconômico que relaciona a quantidade (nível) de emissão de poluentes e o valor monetário do dano ambiental já valorado provocado. Com base em Pearman et al (2003), pode-se descrever uma função estritamente crescente para esta relação, pois quanto maior as emissões dos poluentes, maior será a perda de qualidade ambiental, e maiores os gastos com saúde, ou gastos com reposição e substituição (sendo o caso). Da mesma forma que o dano marginal é estritamente crescente, pelo menos para os níveis de emissão do problema. Isto quer dizer que quanto maior o nível de emissão, maior será o dano médio provocado.

Seguindo o modelo, podemos também constatar que relacionando o nível de emissão com o benefício que o setor econômico obteria com a atividade responsável por esse nível de emissão, será também estritamente crescente. Entenda-se que não é o setor econômico o única a beneficiar-se com a o aumento do nível de emissão, mas também se beneficiam os consumidores dos produtos que emitem tais poluentes no seu processo de fabricação, pois também ganham com preços mais baixos. Sendo assim, o dano ambiental é uma externalidade do processo produtivo, e logo, não internalizado nos custos dos produtores a emissão adicional de poluentes. Há uma economia indireta de recursos correspondentes aos investimentos que seriam necessários para a redução das emissões, e conseqüente minimização do impacto das externalidades supracitadas. No entanto, o benefício marginal seria decrescente, quanto maior o nível de emissões, menor o investimento necessário para reduzir marginalmente essa emissão. Desta forma, obtemos o nível eficiente de emissão do poluente no ponto em que o benefício marginal da poluição iguala-se ao dano marginal. Como no caso em que a emissão seja menor que  $\hat{W}$  (Gráfico 1), e o benefício marginal de poluir seja maior que o dano marginal da poluição, assim, mais poluição significaria um maior benefício líquido (o caso contrário se dá de igual forma).

Gráfico 1: Benefício Marginal x Dano Marginal



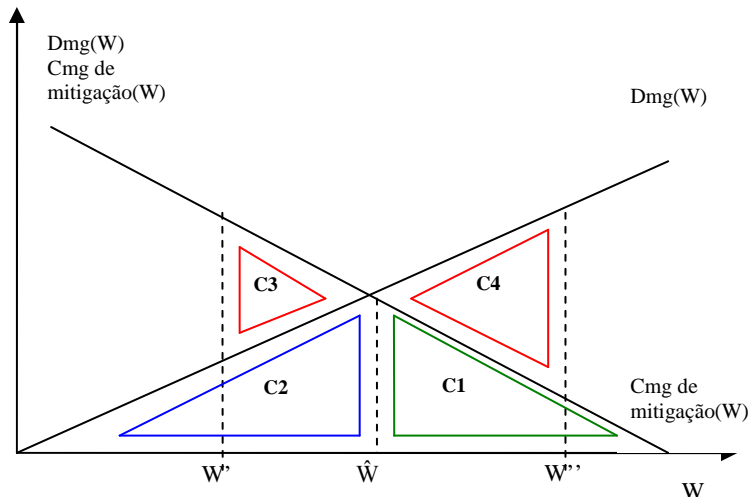
Fonte: PERMAN et al., 2003, p.172

Analisando ainda o gráfico acima, podemos dizer que o valor do dano marginal ou do benefício marginal é dado por  $\hat{w}$ , que pode ser entendido como o preço de equilíbrio da poluição. Esse é o preço que poderia ser usado em políticas de taxas e subsídios, mas na prática, como a poluição não tem um mercado,  $\hat{w}$  é um preço-sobra (shadow-price) da externalidade.

Podemos também adotar um outro ponto de vista e entender tal nível ótimo de emissão como o nível que minimiza os custos totais de mitigação mais os custos totais do dano ambiental. Desta forma, ainda na análise do gráfico acima, podemos interpretar  $Bmg(W)$  como função do custo marginal de mitigação das emissões, apontando a área sob o gráfico de  $DMg(W)$  como equivalente ao custo total do dano ambiental de  $W$  emissões. Similarmente, a área sob o gráfico de custo marginal de mitigação (lido da direita para a esquerda - isto é, quanto maior a emissão  $W$ , menor o custo marginal de mitigação) pode ser entendida como equivalente ao custo total de mitigação. O ponto  $\hat{W}$  pode ser entendido como o ponto que minimiza os custos totais de mitigação e do dano, conforme comparamos ponto  $\hat{W}$  com os pontos  $W'$  e  $W''$  do gráfico abaixo (Gráfico 2):



Gráfico2: Custos Totais de Mitigação



Fonte: PERMAN et al., 2003, p.173

A área  $(C1+C2)$  representam os custos totais no caso de  $\hat{W}$ , sendo C1 o custo total de mitigação das emissões e C2 é o custo total provocado pelo dano provocado pelas emissões. O ponto à esquerda ( $W'$ ) representa o custo total em relação às emissões, sendo superior ao do ponto  $\hat{W}$ , e igual à área  $(C1+ C2 + C3)$ , onde o custo do dano é menor (uma fração da área de C2), porém o custo de mitigação é muito superior (área  $C1+ C3 +$  complementar C2). Por sua vez, o ponto à direita ( $W''$ ), mostra que os custos associados a esse ponto também são maiores que o de equilíbrio, sendo que, neste ponto, o custo de mitigação é menor (uma fração da área de C1). Porém, o custo total associado ao dano provocado é bem maior (área de  $C2 + C4 +$  resto de C1).

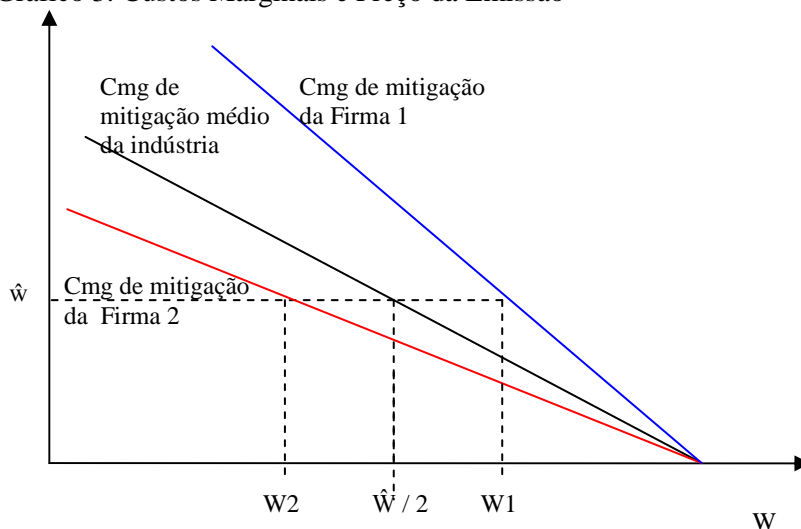
Um exemplo que defina alternativamente o ponto  $\hat{W}$  como aquele em que os custos totais de mitigação e do dano minimizados, seria estipular um limite máximo tolerável de emissões de certo poluente, que caso excedido aumentaria enormemente os danos à saúde das pessoas. Diante disto, o administrador deve limitar as emissões na quantidade identificada. Com isto, a reta de dano ambiental seria vertical, e o ponto ótimo não dependeria da função de custo marginal de mitigação.

Sendo conhecido o nível ótimo de emissão, definido como o nível onde os custos totais de mitigação e do dano encontram-se minimizados, existe diversas possibilidades de política de que o administrador social poderia utilizar-se para alcançá-lo. Os chamados certificados de emissão transacionáveis é a principal alternativa trazida pelo mercado de créditos de carbono. Através destes, o aumento da emissão de uma indústria é compensado por reduções em outras indústrias, respeitando-se um nível desejado de emissões totais. As indústrias podem transacionar tais permissões de emissão, sendo concedidas gratuitamente na

quantidade de  $\hat{W}$  (no Gráfico 1.2 acima) para toda a indústria. Porém, na situação em que as firmas com menor custo marginal de mitigação, venderiam permissões pelo fato de emitirem menos poluentes que o permitido, e inversamente, as firmas com maior custo marginal de mitigação, poderão emitir mais que o originalmente permitido, comprando tais permissões. Como resultado, estas transações reduzem os custos totais de mitigação, resultam em uma transferência de renda da indústria com maior custo marginal de mitigação para a com menor. No caso destas serem leiloadas pelo administrador social, há uma transferência de renda do setor privado para o setor público, se mantendo o mínimo custo de mitigação.

Para melhor ilustração tomemos o exemplo duas firmas operam em concorrência perfeita, emissoras dos mesmos poluentes em seu processo produtivo. Sendo um  $\hat{W}$  máximo para toda a indústria estipulado pelo administrador social, este concede gratuitamente  $\hat{W} / 2$  certificados de emissão para cada firma. Posteriormente, a Firma B, que apresenta um custo marginal de mitigação das emissões menor que a média da indústria, escolhe por reduzir suas emissões além do ponto necessário ( $\hat{W}/2$ ) e vender certificados correspondentes à diferença do emitido pelo máximo definido. O fato de que a firma estaria ganhando menos poluindo mais do que vendendo os certificados a um preço  $\hat{w}$ , este comportamento é racional. Por sua vez a Firma A entenderá ser menos oneroso pagar por certificados ao preço de  $\hat{w}$  do que cobrir os custos totais de mitigação até o nível  $\hat{W}/2$  estipulado pelo administrador social. Tal exemplo é melhor ilustrado no gráfico a seguir (Gráfico 3).

Gráfico 3: Custos Marginais e Preço da Emissão



Fonte: PERMAN et al., 2003, p.226

Desta forma, chega-se ao mesmo nível ótimo de emissão  $\hat{W}$ , com o mesmo preço-sombra para emissão  $\hat{w}$ , o que assemelha a política de certificados de emissão transacionáveis com a opção de comando controle (onde há a obrigação de se reduzir ao nível estipulado, sem

qualquer flexibilização. No caso dos certificados, a diferença está no fato de que as firmas, ao conhecerem seus custos marginais de mitigação, podem negociar entre si, reduzindo os custos totais de mitigação necessários para que toda a indústria emita o nível  $\hat{W}$  de poluentes. Vale dizer que o custo de transação dos certificados deve ser insignificante.

Dentre as críticas a esta política de mitigação, destaca-se primeiramente o fato de que a política de certificados transacionáveis não pode ser utilizada para mitigar poluentes que tenham um efeito mais localizado, como poluição de rios ou gases tóxicos. Pois nesse caso o quanto é emitido em cada localidade é o que importa, não é o nível agregado de emissões. Ou seja, reduções em uma localidade específica não compensariam aumentos de emissão em outras regiões. O ponto é que no caso dos GEE, seu efeito é sentido de forma geral em todo o planeta (i.e. o aumento da temperatura na atmosfera) não havendo problema em crer que aumentos de emissão em determinado país, ou a não redução acordada de um país, serão compensados pela redução das emissões de outra nação.

Também se aponta como crítica ao modelo o fato de que o custo de transação nulo (ou desprezível) tido como hipótese necessária para o problema não se confere facilmente, já que não há mercados organizados e em escala o suficiente para essas emissões. Como consequência há concentração de capital em poucos e grandes projetos, que por sua vez acabam inibindo a oferta de pequenos projetos, distorcendo o processo de formação de preços da mitigação global destas emissões. Além de impedir a execução de pequenos projetos em alguns casos mais importantes para a conservação do meio ambiente e para o benefício das populações locais.

Um terceiro argumento seria o de que a indução que tal política teria no desenvolvimento de tecnologias mais limpas de produção. No caso de não haver opções de flexibilização para o nível de emissão, ou ser imposto pelo governo uma taxa sobre as emissões (com o preço  $\hat{w}$  / emissão), as empresas, como estratégia de minimização de custos futuros, tenderiam a investir em tecnologias mais eficientes que poluam menos. Através do mecanismo de certificados, as empresas conseguiriam diminuir os custos associados à mitigação necessária, e assim poderiam adiar investimentos que reduziriam as emissões de forma mais eficiente no longo prazo. Destacam-se por último, as consequências redistributivas da política que não seriam desprezíveis, e poderiam gerar custos sociais que não passíveis de serem previstos pelo modelo.

### 4.3 A estruturação de um novo segmento de mercado - o Protocolo de Kyoto

A negociação, de consenso internacional, do que pode ser feito para reduzir as emissões e como isto pode ser implementado, teve início com o Protocolo de Kyoto. As nações, ao ratificarem o Protocolo, passaram a tratar o fenômeno das mudanças climáticas como uma questão, sobretudo, econômica. As evidências científicas demonstram não só a potencialidade de danos ao planeta e à sociedade como também a escala de custos que as mudanças climáticas podem impor à sociedade. Esse custo que é imposto à sociedade é definido pelos economistas como externalidade econômica negativa.

O Protocolo (ou Tratado) de Kyoto ao considerar que a contribuição ao efeito estufa de uma unidade de GEE emitida independe de sua localização, prioriza a utilização de instrumentos de mercado em detrimento dos tradicionais mecanismos de política ambiental do tipo comando e controle (GUTIERREZ, 2007). A determinação no documento da cooperação das Partes no sentido de facilitar a transferência de tecnologias relevantes, evidenciou a importância do mercado no auxílio ao processo de redução das emissões globais de GEE. Sendo assim, surgiu a proposta de se criar um valor transacionável para essas reduções semelhante às estruturas de mercado visando reduzir emissões ambientais que já faziam parte do cenário internacional há alguns anos<sup>18</sup>.

Em alguns países, os títulos, instrumentos de crédito e / ou permissão para emissão de gases (poluentes ou não), já são utilizados com relativo sucesso há vários anos. A idéia básica, é de que a redução, estabilização e / ou eliminação de um determinado poluente pode ser alcançado através da comercialização de créditos da redução e/ ou permissão de emissão entre empresas poluidoras. Esse comércio faz com que as empresas tenham maior flexibilidade no cumprimento das metas ambientais estabelecidas pela legislação vigente.

Dentro deste princípio, foram estabelecidos mecanismos que flexibilizam o cumprimento das metas de redução de emissões assumidas. Para a melhor compreensão das bases do que se chama mercado de créditos de carbono, estruturado a partir do Tratado, torna-se importante enfatizar os principais aspectos vinculados desse documento.

Os mecanismos de flexibilização, previstos nos artigos 6º, 12º e 17º do Protocolo de Kyoto, são o Comércio de Emissões ou International Emissions Trading (ET), baseado no comércio de emissões, e os de Implementação Conjunta (IC) ou Joint Implementation (JI) e

---

<sup>18</sup> São exemplos de experiências prévias: Programa norte-americano de créditos de emissões (U.S. Emissions Credit Trading), o Programa norte-americano, de 1982, de Eliminação de Chumbo na gasolina (Lead Phasedown), Programa de Combate à chuva ácida (Acid Rain Program) nos EUA, em 1990, o Programa do mercado regional de incentivos para ar limpo (Regional Clean Air Incentives Market – RECLAIM), iniciado em 1993 em Los Angeles – EUA e Negociação de licenças de pesca na Nova Zelândia (New Zealand Fisheries License Trading), em 1986. (TÔRRES, 2005).

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou Clean Development Mechanism (CDM), que são mecanismos baseados em projetos.

Enquanto os artigos 6º e 12 ampliam o lado da oferta do mercado de créditos de carbono, através de projetos que gerem reduções certificadas de GEE (IC e MDL), o artigo 17 permite que os diferentes países do Anexo I negociem licenças ou certificados de emissão (CE) entre si, de forma a cumprir, de maneira global, as metas de redução de maneira eficiente. O artigo 6º estabelece a implementação conjunta (IJ, ou JI em inglês) de projetos entre países do Anexo I.

A fim de cumprir os compromissos assumidos nesse protocolo, qualquer parte incluída no Anexo I pode transferir ou adquirir de qualquer outra dessas partes unidades de redução de emissões resultantes de atividades de projeto visando à redução das emissões antrópicas por sumidouros de GEE em qualquer setor da economia. Atividades de Projeto são as atividades integrantes de um empreendimento que tenham por objeto a redução de emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO<sub>2</sub>, mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, substituição de fontes de energia fósseis por renováveis, racionalização do uso de energia, florestamento e reflorestamento, entre outras (FGV, 2002).

O artigo 12, conhecido como MDL, abre a possibilidade de os países do Anexo I poderem assistir os países do não-Anexo I no alcance do seu crescimento sustentável, através de projetos que reduzam as emissões de GEE, que, financiados pelos primeiros, poderão servir como créditos de reduções dentro das obrigações de reduções dos países desenvolvidos. Finalmente, o artigo 17, Mercado de Licenças de Emissão, possibilita que as partes incluídas no Anexo I possam participar de um mercado de licenças de emissão, no alcance de suas metas de redução. O European Emissions Trading (EU ET ) tem seu respaldo legal nesse artigo 17.

Em suma, dos três mecanismos flexíveis previstos no Protocolo de Kyoto, dois deles são restritos à participação de partes ou países pertencentes ao Anexo I, sendo eles a Implementação Conjunta (IC) e o Comércio de emissões (CE). Apenas o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) permite a participação dos países em desenvolvimento, apresentando esse instrumento uma forma de operacionalização baseada na elaboração de projetos que levem a uma redução de emissão, sendo essa mesma forma aplicada no mecanismo IC. Já para o instrumento Comércio de Emissões a forma de operacionalização baseia-se na comercialização de Permissões de Emissão.

Esses mecanismos de mercado apresentam vantagens teóricas importantes, devidas, principalmente, à flexibilidade introduzida no sistema, permitindo uma eficiência maior, em contraste com a situação em que cada país tivesse que reduzir uma porcentagem de suas

emissões. A eficiência na redução das emissões está diretamente relacionada às características de cada país no que diz respeito às suas condições políticas, modernidade do parque industrial, hábitos da sociedade ou dependência de combustíveis fósseis. Devido à grande heterogeneidade dos países em relação a essas características há, portanto, países com maior facilidade de redução de emissão e outros com maiores dificuldades. Em função disso, há a possibilidade de transação entre países dos seus direitos de emitir. No caso de um país que consegue reduzir suas emissões a um custo baixo, ele terá um incentivo para reduzir o máximo possível, podendo então comercializar a diferença entre sua redução de emissão e sua meta para países que apresentam uma maior dificuldade de redução de emissão, ou seja, um maior custo. Isso significa que o equilíbrio seria caracterizado pela divergência entre os custos marginais de reduções nas emissões dos diferentes países; portanto, não esgotando ganhos potenciais de comércio. Enquanto um país pudesse ter de despender gastos elevados para alcançar uma redução modesta, outro país, com reduzidos investimentos, poderia lograr grandes reduções de emissões. Em outras palavras, os mecanismos de mercado prevêm o aumento da eficiência das políticas ambientais, desde que haja divergência nos custos marginais dos agentes, o que é particularmente verdadeiro entre os grupos de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Desta forma, o conceito dos mecanismos de mercado adotado baseia-se no fato de que são necessários investimentos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Como se trata de um problema global, não importa se o investimento é feito no país de origem ou em qualquer outro país do globo, portanto, projetos que levem a uma redução de emissão geram um “crédito” referente a essa redução. Países do Anexo I podem então investir nesses projetos, assim como poderiam investir em uma ação interna, utilizando esses “créditos” como uma das formas para se atingir a meta de redução de emissão. O benefício obtido pelo país desenvolvedor de projeto com o mercado de créditos de carbono é exatamente a ajuda necessária para viabilizar o empreendimento que não seria possível de ser factível, sem os benefícios adicionais e receitas adicionais provenientes do crédito de carbono, oriundo da implementação do projeto no seu território.

O crédito de carbono para o país desenvolvedor de projeto é a redução de emissão, que será calculada como a diferença entre as emissões que aconteceriam sem a atividade de projeto (as emissões de linha de base) e as emissões decorrentes da atividade de projeto (emissões de projeto). A quantificação correta das emissões desses dois cenários é fundamental para que não haja nem uma subquantificação ou menos ainda uma superquantificação destas.

Uma subquantificação tem como principal consequência a geração de menos créditos, o que pode levar a inviabilização de algumas atividades, diminuindo a penetração dos mecanismos baseados. Nessa situação, espera-se como resultado um custo global maior para redução de emissão dos gases de efeito estufa. Já no caso da superquantificação, a principal consequência é fato de a atividade não estar levando a uma real redução de emissão. Conseqüentemente, um país anexo I deixa de reduzir sua emissão internamente acreditando que está comprando uma redução de emissão em outro país. Como resultado final, tem-se um aumento de emissão, pois se soma as emissões de projeto e do país anexo I, comprador dos créditos. Portanto deve-se sempre ser conservador, ou seja, havendo dúvidas, incertezas, utilizar o valor ou metodologia de cálculo que leve à menor geração de créditos.

O “crédito” de emissões, resultante da diferença entre a redução efetuada e a meta exigida, foi definido no Protocolo de Kyoto como Unidade de Quantidade Atribuída – UQA (ou Assigned Amount Unit – AAU, em inglês), também conhecida no mercado como “Allowances”, ou seja, “permissões”, pois se tratam da comercialização do direito de emitir.

#### 4.3.1 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O aspecto divulgado como o mais interessante do Protocolo de Kyoto é a criação de mecanismos que estimulem o surgimento de mercados/projetos geradores de reduções certificadas, abrindo a possibilidade para os países em desenvolvimento, como o Brasil, por exemplo, de participarem desse mercado numa situação, possivelmente, de vendedores líquidos de direitos de emissão.

Com efeito, os países do Anexo I da Convenção-Quadro que não conseguirem reduzir suas emissões de GEE poderão adquirir de países em desenvolvimento Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) resultantes de atividades de projetos implementados por estes últimos para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução.

Quadro 10 – Correspondência entre setores e fontes de atividades para projetos de MDL

Reduções de emissões de gases de efeito estufa	
Setor	Categorias de fontes
Energia	Queima de combustível Setor energético Indústrias de transformação e de construção Transporte Outros setores Outros Emissões fugitivas de combustíveis Combustíveis sólidos Petróleo e gás natural Outros
Processos Industriais	Produtos minerais Indústria química Produção de metais Outras produções Produção / Consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre Outros
Uso de solventes e outros produtos	
Agricultura	Fermentação entérica Tratamento de dejetos Cultivo de arroz Solos agrícolas Queimadas prescritas de savana Queima de resíduos agrícolas Outros
Resíduos	Disposição de resíduos sólidos na terra Tratamento de esgoto Incineração de resíduos Outros
Remoções de CO <sub>2</sub>	
Florestamento e reflorestamento	

Fonte: Protocolo de Kyoto, 1997

As atividades de projeto do MDL devem estar exclusivamente relacionadas aos gases de efeito estufa considerados pelo Protocolo de Kyoto, bem como aos setores / fontes de atividades responsáveis pela maior parte das emissões, conforme apresentados no Quadro 10.

#### 4.3.2 As Reduções Certificadas de Emissões

O objetivo final de mitigação de GEE é atingido através da implementação de atividades de projeto nos países em desenvolvimento que resultem na redução da emissão de GEE. Para que sejam consideradas elegíveis no âmbito do MDL, as atividades de projeto devem contribuir para o objetivo primordial da Convenção e observar alguns critérios fundamentais, entre os quais o da adicionalidade, ou seja, resultar na redução de emissões de GEE e/ou remoção de CO<sub>2</sub>, adicional ao que ocorreria na ausência da atividade de projeto do MDL. As quantidades relativas a reduções de emissão de GEE atribuídas a uma atividade de projeto resultam em Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), medidas em tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e). As RCEs representam créditos que



podem ser utilizados pelas Partes Anexo I que tenham ratificado o Protocolo de Kyoto – como forma de cumprimento parcial de suas metas de redução de emissão de GEE.

#### 4.3.3 O Ciclo dos projetos de MDL

Para que um projeto de MDL resulte em créditos de carbono, devem ser atendidas as seguintes etapas definidas pelo Conselho Executivo do MDL<sup>19</sup>.

i) Elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP) -Esse documento deverá incluir: a descrição das atividades de projeto e de seus participantes; metodologia de linha de base; metodologia de monitoramento de limites e determinação de fugas da atividade do projeto. Deve conter, ainda, a definição do período de obtenção de créditos, a justificativa para adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, os comentários dos atores e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Os responsáveis por essa etapa do processo são os participantes do projeto.

A linha de base consiste em um cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto, incluindo as emissões de todos os gases, setores/categorias de fontes listadas no Anexo A do Protocolo de Kyoto que ocorram dentro do limite do projeto (LOPES, 2002). Segundo Rosales e Pronove (2003), três abordagens de linhas de base são aceitáveis conforme planejado no Acordo de Marrakesh:

i) Emissões de *Status Quo*: Assume uma linha de base de uma projeção das tendências históricas e atuais, onde os fatores de emissões são baseados nesta tendência e as reduções são calculadas a partir dela.

ii) Condições de Mercado: Assume uma linha de base das condições de mercado atuais onde os fatores de emissões são baseados na tecnologia usada no mercado e as reduções são calculadas aplicando esta tecnologia.

iii) Melhor Tecnologia Disponível: Assume uma linha de base a partir do mais eficiente processo tecnológico disponível (os 20% melhores de sua categoria sob circunstâncias similares), onde os fatores de emissões são baseados na disponibilidade comercial desta tecnologia e as reduções são calculadas com sua aplicação

A metodologia de linha de base adotada deverá ser uma das já aprovadas pelo Conselho Executivo ou, de forma alternativa, poderá ser proposta uma nova abordagem metodológica, o que, no entanto, dependerá de aprovação por aquele Conselho.

---

<sup>19</sup> O Conselho Executivo do MDL (CDM Executive Board) tem por função supervisionar o funcionamento do MDL. Entre suas responsabilidades destacam-se: o credenciamento das Entidades Operacionais Designadas; a validação e registro das atividades de projetos do MDL; a emissão de RCEs, o desenvolvimento e operação de registro do MDL e o estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para linha de base, monitoramento e fugas (CEBDS, sd, 52).

A outra metodologia a ser descrita é a Metodologia de Monitoramento. Ela consiste no estabelecimento dos procedimentos de coleta e armazenamento dos dados necessários ao cálculo da redução das emissões de gases do efeito estufa ou o aumento da remoção de CO<sub>2</sub> em relação à linha de base da atividade do projeto.

É necessário ainda no DCP, conter a metodologia para o monitoramento dos limites e determinação das Fugas da Atividade do Projeto. Devem ser descritos os procedimentos para o monitoramento de todas as emissões de gases do efeito estufa significativas e atribuíveis, de forma razoável, às atividades de projeto que estejam sob controle e seus participantes. Sendo também necessário descrever os procedimentos para o monitoramento das eventuais emissões de gases de efeito estufa que ocorrem fora do limite da atividade do projeto, mas que seja atribuível a essa atividade ou seja, as fugas de emissão. Apesar de indesejadas, essas emissões devem ser previstas durante o estudo e desenvolvimento do projeto, com vistas à identificação de possíveis impactos negativos em termos de emissões de GEE.

Outra exigência a ser atendida na elaboração do DCP é a informação sobre o período de geração dos créditos dos projetos. Os projetos de redução de emissões podem ser elaborados para um período de 7 anos, com possibilidade de duas renovações por igual período, ou 10 anos sem possibilidade de renovação. Os projetos florestais podem ser elaborados para um período de 20 anos, com possibilidade de duas renovações por igual período, ou 30 anos, sem possibilidade de renovação.

ii) Validação e aprovação - A validação corresponde ao processo de avaliação independente de uma atividade de projeto, no tocante aos requisitos do MDL<sup>20</sup>, com base no DCP sendo realizado, por uma Entidade Operacional Designada – EOD (empresa credenciada especialmente para este fim)<sup>21</sup>.

A EOD deverá rever toda a documentação do projeto que foi apresentada, avaliá-la e confirmar que (CEBDS, sd, p. 27):

- Os requisitos de participação preestabelecidos foram atendidos.
- As solicitações de comentários aos grupos de interesse foram efetuadas e suas respostas foram coletadas e tratadas de forma pertinente.
- A análise dos impactos ambientais das atividades de projeto foi realizada, incluindo os além fronteiras, e se estes impactos são significativos. A avaliação de impactos ambiental deve ter sido elaborada de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo país anfitrião.

---

<sup>20</sup> Uma atividade de projeto entra no sistema do MDL quando o seu documento de concepção de projeto (DCP) correspondente é submetido para validação a uma Entidade Operacional Designada (JURAS, 2007).

<sup>21</sup> A Entidade Operacional Designada é uma entidade credenciada pelo Conselho Executivo com o objetivo de validar as atividades de projetos propostas ao MDL e verificar e certificar as reduções das emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO<sub>2</sub>. O Comitê Executivo do MDL mantém uma lista atualizada com as Entidades Operacionais Designadas no endereço <http://cdm.unfccc.int/DOE/index.html>.

- As metodologias de cálculo de linha de base e de monitoramento estão de acordo com metodologias já aprovadas pelo Comitê Executivo ou com as modalidades e procedimentos para o estabelecimento de novas metodologias.

Assim, a Autoridade Nacional Designada – AND<sup>22</sup> de cada parte do projeto MDL confirma a participação voluntária dos envolvidos e a AND do país onde são implementadas as atividades do projeto MDL atesta que aquela atividade contribui para o desenvolvimento sustentável do país. No caso do Brasil, a AND avalia o relatório de validação e a contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável do Brasil, segundo cinco critérios básicos referentes a distribuição de renda; sustentabilidade ambiental local; desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de emprego e capacitação e desenvolvimento tecnológico Integração regional e articulação com outros setores.

iii) Registro - A etapa de registro consiste na aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto MDL. A aprovação de projetos no Conselho Executivo do MDL é subsequente à aprovação pela Autoridade Nacional Designada<sup>23</sup>.

Após a atividade de projeto ser considerada válida pela a EOD, deverá ser solicitado o registro ao Comitê, mediante a entrega de um relatório de validação e da documentação do projeto MDL. O registro deverá ser fornecido pelo Comitê Executivo em oito semanas, a menos que uma das partes envolvidas no projeto ou, no mínimo, três membros do Comitê requeiram uma revisão, por questões associadas aos requisitos de validação (CEBDS, sd, p. 28)<sup>24</sup>.

O registro é o pré-requisito para o monitoramento, a verificação/certificação e emissão das RCEs relativas à atividade de projeto no âmbito do MDL.

iv) Monitoramento - O DCP deverá contemplar um plano de monitoramento, sendo que o método empregado para sua realização deverá estar de acordo com uma metodologia previamente aprovada pelo Conselho Executivo do MDL, ou sendo nova, deve ser submetida àquele Conselho para validação.

O processo de monitoramento da atividade de projeto inclui o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para o cálculo da redução das emissões de

---

<sup>22</sup> Os governos dos países participantes de um projeto de MDL devem designar junto à CQNUMC uma Autoridade Nacional para O MDL. A Autoridade Nacional Designada (AND) atesta que a participação é voluntária e, no caso do país onde são implementadas as atividades de projeto, que ditas atividades contribuem para o desenvolvimento sustentável do país. No caso do Brasil, a AND é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC).

<sup>23</sup> A aprovação pela AND é necessária para a continuidade dos projetos, mas não é suficiente para sua aprovação pelo Conselho Executivo, que analisa também a metodologia escolhida, a adicionalidade do projeto, entre outros aspectos.

<sup>24</sup> Uma proposta de projeto candidato recusada poderá ser reapresentada para validação e subsequente registro após a incorporação das revisões pertinentes.

gases de efeito estufa, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto e dentro do período de obtenção de créditos.

A implementação do Plano de Monitoramento cabe aos participantes do projeto e quaisquer revisões naquele plano devem ser justificadas e submetidas novamente para validação pelo Conselho Executivo.

v) Verificação / Certificação - Verificação é o processo de auditoria periódico e independente realizado pela EOD para revisar os cálculos acerca da redução das emissões de gases de efeito estufa ou da remoção de CO<sub>2</sub> resultantes de uma atividade de projeto MDL que foram enviados ao Conselho Executivo por meio do DCP. Esse processo é feito com o intuito de verificar a redução efetiva das emissões.

A EOD deverá certificar que a atividade de projeto atingiu de fato as reduções de emissões declaradas no período. O relatório de verificação será enviado às partes envolvidas e ao Conselho Executivo, sendo também disponibilizado ao público em geral.

vi) Emissão das RCEs - O relatório de certificação emitido pela EOD incluirá a solicitação para que o Conselho Executivo emita um montante de RCEs correspondente ao total de emissões reduzidas obtidas pela atividade de projeto MDL.

O Conselho Executivo verificará que foram cumpridas todas as etapas do projeto MDL, que as reduções de emissões de gases de efeito estufa decorrentes das atividades de projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo e que, portanto, podem dar origem a RCEs.

As RCEs são emitidas pelo Conselho Executivo<sup>25</sup> e creditadas aos participantes de uma atividade de projeto na proporção por eles definida, já deduzida a parcela equivalente a 2% do total das RCEs, destinada ao Fundo de Adaptação, cujo objetivo é ajudar os países mais vulneráveis a se adaptarem aos impactos negativos da mudança do clima.

Os Acordos de Marrakesh, de 2001, e as recentes regulamentações estabelecidas pela Conferência das Partes, constituem o marco regulatório para o enquadramento de projetos dentro do MDL. Esse marco regulatório instituiu o Executive Board como o órgão que supervisiona o funcionamento do MDL, que inclui as seguintes atividades (ver [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)):

- a) o credenciamento das entidades operacionais designadas;
- b) o registro das atividades de projeto do MDL;
- c) a emissão do ativo *reduções certificadas* (RC), geradas por um projeto MDL;
- d) o desenvolvimento e a operação dos registros do MDL; e

---

<sup>25</sup> A emissão das RCEs ocorrerá quinze dias após o recebimento da solicitação, a menos que uma das partes envolvidas na atividade de projeto ou pelo menos três membros do Conselho Executivo requisitem a revisão da emissão das RCEs.

e) o estabelecimento e o aperfeiçoamento de metodologias para definição de linhas de base, monitoramento e fugas.

O cumprimento de todas essas etapas implica elevados custos de transação que, se não forem corretamente tratados, poderão erodir significativamente os benefícios do MDL para os países em desenvolvimento, em particular, o Brasil.

Tomando-se como base os dados divulgados no site da CQNUMC, será informado a seguir o status atual das atividades de projeto em estágio de validação, aprovação e registro.

#### **4.4 – Caracterização do Mercado de Carbono**

O mercado de créditos de carbono, em todos os seus segmentos, inclui tanto os mercados de licenças de emissão, alocadas num regime de metas e negociação (cap and trade), como os mercados que negociam as reduções de GEE, originadas da implementação de projetos (IC e MDL) que visam a essa redução. Essas transações podem ser também separadas em Kyoto compliance e non-Kyoto compliance, ou seja, créditos de carbono que obedecem aos parâmetros impostos pelo Protocolo ou a parâmetros externos ao que estão determinados por este, com a liderança dos Estados Unidos. As informações referentes a este mercado são limitadas e principalmente, de difícil mensuração, pois não há uma câmara central de compensação para as transações, além de não ser obrigatória a publicação dos preços e negociações (CQNUMC, 2001, p.60-65; WORLD BANK, 2005b, p. 15, 16, 27).

É importante registrar que a não-ratificação do Protocolo pelos Estados Unidos, alegando um impacto excessivo na sua economia, não impediu o florescimento de iniciativas do setor privado e agentes locais para reduzir as emissões de GEE através do comércio de carbono. Importa analisar as principais tendências do mercado de créditos de carbono como um todo. Cabe também ressaltar que, apesar de a mercadoria negociada ser o carbono, se pensarmos nos tipos de contrato, marco regulatório, tipos de ativos, tipo de instrumento financeiro etc., podemos segmentar esse mercado em vários submercados de carbono que se conectam de forma parcial (LECOCQ & CAPOOR, 2005).

##### 4.4.1 O mercado de créditos de carbono na Comunidade Econômica Européia

No âmbito do Protocolo de Kyoto, o principal representante do sistema de negociações é o esquema da União Européia (UE) – EU Emissions Trading Scheme (EU ETS). Esse é um esquema do tipo cap and trade, em vigor desde janeiro de 2005, pelo qual, em uma primeira fase, os países europeus deveriam reduzir em 5% suas emissões, através de planos nacionais

de alocação aprovados pela Comissão Européia. No caso de não-cumprimento da meta nesse período, a penalidade inclui uma multa de 40 euros por tonelada excedente de carbono. Existe a possibilidade de utilizações de reduções de emissões no âmbito do MDL utilizando as reduções certificadas geradas por projetos.

Com o começo da operação do mercado da UE e com a ratificação do Protocolo de Kyoto, em fevereiro de 2005, o mercado global de carbono recebeu um forte estímulo de crescimento potencial, cuja efetiva realização dependerá de vários fatores, em que certamente se inclui um marco regulatório/institucional adequado, cuja função/objetivo deveria incluir os seguintes argumentos: maximização do bem-estar social mundial; maximização na implementação de projetos geradores de créditos de carbono, em particular aqueles que contribuam ao desenvolvimento sustentado dos países em desenvolvimento (MDL); e contribuição efetiva, e não apenas simbólica, ao combate do efeito estufa. Por outro lado, a natureza de um marco regulatório/institucional no mercado de créditos de carbono deve contemplar três níveis de análise, com um grau de interdependência elevada, ou seja, a não-atuação em um nível pode sobrecarregar a atuação em outro: CQNUMC, níveis nacional e internacional.

Para o entendimento da evolução do mercado de créditos de carbono no continente europeu deve-se, primeiramente, voltar as atenções ao entendimento sobre a criação da Comunidade Econômica Européia, o Direito Comunitário Europeu e ao instrumento legal denominado "Diretiva".

#### 4.4.1.1 - A Comunidade Econômica Européia e o Direito Comunitário Europeu

A criação da Comunidade Econômica Européia, com a assinatura do Tratado de Roma em 23 de março de 1957, foi a concretização das tendências da unificação européia, que tiveram início no continente com a instituição do Conselho da Europa, mediante o Tratado de 5 de março de 1949.

O Tratado de Roma, em vigor a partir de 1º. de janeiro de 1958, tinha por finalidade instaurar um mercado comum, além de um gradual agrupamento das políticas econômicas entre os Estados membros. A Comunidade formada inicialmente por seis Estados, Bélgica, França, Alemanha, Itália, Luxemburgo e Países Baixos, teve a adesão, em 1º. de janeiro de 1973, da Grã Bretanha, Dinamarca e Irlanda e, em 1º. de janeiro de 1986, da Espanha, Portugal e Grécia, a partir do que passou a ser considerada como sendo a "Europa dos doze". Por último, em 1º. de janeiro de 1995, Suécia, Finlândia e Áustria passaram a integrar a Comunidade Econômica Européia, com o que esta passou a ser denominada "Europa dos quinze", mantendo a denominação até a presente data.

A previsão do Tratado era a de se chegar ao mercado comum até 31 de dezembro de 1969, mas sequer se realizou nos anos setenta e primeira metade dos anos oitenta, em virtude da grande crise econômica mundial.. No ano de 1985, a Comissão chegou a expor ao Parlamento europeu um programa para se chegar ao objetivo desejado até o final de 1992, sendo que no mesmo ano se apresentou o denominado Livro Branco, visando a dar atuação ao programa denominado "Mercado interno 1992". O empenho dos Estados membros a realizar a livre circulação de mercadorias, de serviços, de capitais e de pessoas foi estabelecido com o chamado "Ato único europeu", de 1º. de julho de 1987 porém com eficácia a partir de 1º. de janeiro de 1993

Uma nova etapa no processo de criação de uma união mais estreita entre os Estados europeus foi criada com o Tratado sobre a União européia (TUE), firmado em Maastricht, Holanda, em 17 de fevereiro de 1992, e que entrou em vigor em 1º. de novembro de 1993. Seus principais objetivos são a criação de um espaço sem fronteiras internas, com o reforço da coalisão econômica e social e a instauração de uma união econômica e monetária. Esse Tratado visa, ainda, ao desenvolvimento de estreita cooperação nos setores de justiça e dos negócios internos, além de uma atuação de política externa e de segurança comum, incluindo uma possível defesa comum dos Estados membros.

Com a criação das Comunidades Européias, nasceu o Direito Comunitário que consegue, com invulgar êxito, solidificar um novo grau na hierarquia dos poderes através do poder supranacional (ACCIOLY, 1998). De acordo com Foglia e Passarelli (1996), o Direito Comunitário modifica e integra diretamente (através de normas *self-executing*, como os Tratados e os Regulamentos), ou indiretamente (através de Diretivas) o ordenamento nacional, em virtude de uma limitação da soberania que os Estados membros, em análise individual, aceitaram com a ratificação do Tratado institutivo.

O ordenamento comunitário, de acordo com Roccella e Treu (1997), exprime um direito próprio, a cuja formação contribuí fontes diversas. Trata-se de um direito novo, em respeito ao quais os Estados membros são sujeitos, limitando a sua aplicabilidade em âmbito determinado pela própria Comunidade Européia. Os mesmos autores dividem as fontes de direito comunitário em primárias ou originárias (os Tratados institutivos), e secundárias ou derivadas (os outros atos emanados das instituições comunitárias competentes). Já as fontes secundárias ou derivadas se subdividem em fontes vinculantes (os regulamentos, as decisões e as diretivas), e não vinculantes (as recomendações, os pareceres, as declarações e as resoluções).

Os Tratados institutivos prevêm sanções ao Estado membro que não regulamente, dentro do prazo legal, as Diretivas da Comunidade Européia, em favor de seu povo. Galantino

(1999) nos alerta, porém, que a Corte de Justiça declarou o princípio de que cada cidadão do Estado membro possui direito ao ressarcimento dos danos sofridos, em razão da falta de recebimento de uma Diretiva por parte de um Estado membro.

Para o Estado membro ser responsabilizado, deve ocorrer três condições: a) o resultado da aplicação da Diretiva deve implicar atribuição de direitos em favor de cada cidadão; b) o conteúdo de tais direitos pode ser individualizado à base das disposições da Diretiva; c) deve subsistir um nexo de causalidade entre a violação da obrigação (responsabilidade do Estado membro) e o dano sofrido pelo sujeito lesado. A adequação do ressarcimento - a ser definido pela Corte de Justiça -, pelo Estado membro ao cidadão beneficiário dependerá da demonstração do dano causado pelo primeiro ao segundo, não podendo ser menor que uma sanção paradigma prevista internamente no Estado membro em questão. A Comissão, no tocante à adequação de sanções proferidas pela Corte de Justiça contra os Estados membros, adotou duas Comunicações, em 5 de junho de 1996 (estabelecendo as linhas mestras do sistema sancionatório), e, em 8 de janeiro de 1997 (referente ao método de cálculo da penalidade prevista no artigo 171 do Tratado da Comunidade Européia).

#### 4.4.1.2 - A Diretiva 2003/87/CE

A Diretiva na Europa é conceituada como uma fonte de Direito Comunitário Europeu, através do qual se vincula os Estados membros, da Comunidade Econômica Européia, aos objetivos a serem perseguidos e não aos instrumentos para atingi-los, que são de competência de cada Estado membro, de acordo com as particularidades dos seus sistemas nacionais. As Diretivas podem ser invocadas somente nos confrontos do Estado e de empresas ou entes públicos inadimplentes à obrigação de adequação, e não nas relações entre privados, para os quais a obrigação de adequação não existe. Servem, também, como inspiração aos Juízes nacionais, na interpretação da norma interna, conforme as regras comunitárias.

A criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases de efeito estufa na Comunidade Européia, foi estabelecida pela Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, que alterou a Diretiva 96/61/CE do Conselho. As disposições comunitárias relativas à atribuição de licenças de emissão pelos Estados Membros foi necessário para a preservação da integridade do mercado interno e para se evitar as distorções da concorrência.



#### 4.4.1.3 - O regime de comércio de licenças de emissão de gases do efeito de estufa na Comunidade Européia

O Protocolo de Kyoto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas e o cumprimento conjunto dos respectivos compromissos, teve aprovação, em nome da Comunidade Européia, pela Decisão 2002/358/CE do Conselho, de 25 de Abril de 2002. A entrada em vigor do referido instrumento legal, obrigou a Comunidade e os seus Estados-Membros a reduzir as suas emissões antropogênicas agregadas de gases de efeito estufa enumeradas no anexo A do protocolo em 8 %, em relação aos níveis de 1990, no período de 2008 a 2012.

A avaliação dos progressos obtidos no cumprimento dos compromissos respeitantes a essas emissões é realizada através do mecanismo de monitoramento das emissões comunitárias de CO<sub>2</sub> e de outros gases responsáveis pelo efeito de estufa, que já estava estabelecido pela Decisão 93/389/CE do Conselho, de 24 de Junho de 1993. É este mecanismo que auxilia os Estados-Membros a determinar a quantidade total de licenças de emissão a atribuir.

O regime de comércio de licenças de emissão de gases de efeito estufa, na Comunidade Económica Européia, foi estabelecida pela Diretiva 2003/87/CE, que se destina a contribuir para o cumprimento mais eficaz dos compromissos da União Européia e dos seus Estados-Membros, através da implementação de um mercado europeu de licenças de emissão de gases de efeito estufa que seja eficiente e apresente a menor redução possível do desenvolvimento económico e do emprego. Com base no Livro Verde (sobre o comércio de licenças de emissão de gases de efeito de estufa na União Européia) , o Programa Europeu para as Alterações Climáticas estudou políticas e medidas comunitárias num processo que envolveu intervenientes múltiplos, incluindo um regime para o comércio de licenças de emissão de gases de efeito de estufa na Comunidade (o regime comunitário). Nas suas conclusões de 8 de Março de 2001, o Conselho reconheceu a especial importância do Programa Europeu para as Alterações Climáticas e do trabalho desenvolvido, com base no Livro Verde, e sublinhou a necessidade urgente de ações concretas a nível comunitário.

A elaboração da Diretiva 2003/87/CE, assinada em 2003 na cidade de Bruxelas, na Bélgica, e divulgada no Jornal Oficial da União Européia em 25/10/2003, foi a resposta ao debate, lançado pelo Livro Verde, que estava sendo travado em toda a Europa sobre a conveniência e o possível funcionamento do comércio de licenças de emissão de gases de efeito de estufa na União Europeia. A Diretiva Européia tem como principal objetivo a redução de 8% da emissão dos gases de efeito estufa na Europa no período de 2008 a 2012, comparado aos níveis de 1990, superando, assim, os níveis previstos no Protocolo de Kyoto

De acordo com o definido pela Diretiva 2003/87/EC, o instrumento utilizado é o Comércio de Cotas de Emissão Europeu, ou EU Trading Scheme (ETS). A base do sistema de negociação destas cotas é prover a limitação da quantidade máxima de “permissões” de emissões a um universo de empresas com sede nos países europeus. Cada “permissão” dá a empresa que a recebe o direito de emitir 1 tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente por ano. Caso a empresa não utilize todas as suas “permissões”, poderá então negociá-las no mercado, que será criado, para aquelas empresas que necessitem emitir mais do que as “permissões” que lhe foram concedidas.

Desta forma, ao negociarem estas cotas as empresas em seus respectivos países, fica garantida a redução no nível global de emissões no continente, visto que a Diretiva prevê logo de início a concessão de um número menor de “permissões” que o total global do nível de poluição atual. Para que isto ocorra, cada membro da U.E. deverá entregar Planos Nacionais de Alocação, ou National Allocation Plans (NAPs) que deverão conter a quantidade total de “permissões” que o Estado pretende conceder às suas empresas, além de explicitar como serão distribuídas as cotas de emissão entre os setores que a Diretiva compreende. Uma vez aceitos, cada país concede da maneira que lhe for conveniente as cotas de emissão às suas empresas.

Essa Diretiva considera que os Estados-Membros podem decidir que só atribuem às pessoas licenças de emissão válidas para um período de cinco anos, com início em 1 de Janeiro de 2008. No que se refere às licenças anuladas, correspondentes às reduções de emissões realizadas por essas pessoas no seu território nacional durante um período de três anos, com início em 1 de Janeiro de 2005

A partir do referido período de cinco anos, as transferências de licenças de emissão para outro Estado-Membro implicarão adaptações correspondentes nas unidades do montante atribuído ao abrigo do Protocolo de Kyoto.

Vale destacar que a Diretiva 2003/87/EC não é aplicável a todas as fontes emissoras de CO<sub>2</sub> dentro da Europa. Os setores cobertos são os de Energia, Produção e Transformação de Materiais Ferrosos, Indústria Mineral e Outras Atividades que compreendem a produção de pastas de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas e grandes fábricas de papel e cartão (produção acima de 20 ton por dia). Desta forma compreendeu-se um universo de 11.000 a 12.000 instalações que representam 46% do total de emissões no continente. A distribuição dos certificados entre as empresas pode proceder de forma mista, mas, não obstante, a parte principal deve ser distribuída gratuitamente para as empresas participantes do mercado de cotas de emissão. No período de 2005 a 2007, os Estados-membros puderam

vender 5% do total das “permissões” e, a partir de 2008, este número subirá para 10% do total.

Os Estados-membros serão responsáveis pela monitoração e controle do cumprimento da Diretiva pelas empresas participantes. As empresas deverão apresentar relatórios anuais de seus níveis de emissão e, caso sejam encontradas violações ou caso a empresa não consiga cumprir sua meta, penalidades serão impostas. As multas previstas para uma primeira violação são de 40 € por tonelada de CO<sub>2</sub>. Caso hajareincidência, a multa sobe para 100 €.

Os Estados-Membros deverão garantir que os operadores de determinadas atividades sejam detentores de um título de emissão de gases com efeitos de estufa e que aqueles monitorizam e comunicam as suas emissões de gases de efeito estufa relativamente a essas atividades.

A Diretiva não deverá impedir que os Estados-Membros mantenham ou estabeleçam regimes nacionais de comércio que regulem as licenças de emissão de gases de efeito estufa de outras atividades não constantes da lista do anexo I ou não incluídas no regime comunitário ou de instalações temporariamente excluídas do regime comunitário. Poderão ainda os Estados-Membros participar no comércio internacional de licenças de emissão como partes do Protocolo de Kyoto com quaisquer outras partes constantes do seu anexo B.

A associação do regime comunitário com os regimes de comércio de licenças de emissão de gases de efeito estufa de países terceiros aumentará a eficácia da realização pela Comunidade dos objetivos de reduções de emissões definidos pela Decisão 2002/358/CE relativa ao cumprimento conjunto dos referidos compromissos.

Os mecanismos baseados em projetos, incluindo a Implementação Conjunta (IC) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), são importantes, a fim de atingir os objetivos tanto de redução das emissões globais de gases de efeito estufa como para melhorar a relação custo/eficácia do regime comunitário. Em conformidade com as disposições aplicáveis do Protocolo de Kyoto e dos Acordos de Marrakesh, o recurso a estes mecanismos deve complementar as ações internas, as quais constituirão um importante elemento dos esforços envidados.

#### 4.4.2 O mercado de créditos de carbono no Brasil

No Brasil, o desenvolvimento de mecanismos de viabilização do MDL se deu antes da ratificação do Protocolo de Kyoto, para que houvesse a viabilização de emissão de RCEs a projetos que efetivamente cumprissem as normas estabelecidas pelo Protocolo. Com esse objetivo, o governo brasileiro criou em 1999 a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima como a Autoridade Nacional Designada – ou DNA- brasileira competente para:

I) emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação global do clima e para adaptação do País aos seus impactos,

II) fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações sob a égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e Instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte,

III) definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção encarregados do Mecanismo de Desenvolvimento limpo (MDL), previsto no art. 12 do Protocolo de Kyoto da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre mudança do Clima, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável.

IV) apreciar pareceres sobre projetos que resultem em redução de emissões e que sejam considerados elegíveis para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a que se refere o inciso anterior, e aprová-los, se for o caso; e

V) realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil perante a Convenção-Quadro das Nações sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, no âmbito de sua atuação e competência, expediu, até o momento, três Resoluções:

i) Resolução 1, de 11 de setembro de 2003 – Disciplina os requisitos e procedimentos para a apreciação de projetos de MDL, por parte da Secretaria Executiva da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com base nos requisitos estabelecidos no Acordo de Marraquesh<sup>26</sup>.

ii) Resolução 2, de 10 de agosto de 2005- Altera determinados dispositivos da primeira Resolução, aprovando ainda os procedimentos relativos às atividades de projetos de reflorestamento no âmbito do MDL.

---

<sup>26</sup> O Acordo de Marrakesh, assinado durante a sétima reunião da Convenção das Partes (COP7), em 2001, define as modalidades e procedimentos dos Mecanismos de Flexibilização previstos no Protocolo de Kyoto. O acordo está previsto na Decisão 17/CP.7 e foi assim batizado por ter sido assinado na cidade de Marrakesh, no Marrocos.

iii) Resolução 3, de 24 de março de 2006 – estabelece, em linhas gerais, os procedimentos para a aprovação das atividades de projetos de pequena escala no âmbito do MDL.

iv) Resolução 4, de 6 de dezembro de 2006– Altera as resoluções nº 1 e nº 3 desta mesma Comissão, e dá outras providências

v) Resolução 5, de 11 de abril de 2007– Revisa as definições das atividades de projetos de pequena escala no âmbito do Mecanismo de desenvolvimento limpo e dá outras providências

vi) Resolução 6, de 06 de junho de 2007– Altera a Resolução nº 2, de 10 de agosto de 2005, em relação à versão do documento de concepção de projeto do Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

vii) Resolução7, de 05 de março de 2008 – Altera as resoluções nº 1, nº 2, nº 3 e nº 4 desta mesma Comissão em relação aos convites de comentários enviados pelos proponentes do projeto aos agentes envolvidos, interessados e/ou afetados pelas atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e dá outras providências...

viii) Resolução, 8 de 26 de maio de 2008 Adota, para fins de atividade de projeto de MDL, um único sistema como definição de sistema elétrico do projeto no Sistema Interligado Nacional Publicado no Diário

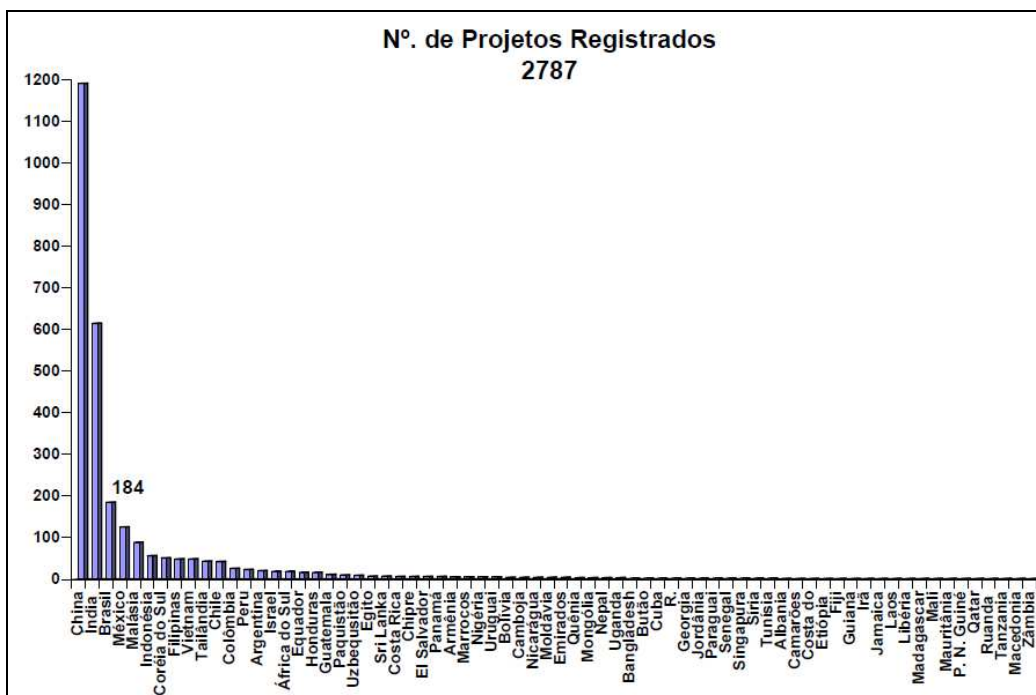
ix) Resolução 9 – de 20 de março de 2009– Dispõe sobre o Programa de Atividades no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Até a última compilação do estudo intitulado “O Status atual das atividades de projeto do MDL no Brasil e no mundo” (em 31/01/2011), disponível do site da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CQNUMC), haviam sido registrados no Brasil 184 projetos de MDL, com base na Resolução 1, comentada anteriormente.

As figuras 4.1 apresentam o número de projetos registrados por país anfitrião. Do total de 2787 projetos registrados, 184 são projetos brasileiros, estando o Brasil em terceiro lugar em número de projetos registrados, sendo em segundo a Índia, com 614 projetos, e em terceiro o China, com 1190.

A figura 4 mostra o potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa durante o primeiro período de obtenção de créditos dos projetos registrados no Conselho Executivo por país anfitrião. O Brasil se encontra em terceiro lugar quanto à redução de emissões durante o primeiro período de obtenção de créditos dos projetos registrados, com 188.656.988 de t CO<sub>2</sub>e do total mundial de 3.180.540.307 de t CO<sub>2</sub>e. A figura 4 mostra distribuição das atividades de projetos do MDL no Brasil por escopo setorial

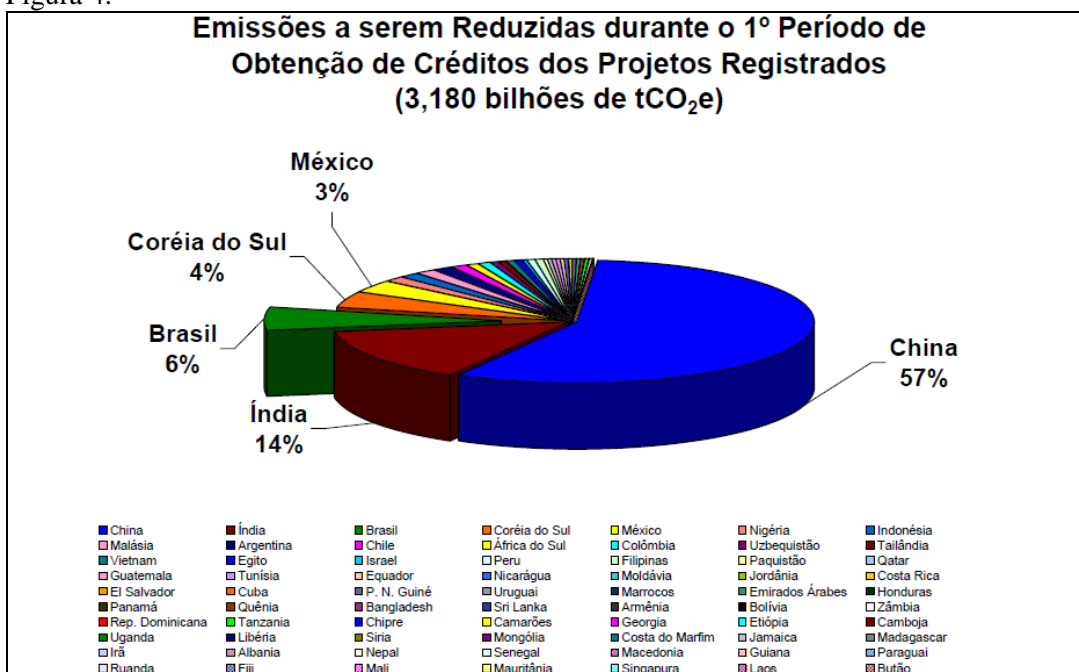
Figura 3



Número de projetos registrados no Conselho Executivo MDL

Fonte: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0215/215186.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf)

Figura 4.

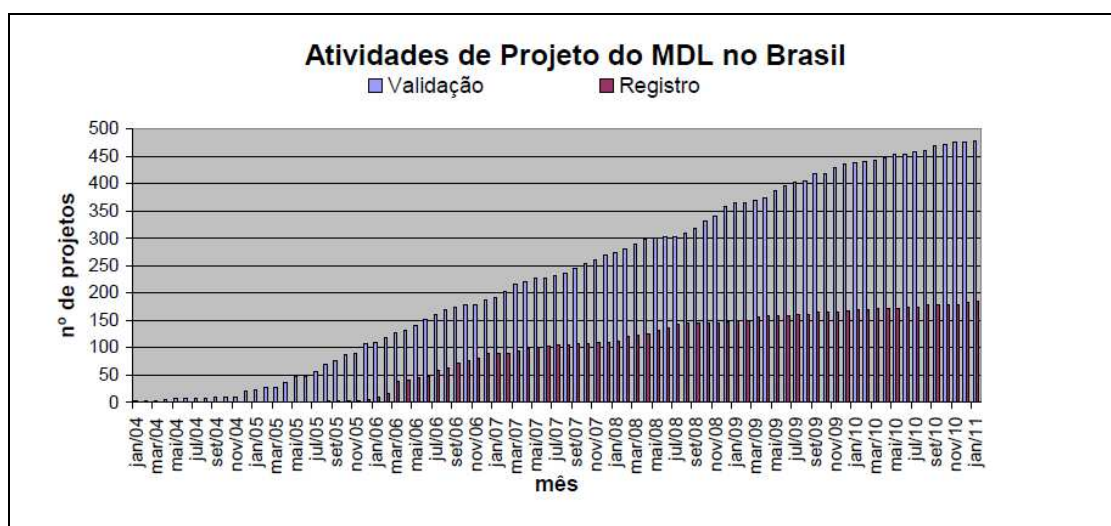


Representação gráfica da projeção de redução de emissões dos projetos registrados no Conselho Executivo do MDL

Fonte: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0215/215186.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf)

A figura 5 apresenta a curva de crescimento de atividades de projeto no Âmbito do MDL no Brasil, tanto de projetos que estão em validação ou passaram pela etapa de validação, como dos projetos registrados. É importante observar que a curva de validação teve início em 2004 e, para registro, em novembro de 2004, quando o primeiro projeto brasileiro foi registrado pelo Conselho Executivo do MDL

Figura 5



Curva de crescimento das atividades de projetos MDL no Brasil

Fonte: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0215/215186.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf)

#### 4.5 O mercado de créditos de carbono: atualidade e realidade, tendências, mitos e oportunidades.

A utilização de instrumentos de política ambiental, baseados na operação de mercados é consagrada na literatura como possuidora de uma série de vantagens em relação aos instrumentos tradicionais de regulação direta. Em particular, a utilização de mecanismos de mercado conduz a uma solução de alcance do objetivo ambiental a um custo mínimo (ATKINSON, TIETENBERG, 1991).

Por outro lado, para o estabelecimento de um mercado de licenças de emissão são necessários uma grande quantidade de elementos que ainda por cima não são triviais. Uma das imposições de limite mínimo aos ganhos de comércio é a presença de elevados custos de transação.

Os denominados custos de transação, presentes na operação do mercado de créditos de carbono, dizem respeito à definição e transferência de direitos de propriedade, fluxos de informações necessárias para que sejam identificados os potenciais compradores, comunicação entre os compradores e a troca de informações essenciais para que a operação seja concluída (STAVINS, 1995; SANDOR, 2005)

As fontes geradoras de custos de transação são:

- a) o processo de busca e de geração da informação necessária para que as partes vendedora e compradora se encontrem;
- b) o processo de negociação entre as duas partes; e
- c) a implementação da operação e o seu monitoramento, na ausência de agência governamental encarregada especificamente dessa função, a exemplo da Environmental Protection Agency (EPA), nos EUA.

Esses fatores resultam em custos de transação que se refletirão numa diferença entre preço de compra e preço de venda em mercados de licenças de emissão. Em situações mais drásticas, uma série de operações de compra/venda simplesmente não se realizam pela ação dos custos de transação, que corroem completamente os ganhos de comércio.

Esses custos se aplicam tanto aos mercados de licença de emissão quanto ao caso de redução de emissões através de projetos. Considerando todas as etapas necessárias para apenas validar e certificar as reduções de emissões, muito provavelmente os custos de transação na operacionalização baseada na elaboração de projetos são de forma amplificada. Esse fato impõe um limite mínimo aos ganhos de comércio, uma vez que dos potenciais ganhos de comércio deveriam ser subtraídos os custos de transação para a obtenção dos benefícios líquidos. Por outro lado, os ganhos potenciais de comércio estão diretamente associados à diferença entre os custos marginais de redução de emissão dos países compradores e vendedores de licenças, como foi mostrado. Esses custos de transação, como dito anteriormente, se originam na definição e na transferência de direitos de propriedade, nos fluxos de informação necessários para completar a operação, na verificação e no monitoramento. Um complicador que se destaca é o fato de as partes compradoras e vendedoras situarem-se em países diferentes no caso do Protocolo de Kyoto, portanto, existem elementos adicionais de custos de transação. Note-se ainda que, no caso do MDL, há custos adicionais de transação dados pelo processo de validação e certificação de projetos.

#### 4.5.1 O Esquema de Comércio de Cotas de Emissão Europeu, ou EU ETS – Europe Union's Emissions Trading Scheme (Mercado Europeu de Emissões)

Em um relatório publicado em 2007, pelo departamento de pesquisa do banco de investimento Morgan Stanley, intitulado “Emissions Trading: Trends and Opportunities” (HUMPHREY & DIANA, 2007), foi apresentado o mercado de créditos de carbono em seu funcionamento à época, destacando a participação dos estados membros da União Européia na crescente liquidez deste ambiente institucional de negociação. Segundo aquele relatório, a evolução do Comércio de Cotas de Emissão entre empresas, baseado na Diretiva 2003/87/EC



do Parlamento Europeu, seria uma peça-chave no alcance dos objetivos de emissões assumidos por todos os países membros do bloco europeu.

Com base no recente relatório de pesquisa da “Citi Investment Research & Analysis”<sup>27</sup>, uma divisão do Citigroup Global Markets Inc., é possível constatar que o ETS permanece como um esquema central para a estratégia da União Europeia em matéria de redução de emissões regionais, sendo visto como um instrumento econômico lógico na redução de emissões ao menor custo disponível.

#### 4.5. 1.1- O desenvolvimento do mercado europeu de carbono

O EU ETs encontra-se na transição da Fase 2 para a Fase 3. Em 2013, é previsto a expansão da cobertura de emissões em 17% em comparação com a cobertura atual. Para alcançar essa meta serão adicionados ao rol de setores com atividades controladas, em 2012, as companhias aéreas e, em 2013, determinadas indústrias química, objetivando expandir a cobertura de controle de gases de efeito estufa, com a incorporação de N<sub>2</sub>O, PFCs, além do CO<sub>2</sub>.

O ETS regula actualmente 47% das emissões totais de gases estufa da UE, equivalente a 2GtCO<sub>2</sub> por ano. A partir de 2013, quando os novos setores industriais estiverem adicionados, o sistema cobrirá 50% do total de emissões, o equivalente a 2.1GtCO<sub>2</sub> por ano. Além disso, as emissões da aviação internacional, provenientes de vôos com pouso ou decolagem na região da UE, serão incluídos a partir de 2012, adicionando 240mta mais ao escopo do esquema, atingindo o total de 2.34Gt das emissões regulamentadas. Isso representa um crescimento global de 17% desde o início da Fase 2, em 2008

Esse desenvolvimento e evolução do ETS é vital para o efetivo alcance do objetivo de redução da ordem de 20% das emissões de GEEs dentro da Europa até o ano 2020.. Destaca-se o fato de que a infraestrutura institucional deste mercado já está bastante avançada, com avanços no desenvolvimento de um cenário de longo-prazo em que a necessidade de negociar créditos será maior do que somente a oportunidade de lucrar com estas transações.

Para que isto se confirme, deve-se compreender a real importância e relevância dos Certificados de Reduções de Emissões (RCEs), que surgem como créditos lastreados na redução de emissões não necessariamente dentro do país em que é registrado, conforme as premissas do MDL, concebido a partir do Protocolo de Kyoto. Essa concepção é devido ao fato das RCEs permitirem que as crescentes necessidades sejam atendidas em um cenário de cada vez mais escassas alternativas de redução de emissão dos GEEs dentro do próprio bloco europeu.

---

<sup>27</sup> Disponível em <https://ir.citi.com/k9VIEQcI81NJdVt6L5%2FEKI3RgmqUZamUkqqiVeHo%2FIE%3D>

Deve-se aqui destacar o fato de o avanço do ETS, tal como foi concebido na sua primeira fase, cobrindo apenas uma pequena parte do potencial de redução de emissão dos GEE, foi possível desenvolverem-se esquemas de mitigação que possibilitaram estender as transformações objetivadas a setores difíceis de terem suas emissões e as necessárias reduções destas reguladas e viabilizadas.

#### 4.6 - Estado e Negociações do mercado de créditos de carbono (ou Panorama Mundial do Mercado de créditos de carbono)

- **O Panorama segundo O Banco Mundial para o ano de 2009**

O relatório "State and Trends of the Carbon Market 2010" , publicado pelo Banco Mundial em maio de 2010 , demonstrou um crescimento do mercado de carbono da ordem de 6% durante o ano de 2009, mesmo diante da crise financeira internacional, com valores totais negociados na ordem de US\$ 144 bilhões em comparação a US\$ 136 bilhões durante 2008 (Quadro 11)

Embora tenha ocorrido tal crescimento em um ano de crise financeira, o certo é que tal situação decorreu de um movimento especulativo, pois não se verificou uma atividade forte de financiamento de novas iniciativas de projetos Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou de Implementação Conjunta (JI).

Quadro 11: Volumes e Valores do Mercado de Carbono 2008-2009

	2008		2009	
	Volume (MtCO <sub>2</sub> )	Valor (US\$milion)	Volume (MtCO <sub>2</sub> )	Valor (US\$milion)
<b>MERCADO DE PERMISSÕES (ALLOWANCES MARKETS)</b>				
<b>EUETs</b>	3093	100,526	6,326	118,474
<b>NSW</b>	31	183	34	117
<b>CCX</b>	69	309	41	50
<b>RGGI</b>	62	198	805	2,179
<b>AAUS</b>	23	276	155	2,003
<b>Subtotal</b>	3,278	101,492	7,362	122,822
<b>SPOT &amp; SECONDARY KYOTO OFFSETS</b>				
<b>Subtotal</b>	1,072	26,277	1,055	17,543
<b>TRANSAÇÕES BASEADAS EM PROJETOS (PROJECT BASED TRANSACTIONS)</b>				
<b>MDL Primario</b>	404	6,511	211	2,678
<b>JI</b>	25	367	26	354
<b>Mercado Voluntário</b>	57	419	46	338
<b>Subtotal</b>	486	7,297	283	3,370
<b>TOTAL</b>	4,836	135,066	8,700	143,735

Fonte: State and Trends of the Carbon Market ( 2010)

O relatório demonstrou ter havido uma redução significativa de financiamento pelos países industrializados nos países em desenvolvimento. Os investimentos diretos nos projetos de MDL (mercado primário) caíram 59% para US\$ 2,7 bilhões em 2009, o que representou uma redução pela metade na redução de GEE, de 404 milhões em 2008 para 211 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em 2009. Ainda, de acordo com o relatório, essa queda nos investimentos havia sido registrada em 2008, onde US\$ 6,5 bilhões já representavam uma queda de 12,3% ano a ano. A China manteve-se como o maior vendedor no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), embora a África e Ásia Central, regiões historicamente negligenciadas, aumentaram a participação em virtude da busca pelos compradores, de maior diversificação.

O Banco Mundial ressalta no seu relatório que a crise financeira foi o principal fator de estímulo às instituições financeiras e investidores privados a reduzirem suas atividades no setor e redirecionar suas posições para ativos e mercados mais seguros, com distanciamento de investimentos que representassem risco, como era o caso do mercado de carbono.

Questões estruturais também prejudicaram o mercado de MDL. A complexidade e o caráter mutável das normas, ineficiências da cadeia regulatória e redução na capacitação causaram atrasos e impactaram negativamente o financiamento de projetos. Como resultado, leva-se agora mais de três anos para que projetos de MDL, em sua média, façam o caminho através do processo de regulamentação e emissão do seu primeiro Reduções Certificadas de Emissões (CER's).

Em 2009 o Comércio Europeu de Licenças de Emissões (EU ETS) continuou a ser o principal propulsor do mercado de carbono. Um total de US\$119 bilhões de valor das licenças de emissão e derivados foram negociados. As operações em negócios futuros continuaram a representar a maioria do volume de transações, com uma quota de 73%, enquanto volume no mercado à vista aumentou para 1,4 bilhões de toneladas. Isso se deu, em boa parte, devido às negociações das empresas européias, sem dinheiro, que venderam direitos de emissão para levantar fundos, em um ambiente de crédito apertado. Também houve aumento no nível de sofisticação no mercado de opções, que cresceu 70% para 420 milhões de toneladas. No entanto, volume de negócios no mercado secundário de Quioto nivelou-se em um bilhão de toneladas e o seu valor caiu em um terço, chegando de US\$ 18 bilhões (€ 13 mil milhões) a medida que os preços diminuam.

O relatório alegou também que, ironicamente, a crise econômica e os atrasos na expedição das RCEs, que prejudicaram o mercado baseado em projetos, poderia acabar sendo uma notícia positiva para a demanda pós 2012. Estes fatores provavelmente poderiam conduzirão as indústrias a utilizar menos RCEs e ERUs do que o limite de 1.4 milhões de

toneladas durante a segunda fase do EU ETS. Portanto, se os preços das compensações continuassem inferiores aos das EUAs, a restrita terceira fase, em conjunto com a limitação do uso das compensações, deveriam incentivar as indústrias a exaurir os seus limites de importação de créditos e sustentar a demanda.

Nos Estados Unidos, o Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) teve um crescimento quase 10 vezes superior, chegando a US\$ 2,2 bilhões (€ 1,6 bilhão), na expectativa da legislação federal de regulação do carbono, que acabou não se concretizando e, com indícios atuais, de não se concretizar tão cedo. Para piorar, estagnou também o esforço da Austrália para o desenvolvimento de um sistema nacional. Esses desafios, em combinação com regras mais limitante de importação, sob Fase III do EU ETS, ameaçaram corroer o juro de longo prazo dos principais agentes no financiamento de carbono, apesar do forte apoio dos países em desenvolvimento para os mecanismos de Quioto.

A Nova Zelândia ofereceu um vislumbre de esperança em 2009 quando se tornou o primeiro país fora da Europa a adotar um sistema obrigatório de negociações de emissões - ETS, na economia como um todo. Além disso, tanto em países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, começaram a surgir novas iniciativas que exploram abordagens inovadoras do mercado para a economia das mudanças climáticas. Entretanto ainda permaneciam necessários para mecanismos de financiamento do carbono, esforço considerável, engenhosidade e capacidade, juntamente com outras políticas e instrumentos financeiros para enfrentar a escala imensa do desafio climático.

- **O Panorama segundo O Banco Mundial para o ano de 2010**

No último relatório anual do Banco Mundial, *State and Trends of the Carbon Market 2011*, lançado em 01/06/2011, foi demonstrado que o mercado global de carbono apresentou uma estagnação ao chegar na margem de US\$ 142 bilhões. comparado aos cinco últimos anos de crescimento. As incertezas sobre o período pós 2012, quando termina o período de compromisso sob o Protocolo de Quioto, poderiam ser, segundo os autores do relatório, uma das várias razões que ajudam a explicar a estagnação, incluindo a perda de ímpeto político sobre a criação de novos regimes de *cap-and-trade* em várias economias desenvolvidas e a redução nas emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) devido à crise econômica, que favoreceu os países no cumprimento de suas metas reduzindo a demanda por créditos de carbono.

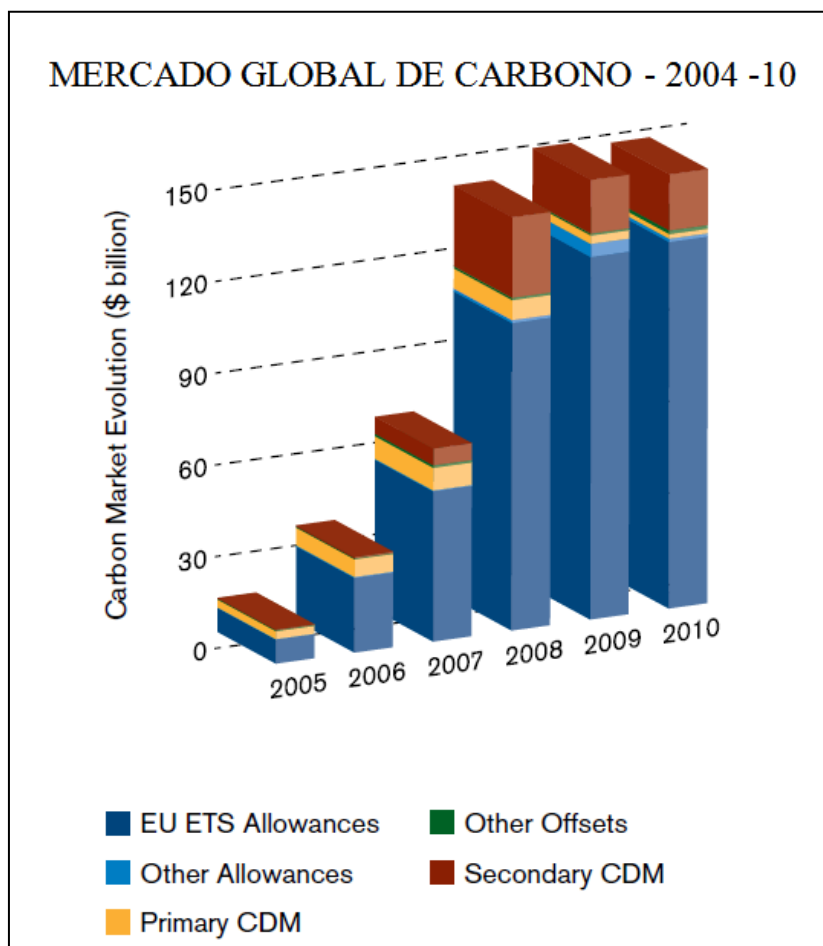
No mercado primário de Reduções Certificadas de Emissão (RCEs), geradas sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), onde quem vende as RCEs é o proprietário original do crédito, caiu quase pela metade. Entre as várias razões para essa queda, está incluso a baixa demanda e a competição com outros ativos mais previsíveis como Assigned

Amount Units e as RCEs geradas no mercado secundário, onde quem vende o crédito gerado pelas reduções certificadas de emissões não é o proprietário original do ativo.

O mercado de MDL está agora no seu ponto mais baixo desde a entrada em vigor do Protocolo de Quioto em 2005, tendo retraído 46% para cerca de US\$ 1,5 bilhões dos US\$ 2,7 bilhões de 2009. Porém, cumulativamente, as transações primárias de créditos de compensação (como as RCEs e ERUs) alcançaram quase US\$ 30 bilhões desde 2005.

As permissões de emissão da União Européia (EUAs, em inglês), continuaram sendo o maior segmento do mercado de carbono, com 84% do valor total. Levando em conta as transações secundárias do MDL, o valor do esquema europeu de comércio de emissões (EU ETS) alcançou 97% do valor total do mercado, ou US\$ 119,8 bilhões, subindo 1% em relação ao ano anterior (Figura 6).

Figura 6



Mercado Global de Carbono 2004-2010

Fonte; State and Trends of the Carbon Market ( 2011)

O mercado de carbono global estagnou assim como a economia global estabilizada e começou uma recuperação provisória em 2010. O crescimento do mercado de carbono estagnou em um momento particularmente inoportuno. O ano de 2010 provou ser o mais quente registrado, as emissões de carbono subiram 5,7% entre 2007 e 2010, e 4,1% no período em que o mercado ficou estagnado. Apesar do ano de 2010 ser lembrado pelas várias oportunidades políticas que surgiram, não houve, no final, a concretização das decisões anunciadas. Nos Estados Unidos, não houve apoio suficiente para passar a legislação cap-and-trade federal. A Lei Básica japonesa sobre o aquecimento global foi interrompida e na Austrália o Senado não conseguiu passar o Plano de Redução da Poluição por Carbono, tendo o governo posteriormente optado por congelar seus planos de esquema de cap-and-trade nacional. Mesmo a boa notícia da adoção, na República da Coreia, do ano boa notícia rara, da Lei-Quadro sobre Economia Verde de baixo carbono não progrediu devido a oposição interna que levou o governo a decidir pelo atraso da execução do regime cap-and-trade até 2015.

Apesar de terem sido perdidas essas oportunidades de fortalecimento das regras nos países desenvolvidos no ano de 2010, o relatório enfatiza que algumas iniciativas locais e nacionais trazem esperanças. A mais proeminente destas ações é o esquema de 'cap and trade' da Califórnia, que deve iniciar em 2012. Outras iniciativas incluem metas domésticas de redução das emissões, programas para certificados de energia limpa, programas de compensação de emissões voluntários ou compulsórios e bolsas de carbono que têm ganhado ímpeto em economias em desenvolvimento, como Brasil, China, Índia e México.

Um outro sinal de esperança é o aumento nos mercados de balcão no cenário voluntário do mercado de carbono. Esses mercados apresentaram um aumento de 10% nos valores para US\$ 393,5 milhões e 28% nos volumes em 2010. A atividade neste segmento aumentou, porém os volumes ainda equivalem a apenas 0,3% do mercado global, segundo o relatório. Esse crescimento do mercado voluntário é atribuído pelo relatório à explosão de 500% na fatia de mercado de projetos de REDD devido ao seu reconhecimento formal no âmbito internacional e aprovação de metodologias importantes para os projetos. Os créditos de redução das emissões por desmatamento e degradação (REDD) tiveram 16,7 milhões de créditos transacionais em comparação com 2,8 milhões em 2009.

Um outro mercado que viu seus ganhos anulados em 2010 foi a Iniciativa Regional de Gases do Efeito Estufa (RGGI, em inglês). Esse foi o mercado que mais tinha crescido em 2009, entretanto a RGGI continua com problemas de superalocação de permissões de emissão, ou seja, os limites são muito superiores às emissões reais. A expectativa é que, se nada mudar, a iniciativa continue com excesso de permissões até 2018. Além disso, a

motivação para a implantação de um esquema 'cap and trade' no cenário federal norte-americano foi arrasada em 2010, ao contrário das enormes expectativas em 2009.

Os autores do relatório estimam que após 2012, a demanda por reduções de emissão pode alcançar 3 bilhões de toneladas, porém a única demanda substancial e incondicional será dos governos europeus, em torno de 1,7 bilhões de toneladas. Por outro lado, com a possibilidade, em franco processo de concretização, de não haver um segundo período de compromissos para o Protocolo de Quito, a partir de 2012, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o sistema europeu deixam de ter referência. Essa incerteza regulatória é uma das razões pelas quais o mercado parou de crescer.

Como mais um fator de retração do mercado, as fraudes e ilegalidades nos registros de emissões certificadas, paralisaram o sistema europeu em quase todo o período do ano de 2010. O mercado voluntário não conseguiu definir metodologias e parâmetros comuns, não tendo sido possível desenvolver procedimentos confiáveis de auditoria e certificação. Isso reduziu a credibilidade desse mercado. Ficou evidenciado que o mercado de "offsets" não é confiável. Nesse cenário houve o fechamento da bolsa de Chicago, não havendo portanto sinais de que esse mercado possa prosperar nas condições atuais.

A oferta disponível entre 2013 e 2020, através dos projetos existentes, é tida como suficiente para atender esta demanda, restando poucos incentivos para os desenvolvedores de projetos investirem mais e criarem uma oferta futura de reduções de emissão. Entretanto, o panorama pós 2012 é complexo e depende da probabilidade de comprometimento das grandes economias e dos mecanismos adotados nos níveis internacional e doméstico para cumprir estes compromissos, portanto os cenários usados pelo relatório se basearam em pesquisas sobre o sentimento dos participantes do mercado e iniciativas específicas de países e regiões.

O Banco Mundial patrocina algumas iniciativas que visam dar credibilidade ao mercado pós 2012, como a Parceria para Preparação de Mercados, vários fundos de carbono e para dar suporte à mitigação nos países menos desenvolvidos. A visão do banco é que os mercados de carbono são uma importante ferramenta para incentivar a transição para uma economia de baixo carbono. Por outro lado, sem o adequado respaldo regulatório de um acordo global, o mercado compulsório não tem potencial para representar –se como resposta à altura do desafio do aquecimento global. Não existe possibilidade de que mecanismos de mercado possam reduzir as emissões de carbono, por eles mesmos, no volume e na velocidade necessários. Para a solução desse problema é necessária a regulação.

#### 4.7 Mitos sobre a redução de emissões de carbono e GEEs

De acordo com o IPCC (2007) desde o início da industrialização a temperatura média na superfície da Terra aumentou 0,76 graus Celsius, e continua em elevação. Para limitar o aquecimento global é necessário reduzir drasticamente as emissões de GEE. A conexão entre o aquecimento e o níveis do gás efeito de estufas não é inequívoca. Uma avaliação de risco com base no conhecimento disponível indica que o nível 450 ppm oferece uma chance de cinquenta por cento de chegar acima ou abaixo de uma elevação de dois graus Celsius na temperatura.

O Protocolo de Kyoto, apesar de trazer um novo impulso e renovar a abordagem que o mundo tinha sobre o assunto do aquecimento global, acabou trazendo muita atenção para um conjunto de medidas e políticas de redução de emissão de GEE que de certa forma reforça mitos e põe, em segundo plano, fatos que poderiam levar a um conjunto de ações e propostas mais efetivas diante da questão do aquecimento global.

A empresa sueca Vattenfall, contrapondo mitos alimentados hoje acerca de uma forte relevância do desenvolvimento de novas tecnologias e inovações, quando as soluções de longo prazo são desenhadas, destaca em seu relatório intitulado “Mapa para Abatimento do Impacto Climático Global” (**Vattenfall’s Global Climate Impact Abatement Map**) que os potenciais de redução de emissão de CO<sub>2</sub>, para conforme suas estimativas para a década de 2030 distribuir-se-ão da seguinte forma (Figura 7):

- Os setores industriais e de geração de energia representarão menos de 45% do potencial de redução das emissões, em escala global, enquanto que atualmente as soluções de mercado e institucionais para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> concentram-se neste setor.
- Aproximadamente 35%-45% das alternativas de abatimento de emissões de CO<sub>2</sub> em países industrializados apresentam e apresentarão custo negativo ou quase nulo de implementação, enquanto que parte-se da premissa de que estas alternativas são escassas.
- Em escala global, países em desenvolvimento, excluindo-se a China, representarão mais que 40% do potencial de redução global de emissão de CO<sub>2</sub>, contrariando o consenso de que este potencial concentra-se em países desenvolvidos e China.
- Aproximadamente 70% dos potenciais globais de redução não serão dependentes de novas tecnologias, ao contrário do que afirma o mito de que a redução de emissões são fortemente dependentes de inovações tecnológicas.



Figura 7: Potenciais de redução de emissão de CO<sub>2</sub> em 2030, por setor e região

Sector	Regions						Total
	US + Canada	OECD Europe	Eastern Europe (incl. Russia)	Other Industrial*	China	Rest of world**	
Power	1.3	0.8	0.3	0.7	1.7	1.0	5.9
Industrial	0.8	0.6	0.7	0.8	1.5	1.5	6.0
Transportation	1.2	0.5	0.1	0.4	0.3	0.4	2.8
Buildings	0.8	0.5	0.4	0.5	0.7	0.8	3.7
Forestry	0.2	0	0	0	0	6.5	6.7
Agriculture	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.8	1.5
<b>Total</b>	<b>4.4</b>	<b>2.5</b>	<b>1.6</b>	<b>2.5</b>	<b>4.6</b>	<b>11.1</b>	<b>26.7</b>

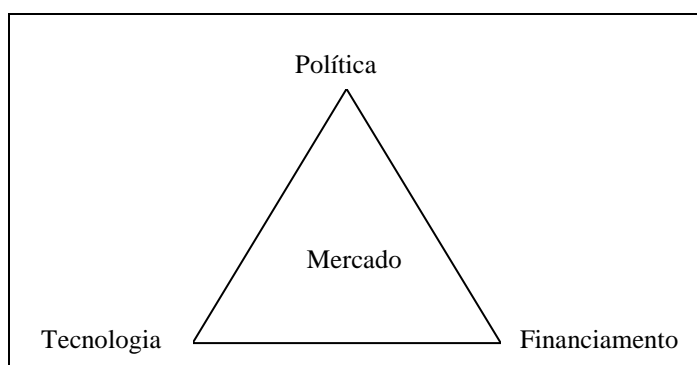
Potenciais de redução de emissão de CO<sub>2</sub> em 2030, por setor e região Fonte: Vattenfall AB. “*Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities*”, Janeiro 2007

Em suma, o relatório conclui que, tomadas as premissas supracitadas para o cenário de emissões globais de CO<sub>2</sub> de 2030, novas tecnologias e inovações terão importância cada vez menor na exploração dos potenciais de redução deste, ao mesmo tempo em que oportunidades de custo reduzido (ou mesmo negativo) estarão em setores como o de transporte (biocombustíveis, eficiência energética) e construção civil (i.e. isolamento térmica, eficiência energética), em países desenvolvidos, e em setores como o de agricultura (i.e. culturas alternadas, racionalização do uso do solo) e recursos florestais (i.e. reflorestamento, exploração sustentável de recursos florestais, limitantes ao deflorestamento), em países em desenvolvimento (excluindo China).

Para encara o desafio da proposição para uma agenda global para a redução de emissões de gases de efeito estufa, é necessário que toda a economia mundial seja convencida a decidir por medidas para que sejam eficientes as soluções de baixa emissões de carbono de modo a torná-las atraente em comparação com outras alternativas disponíveis. A despesa total de recursos necessários para atingir essa mudança pode ser rigorosamente limitada.

O relatório da Vattenfalls, em 2010, expõe para à análise às conclusões sobre a simplificação do desafio da redução das emissões, com base na centralização das ações de financiamento. Já existem soluções técnicas que, em custo limitado, pode levar a emissões significativamente mais baixas, com a possibilidade também de serem desenvolvidas ainda mais soluções. As ações de financiamento, de acordo com o relatório, podem ser administrados por diferentes mercados desde que existam incentivos que permitam criar valor com as reduções de emissões (Figura 8). O maior desafio nesse caso será político.

Figura 8



O triângulo de Mercado do Desafio Climático

Fonte: Vatteenfalls "The Climate Threat: can humanity rise to the greatest challenge of our times?", 2010

É preciso que se tenha a análise sobre a possibilidade de estabelecer em longo prazo, uma compreensão global, mútua e com alta credibilidade. Esse desafio político na verdade contém duas questões. A primeira refere-se ao questionamento sobre o conteúdo da proposição política, do que realmente pode ser alcançado. A segunda questão é sobre o processo para alcançar a compreensão mútua da necessidade de se alcançar um objetivo comum. Uma agenda clara para o esforço global do clima deve ser estabelecido. Para que isso seja possível, o número de itens da agenda deve ser limitada ao mesmo tempo ao mesmo tempo que as questões centrais são abordadas.

Com a decisão da COP 16, de limitar o aquecimento global através da manutenção do aumento da temperatura média da superfície da Terra em dois graus Celsius, foi estabelecido uma agenda, com o objetivo comum a todas as partes da Convenção do Clima. Entretanto, além da definição de metas para os níveis de emissões futuras, é necessário ainda para a concretização dessa mutualidade, estabelecer um método comum para medir o volume de emissões, que possa ser aplicado em nível regional, nacional e globalmente. Sendo necessário também estabelecer um sistema para tornar possível a criação de valor das reduções. A criação de valor a longo prazo é possível quando a credibilidade dos preços de emissões atinge um nível em que receitas e fluxos de custos possam ser capitalizados. Nesse caso, os mecanismos de comércio de emissões e direitos devem ser mantidos e aperfeiçoados devendo ser concebidos soluções de mercado para permitir o comércio entre partes distintas da economia global, geograficamente e por setor. O formato, a regulação e questões de compensação deve ser tratada no uma forma prudente, onde experiência adquirida no setor financeiro são bem aproveitada. O sistema de comércio de da união européia foi um bom começo, mas agora é importante cuidar dos problemas de adaptação às mudanças climáticas. É necessário ampliar a aceitação de implantação de medidas além das concebidas para a mitigação de emissões e criar novas formas para a expansão da adaptação entre os países.

Um outro ponto abordado no relatório diz respeito ao esforço comum de desenvolver soluções cada vez melhores e divulgá-las globalmente. Para isso é necessário investimentos

na disseminação de conhecimento, através de intercâmbio técnico e desenvolvimento de tecnologias-chave, e na disseminação global de melhores práticas. Devendo também se encontradas formas para que as nações possam assumir a responsabilidade mútua em relação necessária adaptação às consequências das alterações climáticas

As metas de redução de emissões estabelecidas pelos países, além do acordo do Protocolo de Quioto, fornecem uma base para a tarefa a ser colocada em prática. O desafio será na mudança de atitude dos países, de modo que os compromissos sejam realmente de longo prazo para que possam movimentar a economia global. A questão do clima é sobre o desenvolvimento de um bem-estar duradouro e estabilidade global. Um pensamento visionário, a longo prazo e geograficamente ampliada do compromisso deve ser priorizado, a fim de estabelecer as bases para o processo gradual de convergência, que é a única alternativa realista.

As alterações climáticas afetarão toda humanidade. A discussão sobre prestígio nacional e dívida histórica, sempre que possível, devem ser colocadas de lado. As evidências científicas mostram que é necessário, nesse momento, fazer uso de todos os meios disponíveis para realizar as mudanças necessárias. Se este é um processo possível, deve ser colocado em curso. As soluções com vínculo legal, no âmbito da Convenção do Clima devem ser combinadas com as soluções dos compromissos voluntários, para impulsionar o processo a diante. A comunidade internacional questionará não somente sobre o que está sendo feito por cada país, mas também sobre o que as empresas podem fazer para a redução das emissões de GEE. O estabelecimento de uma ação voluntária empresarial deve estar lado a lado com as normas estabelecidas pela Convenção do Clima, na tessitura de um tecido sem costuras. No contexto atual dos acordos estabelecido, as oportunidades para a redução e mitigação de emissões devem tornar-se a questão principal, entretanto os compromissos assumidos somente serão viabilizadas se houver mecanismos de controle adequados e soluções de mercado eficazes para o financiamento das ações.

## **5- MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NAS CIDADES – A CONTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES DA MALHA URBANA NO COMPROMISSO DA REDUÇÃO DE EMISSÕES**

A estratégia brasileira para atender à agenda ambiental global no referente a redução de emissões de GEE, tem como componentes principais a redução das emissões provocadas pela destruição de floresta e a preservação de árvores . Em um contexto político no qual os compromissos voluntários do país na redução de emissões, favoreceu a decisão pela promoção de ações locais para o controle de emissões, a arborização passa a exercer um principal papel nessa rota da sociedade rumo à economia de baixo carbono. Nessa nova etapa, as árvores, na qualidade de recurso ambiental urbano, necessitam ter sua importância reconhecida, seus valores administrados e seus serviços ambientais monitorados e potencializados.

Devido à eficiência demonstrada pelos arboretos urbanos, tanto em sequestrar C como afetar a emissão de CO<sub>2</sub> nessas áreas, torna-se evidente o importante papel desempenhado pelas árvores na redução dos níveis de CO<sub>2</sub> nas cidades (NOWAK, CRANE, 2002). As florestas, em nível global, captam 1 Gt C, anualmente, pelo efeito combinado de reflorestamento, geração posterior e crescimento ampliado de florestas existentes (PANDEY 2002). Da mesma forma, as árvores urbanas, na contabilidade geral do carbono, podem apresentar uma contribuição mais significativa, se houver espaço, boas condições de iluminação e umidade, além de boas condições de fertilidade para as espécies de rápido crescimento (SAMPSON et al. 1992

As florestas urbanas, de uma maneira geral, estocam menos C por hectare em árvores (25.1 t C/ha) quando comparadas aos extratos florestais (53.5 t C/ha) (NOWAK e CRANE, 2002). Contudo, o estoque e o sequestro de C por unidade de árvore urbana pode ser maior do que em extratos florestais. Isto é devido a uma quota maior de árvores de grande porte em ambientes urbanos e a altas taxas de crescimento, devido à estrutura florestal urbana mais aberta (NOWAK 1994). As árvores urbanas individuais, em média, contêm aproximadamente quatro vezes mais C do que árvores individuais em extratos florestais. Esta diferença é basicamente devido a diferenças em distribuições de diâmetro de árvore entre áreas urbanas e florestais (NOWAK e CRANE, 2002).

Dados sobre o crescimento radial do tronco são usadas para calcular o sequestro anual para espécies de árvores comuns. Devido ao fato que em árvores urbanas o carbono encontra-se distribuído de maneira diferente do que em árvores em florestas, as equações para cálculo de biomassa, desenvolvidas a partir das medições do desenvolvimento das árvores, devem ser usadas sempre que possível. O sequestro de carbono pode variar de 16 kg / ano, no caso de

árvores pequenas, de crescimento lento, com 8-15 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) , para 270 kg / ano para árvores maiores, na sua taxa máxima de crescimento (Jo e McPherson, 1995; Nowak, 1994;. Peper et al, 2001a, b).

Em áreas urbanizadas, a vegetação e o solo têm sido substituídos pelo concreto e pelo asfalto. Devido às grandes extensões de superfícies impermeáveis e a grande utilização e emissão de energia, as áreas urbanas apresentam temperaturas mais altas quando comparadas com áreas menos urbanizadas existentes nos arredores. Este efeito de ilha de calor pode acarretar temperaturas mais altas (3 - 5 ° C) do que nas áreas rurais adjacentes (MILLER 1997, SAMPSON et al. 1992). As árvores em locais com incapacidade de conservar energia podem ter um impacto adicional na redução total de emissões urbanas de C, pela redução de temperaturas de ar (0.5 - 5 ° C) e emissões conseqüentes, associadas com ilhas de calor urbanas (NOWAK et al, 2000).

As árvores urbanas podem ter um efeito indireto muitas vezes maior do que os seus benefícios complementares diretos pela absorção de CO<sub>2</sub>, por fotossíntese, e seu armazenamento como celulose (NOWAK 1993). Este efeito indireto provém da capacidade de bloquear, através da sombra das árvores, a radiação solar direta sobre os edifícios, proporcionando, assim, o efeito de resfriamento nos prédios. A influência das árvores sobre a temperatura do ar também se verifica pela evapotranspiração. Uma árvore isolada pode transpirar aproximadamente 380 litros de água por dia, resultando num resfriamento equivalente ao de 5 aparelhos de ar condicionado médios (2500 Kcal), em funcionamento, durante 20 horas por dia (GREY e DENEKE, 1978 ; SCHUBERT, 1979). A conseqüente menor utilização de aparelhos de ar condicionado resulta em uma redução no consumo de energia, com menor liberação de CO<sub>2</sub> na atmosfera (JO; McPHERSON 2001). Os efeitos de conservação de energia de uma árvore urbana única podem prevenir a liberação de 15 vezes mais C atmosférico do que o montante de C que uma árvore pode seqüestrar (SAMPSON et al. 1992).

Reconhecendo os benefícios climáticos de árvores, nos EUA o relatório “California Climate Action Team” (2006) recomenda plantar 5 milhões de árvores nas cidades para reduzir a 3,5 milhões de toneladas métricas de dióxido de carbono. Em estudo sobre a eficiência do programa de governo em Los Angeles, o “Million Trees LA Program, foi divulgado que o plantio de 1 milhão de árvores, reduzirá o dióxido de carbono na atmosfera em cerca de 1 milhão de toneladas nos próximos 35 anos, equivalente à retirada de 7.000 carros da estrada anualmente (McPherson et al. 2007). Desde 1990, a organização sem fins lucrativos “Trees Forever, baseada em Iowa, plantou árvores, com ajuda de patrocinadores para poupança de energia e redução do dióxido de carbono atmosférico com patrocínios de

utilidade (McPherson et al. 2006). Mais de 1 milhão de árvores foram plantadas em 400 comunidades com a ajuda de 120 mil voluntários. É estimado, com esses plantios de árvores, a compensação de emissões de dióxido de carbono em 50.000 toneladas por ano.

As reduções nas concentrações atmosféricas de dióxido de carbono são obtidos diretamente através da mitigação biológica e indirectamente, através de reduções de emissões. O plantio de árvores nas cidades é uma das muitas estratégias complementares da transição para uma economia de baixo carbono, com a vantagem de poder ser rimplementada de imediato. Além disso, os projetos de plantio de árvores nas áreas urbanas fornecem uma miríade de outros benefícios sociais, ambientais e econômicos que contribuem para a transformação das cidades em lugares melhores para se viver.

### **5.1- O planejamento da arborização no contexto da compensação de emissões**

O simples reconhecimento de que uma cidade apresenta uma significativa área arborizada quer seja expressa em percentual de área urbana, m<sup>2</sup>/hab, ou quantidade total de árvores, não implica conhecimento da real situação da arborização. Os índices quantitativos, isoladamente, normalmente expressam pouco a realidade da arborização urbana. Nesse sentido, é preciso conhecer-se tanto a quantidade como a distribuição das árvores no meio urbano, a situação em termos de propriedade e, quando possível, as características de qualidade em termos de serviço ambiental.

A quantificação do efeito positivo das árvores no meio urbano é um importante pré-requisito para o manejo da vegetação, a fim de otimizar os serviços ambientais provenientes da arborização urbana (NOWAK e CRANE, 2000). Com base nos benefícios ambientais da arborização urbana, principalmente os relacionados à dinâmica do CO<sub>2</sub> no ambiente urbano, torna-se importante, portanto, que a arborização de uma cidade seja planejada com base na contabilização de carbono. As decisões políticas a respeito da gestão da arborização urbana requerem uma maior exatidão nas informações sobre o estado do recurso. Sendo assim, a quantificação do carbono armazenado nas árvores ajuda a atribuir valor a um importante serviço ecossistêmico, o seqüestro de carbono, além de estimar a área de cobertura arbórea do local em estudo. Decisões governamentais no manejo e uso da arborização urbana requerem informações precisas sobre o estado deste recurso, assim como as alterações sofridas e também as passíveis de ocorrer.

A elaboração de um plano de arborização, é de fundamental importância a identificação de aspectos qualitativos. Os dados levantados podem ser usados para determinar os benefícios fornecidos por árvores da cidade e fornecer uma base para avaliar variações na cobertura arbórea na paisagem urbana. Para esclarecer inteiramente os impactos da

arborização e das atividades de uso do solo, seria primeiramente necessário calcular todas as relações relevantes de carbono. Com esse objetivo, ao se executar um inventário de carbono, como etapa inicial de um projeto de arborização, está se verificando também a linha de base (“*baseline*”) que seria requerida para estimar a adicionalidade do projeto sob um sistema de mercado de carbono, ou iniciativas de planejamento e manejo das árvores, ou a eficácia dos esforços de serviço público em promover plantios de árvores, como uma estratégia de “melhoria ambiental”, devido ao incremento e retenção da biomassa e redução de CO<sub>2</sub> (MURRAY et al., 2000).

A maioria dos inventários da arborização de ruas e parques refere-se a relações e listas de árvores inventariadas individualmente, com utilização de diversos parâmetros. Esses parâmetros podem incluir diâmetro à altura do peito (DAP), espécie, variedade, altura, total de árvores, posição da árvore no logradouro, condição fitossanitária, proximidade de utilitários, etc. Os dados de árvore são normalmente introduzidos em um programa de computador (“software” comercial), e usados como uma base de atividades de manutenção como poda, irrigação e fertilização. Os dados de inventários de árvores municipais são operacionais, isto é, são destinados para serem usados no contexto de atividades de gerenciamento municipais, como trabalhos públicos, planejamento e segurança (GOODWIN, 1996; MILLER, 1997).

A análise dos dados inclui a foto-interpretação para determinar a cobertura florestal, bem como o uso de uma planilha eletrônica ou programa estatístico para executar as equações para estimar a biomassa e o Carbono, além da execução de testes estatísticos para medir tendências centrais e desvio. Depois, os resultados da análise de dados seriam usados para fazer deduções sobre a população e, finalmente, produzir um relatório dos resultados obtidos.

Devido às características das áreas urbanas, há dificuldade na medição em termos do estoque de carbono. A dinâmica normal de carbono do solo é interrompida pela compactação do solo e pelas superfícies impermeáveis, que impede contribuições normais de carbono das fontes acima do solo, podendo também impedir a oxidação de carbono do solo ao ar (PERSON, 1992). As árvores urbanas podem apresentar ramificações e formações diferentes de dossel comparadas às árvores de floresta; por esse motivo, algumas fórmulas usadas para estimar a biomassa e o volume de crescimento das árvores em florestas talvez não possam ser aplicadas às árvores urbanas (NOWAK, 1994; JO e McPHERSON 1995; PERSON, 1992). De um lado, uma árvore urbana com o mesmo DAP ou altura que uma árvore de floresta poderia ter uma copa mais larga devido a menor competição, ou mais irrigação e fertilização, e ter uma estimativa de biomassa mais elevada. Por outro lado, as circunstâncias pobres de enraizamento, a poluição de ar, o calor e podas severas podem reduzir a acumulação da biomassa em uma árvore urbana (JO e McPHERSON, 1995). A pesquisa é necessária tanto

para se testar mais e mais a aplicabilidade de equações existentes para estimativa de biomassa às árvores urbanas, bem como elaborar equações próprias para as espécies arbóreas encontradas na arborização urbana.

## 5.2 - Cálculo do estoque de Carbono

Em uma floresta o carbono fica estocado em quatro compartimentos principais: a biomassa viva acima do solo (BVAS), a biomassa subterrânea (BS) e a matéria orgânica do solo (MOS) e biomassa morta (BM). Na maioria das florestas o compartimento mais fácil de ser medido é a BVAS, sendo os demais compartimentos calculados a partir de relações de proporção da estrutura da primeira. Para a maioria das florestas tropicais, a BVAS é cerca de 70 a 80% da biomassa total de uma árvore (ARAÚJO et al, 1999; BROWN, et al, 1995). A MOS é formada a partir da queda das folhas, ramos, galhos, raízes mortas e até árvores inteiras, que, ao se decomporem, fornecem energia para a fauna e a flora e liberam nutrientes para o solo, geralmente incorporados imediatamente pelas raízes (JORDAN, 1980), sendo, por isto, proporcional à estrutura da vegetação aérea. As raízes também são responsáveis pela acumulação de matéria orgânica no solo (NEPSTAD, 1994).

Em florestas tropicais, a maioria das estimativas de BVAS está baseada em avaliações da estrutura da floresta, com medidas do DAP (Diâmetro na Altura do Peito, à cerca de 1,3 metros do solo), da altura das árvores e da densidade da madeira. Para estimar a biomassa viva, os diâmetros e a altura de todas as árvores são medidos e convertidos em estimativas de biomassa e carbono através da aplicação de equações alométricas de regressão.

Muitos estudos foram realizados para a quantificação da BVAS em florestas maduras e vegetações secundárias da Amazônia, com o desenvolvimento de equações alométricas (ARAÚJO, 1999; NELSON et al., 1999). Estas equações são calculadas através de regressões estatísticas, usando medidas de peso seco de árvores inteiras, obtidas por métodos destrutivos, e das medidas de DAP, altura, densidade da madeira e teor de umidade. Uma vez estabelecidas essas equações, o inventário de BVAS se torna rápido e não destrutivo, pois, a partir das medidas de DAP e altura, pode-se estimar mais rapidamente a biomassa da formação florestal, sem que sejam necessárias amostragens destrutivas (JENKINS et al, 2003).

Em formações florestais, o trabalho de campo consiste, basicamente, em medir o DAP e a altura de todas as árvores maiores de 10 cm de DAP e que estejam dentro de uma parcela cuja dimensão deve ser de 100 a 200 metros de comprimento por 10 m de largura. A medida do DAP pode ser feita com uma trena, dividindo-se o perímetro por  $\Pi$  ( $\Pi$ , que é igual a 3,14159). A medida da altura é feita por meio de um telêmetro, embora se possa usar outros



métodos de estimativa, como o visual ou o cálculo por relações trigonométricas (com um clinômetro - aparelho que mede o ângulo de visadas da copa e da base do tronco), devendo-se, porém, ter uma especial atenção para a calibração e a verificação dos valores medidos. Estudos mais aprofundados podem incluir a retiradas de amostras para medidas de densidade da madeira, através de uma sonda Pressler (TANIZAKI, 2003)

O cálculo do estoque de carbono, por árvore, consiste na seguinte fórmula:

$$C \text{ árvore} = V \text{ árvore} \times db \times [C]$$

Sendo:

V árvore = volume cilíndrico da árvore

db = densidade básica

[C] = concentração de carbono na madeira

De acordo com Tanizaki (2000), esse cálculo pode ser feito através de três etapas consecutivas, a) cálculo do volume cilíndrico, b) conversão do volume cilíndrico em volume total da árvore e c) cálculo final do estoque de carbono.

Na primeira etapa, para o cálculo do volume cilíndrico são utilizados a projeção do DAP como área basal e a altura total da árvore para a utilização desses dados na seguinte fórmula:

$$\text{Volume cilíndrico} = (\text{DAP}/2)^2 \times \text{Pi} \times \text{H}$$

Onde:

DAP= diâmetro à altura do peito (m)

Pi = 3,14159

H= altura da árvore (m)

Numa segunda etapa, o volume cilíndrico é convertido em volume total da árvore multiplicando-se o volume calculado por um fator de conversão empírico (FFA= 0,72) (TANIZAKI, 2003). O FFA é o fator de conversão de volume cilíndrico para volume real, pois o tronco não é cilíndrico e ainda tem a expansão da copa. Ele é obtido através de medidas de seções da árvore em intervalos de 1 metro, possibilitando o cálculo do volume dessas seções. O cálculo do volume dos galhos é feito a partir da equação de volume de cones que utiliza o raio da base e o comprimento do galho (ou altura do cone). O volume total da árvore é igual à soma de todos os volumes.

$$\text{Volume Total da árvore} = \text{Volume cilíndrico} \times \text{FFA}$$

Onde FFA= Fator de correção empírico (0,72)

BVAS = Volume Total da árvore x d

ou

$BVAS = (DAP/2)^2 \times \pi \times H \times FFA \times d$

Onde:

$d = \text{densidade básica} = \frac{\text{Peso seco (kg)}}{\text{Volume Fresco (m}^3\text{)}}$

Na terceira etapa, a massa de carbono por árvore é calculada finalmente multiplicando-se o volume total da árvore calculado pela densidade básica e teor de carbono, considerando o teor de C de uma maneira geral como 50 % do peso seco da BVAS (FEARNSIDE, 1997).

Multiplicando-se o volume da árvore pela densidade da madeira e o teor de C tem-se, ao final, o valor do estoque de C na BVAS

$[C] = \text{Vol árvore} \times [C] \text{ madeira}$

Sendo assim, o cálculo do estoque de carbono por árvore poderá ser feito com a utilização da seguinte fórmula final:

$C = (DAP/2)^2 \times \pi \times H \times FFA \times d \times 50\%$

Para a quantificação tanto do estoque de carbono na arborização da cidade, quanto do carbono seqüestrado pelos plantios, será preciso estimar o carbono concentrado por unidade arbórea para o cálculo do carbono em estoque por logradouro, quadras e bairro. Um banco de dados, com base na diagnose rotineira da arborização dos logradouros, que dá suporte ao manejo da arborização, pode ser utilizado. As informações das árvores registradas, por logradouro, onde constam a referência da posição da árvore no logradouro e as medições da altura e DAP das árvores, podem ser utilizados para calcular a biomassa de cada árvore, através da utilização de equações de cálculo de Carbono elaboradas para a arborização pública (LAERA, 2006).

A implementação de equações para medir a biomassa das árvores na malha urbana, dentre as funcionalidades já existentes em um SIG, permitirão um grande incremento nos resultados para os gestores e administradores municipais. Um SIG assim estruturado pode validar (ou apurar) os dados obtidos através de pesquisas de campo, as quais devem ser realizadas periodicamente, ao longo dos vários estágios de crescimento das árvores.

### **5.3 O uso do Geoprocessamento na operacionalidade da perspectiva teórica do *complexus urbano***

Na pesquisa da dinâmica do CO<sub>2</sub> no ambiente urbano, bem como dos processos de redução de emissões e estoques de Carbono, é necessário que a realidade seja pensada com sob uma perspectiva teórica que analise a complexidade existente no meio urbano. Sob essa ótica, é possível a implementação de uma estrutura de percepção de fenômenos ambientais, as relações, ligações e interações presentes nos e entre os objetos geográficos existentes no ambiente em estudo. A tecnologia do Geoprocessamento vai ao encontro dessa necessidade de implementação de uma estrutura de percepção de fenômenos ambientais, mostrando-se uma ferramenta com potencial de tornar operacional a perspectiva teórica da complexidade do meio urbano.

O Geoprocessamento é uma tecnologia que permite o processamento de dados espacializados (dados com referência cartográfica), ordinariamente chamados de dados georreferenciados, com a finalidade de transformar tais dados (registros de ocorrência) em ganhos de conhecimento (SILVA, 2007), isto é, em informações, segundo critérios pré-estabelecidos. O uso do Geoprocessamento possibilita que a realidade do ambiente em análise possa ser percebida como uma composição de fenômenos físicos ou virtuais, produzindo sistemas identificáveis que se organizam segundo diversos tipos de relacionamentos. Segundo essa perspectiva, a realidade ambiental pode ser apresentada, através do Geoprocessamento, como um agregado de sistemas relacionados e inter-relacionados entre si.

Partindo dessa primeira percepção complexa do ambiente analisado, é possível então modelá-lo de acordo com a sua variabilidade taxonômica e distribuição territorial das classes de fenômenos onde as informações são rejuntadas a seu contexto. Nesta forma de modelar o ambiente que está sob análise, ressaltam-se, como exemplos relevantes para as investigações ambientais, as relações de inserção (hierarquia), de topologia (proximidade/contigüidade), de funcionabilidade (causalidade) e de espacialidade (referência cartográfica).

Com essa lógica de percepção e análise ambiental, o conhecimento sobre os sistemas em estudo pode ser armazenado em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que é um sistema computacional com um conjunto poderoso de ferramentas que permite armazenar, tratar, recuperar, processar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real (BURROUGH, 1986). Os SIGs são geralmente reconhecidos como influentes instrumentos de simulação e modelagem, pois realizam o tratamento computacional de dados geográficos, gerando informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas, principalmente, também através de sua localização espacial ou cartográfica. Para que isto seja possível, a

geometria e os dados num SIG devem estar referenciados cartograficamente, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica pertinente. Só assim será possível a visualização destes dados na forma de mapas de forma a possibilitar a realização das inferências pertinentes (extração das informações) (CÂMARA, 2005). Assim a informação geográfica apresenta uma natureza dual: um dado geográfico possui uma localização geográfica (expressa como coordenadas cartográficas em um espaço geográfico) e atributos descritivos (representados num banco de dados convencional).

Com essa estrutura é possível nos SIG's acompanhar a evolução das relações com a identificação das retroações ocorridas nos processos em análise nos sistemas. Cada segmento do sistema contém informações acerca da totalidade que por sua vez é composta de partes não como entidades individuais, mas sim como extensões de um mesmo todo fundamental proporcionando uma maneira inteiramente nova de entender a organização e a ordem do ambiente em análise.

Além da natureza complexa da realidade que se deseja modelar, a que se deseja ressaltar que os dados espaciais e as imagens bidimensionais também possuem uma natureza complexa e multidimensional, que também devem ser consideradas quando de suas implementações em um SIG. Tais naturezas complexas exigem representações capazes de descrever tanto atributos dos conceitos, como também seus componentes geométricos e relacionamentos espaciais e temporais, com uma contínua discussão dialógica entre a separabilidade e a inseparabilidade dos atributos e objetos geográficos.

Essa capacidade de simulação e modelagem, oferece ao gestor, ao administrador, ao urbanista, ao analista e ao engenheiro uma visão inédita da realidade de seu ambiente de trabalho, com a oportunidade de integrar esse observador/analista a esse ambiente sob análise e reintroduzir esse sujeito cognoscente em todo o conhecimento.

O primeiro SIG moderno, *The Canadian Geographic Information System* (CGIS), foi desenvolvido no início da década de 60 no Canadá, para criar um inventário de recursos naturais. O CGIS classificava o solo de acordo com a aptidão de uso para florestas, agricultura, recreação e área de preservação da vida selvagem. Muitos dos termos e concepções de SIG utilizados atualmente foram originados do CGIS. Os canadenses entenderam que para que o SIG fosse uma ferramenta eficaz ambientalmente, os dados deveriam ser incorporados ao SIG com a máxima precisão e relevância possível. O sucesso do CGIS é evidenciado pela sua contínua operação, sendo atualmente utilizado em mitigação de poluição, manejo de recursos e planejamento de uso do solo.

O geoprocessamento vem se mostrando uma ferramenta fundamental para o planejamento, a tomada de decisões e o aumento da eficiência das ações e medidas,

principalmente de cunho ambiental. Todavia, ressalta-se a necessidade de cautela e planejamento prévio na sua utilização, de forma a que sejam desenvolvidos procedimentos de análise que explicitem, de forma mais próxima possível da realidade, o modo de pensar dos atores (pesquisadores, analistas, administradores, dentre variados outros) envolvidos no processo, determinando, assim, o que deve ser utilizado (dados ambientais) e o que deve ser feito com estes através da definição de objetivos (SAITO, 1995).

### 5.3.1 O SIG na arborização da malha urbana

No planejamento e manejo de árvores urbanas o SIG vem sendo utilizado para avaliar modificações ao longo do tempo, em relação tanto ao comportamento das espécies em cenários diferenciados quanto ao clima e uso do solo, como também em avaliações do potencial das árvores na mitigação de poluentes.

Uma análise realizada através de um SIG acerca da estrutura da vegetação, relacionando-a aos serviços ambientais das florestas e valores econômicos, em Chicago, Illinois (EUA), revelou que a arborização urbana remove 5.575 toneladas métricas de poluentes do ar e seqüestra aproximadamente 315.800 toneladas métricas de C anualmente (MACPHERSON *et al.*, 1997). Em Munique, na Alemanha, foi utilizado um SIG para examinar o padrão espacial e as funções ambientais da arborização urbana, conectando essa análise com o planejamento ambiental e da arborização, e com a estrutura geral de planejamento do uso do solo urbano (PAULEIT e DUHME, 2000). Em Chattanooga, Tennessee (EUA), um SIG foi especializado para mapear a localização das árvores e monitorar o tipo e tamanho das árvores ao longo das ruas na cidade e parques centrais, objetivando manter um banco de dados da evolução do desenvolvimento e das condições de saúde das árvores urbanas (BROWN, 2003).

No sentido de contribuir nos esforços de mitigação do acúmulo dos Gases do Efeito Estufa (GEE), o SIG pode ser adotado também como ferramenta para implementação de uma metodologia para cálculo de estoque de C nos exemplares arbóreos existentes na cidade. Apesar das dificuldades de implementação, um SIG bem estruturado poderá servir como um instrumento inestimável no monitoramento de ganhos de fitomassa das árvores, na medida em que vincula dados com referências cartográficas, propiciando um enorme incremento no processo de planejamento e gestão sustentável da arborização urbana.

## **6 – A GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO CARIOCA – A POSSIBILIDADE DA TRANSFORMAÇÃO DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA EM GANHOS DE CONHECIMENTO**

As ações desenvolvidas pelo poder público na gestão ambiental da cidade do Rio de Janeiro, em especial no desenvolvimento de projetos de planejamento e manutenção da arborização urbana, têm como base a análise e o diagnóstico prévio dos espaços urbanos. Até 2007 a Fundação Parques e Jardins (FPJ), órgão da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), determinava a necessidade de intervenções, referentes tanto a plantios de árvores como à execução de podas de ramos ou supressões, de acordo com a situação local das árvores, diagnosticadas individualmente. A partir de 2008 a responsabilidade pela gestão da arborização passou a ser partilhada entre a FPJ e a Companhia de Limpeza Urbana – COMLURB. Com o Decreto nº 28981 de 31 de janeiro de 2008, a responsabilidade pela conservação da arborização, no que se refere à prática de podas e supressões de árvores em área pública, e a conservação de praças, parques e áreas verdes, passou para a COMLURB. A FPJ permanece com a atribuição pelas atividades normativas das praças e parques, podas de árvores em parques, bem como o planejamento da arborização (plantio de árvores). O órgão permanece ainda com a administração dos parques municipais além do planejamento e execução de novas praças e reformas das existentes.

Tanto a rotina de podas e supressões quanto de plantio de árvores, é motivada pelas solicitações da população, registradas no núcleo de atendimento ao contribuinte.

O serviço de poda tem sido executado pelos trabalhadores da limpeza urbana (gari) que, de acordo com a COMLURB, são habilitados para o manejo arbóreo e de equipamentos para realização do trabalho, através de cursos com engenheiros agrônomos e florestais, que orientam também a execução dos serviços de poda e supressão de árvores.

Na manejo e conservação do arboreto público, a programação dos serviços necessários é orientada pelo registro das solicitações, a partir do qual é programada vistoria técnica aos logradouros, ocasião em que é realizada a análise e a indicação da necessidade real de serviços nas árvores. Os logradouros que têm registro de solicitação para poda e/ou supressão de árvores são vistoriados por setores de arborização, da Diretoria de Serviços em Áreas Verdes – DSV da COMLURB, atuantes por Área de Planejamento. Para os serviços referentes ao plantio de árvores, as vistorias aos logradouros são realizadas pelos os técnicos da FPFJ (engenheiros agrônomos e engenheiros florestais), sob a supervisão da Diretoria de Arborização. Em ambas as rotinas de trabalho, os técnicos realizam os registros de ocorrência através da diagnose da arborização, com a coleta e registro de dados sobre as árvores existentes no local.

A diagnose das árvores existentes na malha urbana segue o procedimento delineado e utilizado pela FPJ ao longo do tempo. Nessa avaliação prévia das árvores nos logradouros públicos, os técnicos identificam, em planilhas de arborização, o quantitativo de árvores por espécie e os dados dendrométricos por árvore, com referencia no número de porta do imóvel. As árvores são analisadas individualmente, de modo a avaliar o estado vegetativo e fitossanitário e identificar a interferência dos ramos com fachadas, mobiliário urbano, rede aérea, luminárias e também com a circulação de pedestres (LAERA, 2006). Entretanto ainda não há a avaliação dos serviços ambientais oferecidos pelo arboreto existente na malha urbana, não sendo quantificados os benefícios ambientais.

### **6.1 Um desafio local: o plantio de árvores na mitigação de emissões na cidade do Rio de Janeiro**

Os plantios executados na cidade são oriundos, em sua quase totalidade, do cumprimento de exigência legal no licenciamento de construções. A partir de 1979, com a instituição do Programa de Proteção ao Meio Ambiente -PROMAM (Lei nº 105, de 13/06/79), foram desenvolvidos, pelo poder público municipal, diplomas legais que apresentavam instrumentos para preservar a vegetação na área metropolitana, estabelecendo-se medidas que impõem plantios arbóreos para as construções a serem legalizadas, calculados com base na área total construída.

Em 1984, o poder público passou a vincular legalmente, no processo de licenciamento de construções no Rio de Janeiro, a exigência compensatória ambiental, através de plantios de mudas arbóreas, à ocupação do solo pelas novas construções e edificações. Com Lei Municipal 613/84, a exigência do plantio de mudas arbóreas no interior do lote, ou em área pública, de acordo com a destinação da edificação e a área total edificada, foi incorporada a rotina do licenciamento de construções. O cálculo do quantitativo de mudas a ser plantado, é resultado da fração da área total edificada por uma área determinada previamente, de acordo com a finalidade da construção, estabelecendo-se o plantio de 1 muda de árvore por essa área determinada. Para construções com finalidade residencial ou mista determinou-se o plantio de 1 muda por 150m<sup>2</sup> de área construída; para finalidade comercial o total de plantio é feito com base em 1 muda por área de construção correspondente a 90 m<sup>2</sup>; e para construções industriais o total de mudas exigido para plantio é calculado na proporção de 1 muda para cada 60 m<sup>2</sup> construídos.

Na impossibilidade da execução desses plantios, no próprio terreno do empreendimento, estabeleceu-se, no Decreto 4.874/84, que o plantio devesse ser executado, em dobro, em área pública, seguindo determinações da Fundação Parques e Jardins (FPJ). A

execução desses plantios novos é realizada pelas empresas da construção civil, que têm a responsabilidade pelos custos referentes à aquisição de mudas e custos de serviços de execução de plantio.

Mesmo não sendo responsabilidade do município os custos referentes à aquisição de mudas e despesas com os serviços de execução do plantio e sim do agente privado atuante na construção civil, a manutenção da arborização implantada é dependente dos recursos públicos, que atualmente mostram-se insuficientes, não havendo uma consolidação dos plantios executados de maneira satisfatória, com uma perda de 50,7% nos plantios executados. O manejo é realizado de forma ineficiente e duplamente onerosa, consome recursos tributários e exige transferências diretas, com retorno incompatível aos custos apresentados (LAERA, 2006).

Diante da constatação da ineficácia dos instrumentos legais disponíveis para o incremento da arborização, e visando atender ao Protocolo de Intenções da cidade do Rio de Janeiro no controle das emissões, foi instituído no Decreto nº 27.740, de 23/03/2007, o ano de 2007 como o ano da arborização, com a criação do Programa Municipal de Arborização Urbana. Nesse Programa está previsto o desenvolvimento de ações para implantação, gestão e conservação das áreas verdes urbanas, visando à ampliação da cobertura vegetal urbana, sob a Coordenação da Fundação Parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro. Em seguida, o Decreto 27.758, de 26 de março de 2007, determina que o “habite-se” da edificação, cujo plantio correspondente a ser efetuado em área pública, passa a ser condicionado a manutenção das mudas pelo período mínimo de um ano. Por outro lado, deixou de existir a exigência do fornecimento de mudas, para quantitativo superior a 6 mudas, e plantio em dobro em área pública, no caso da impossibilidade do plantio no próprio lote. O legislador entendeu que a obrigatoriedade da manutenção compensaria a redução em cinquenta por cento do quantitativo de plantios, que eram disponíveis ao incremento do arboreto urbano. Uma das premissas para essa decisão foi a determinação, através do Decreto 27.596 de 15 de fevereiro de 2007, da compensação para garantir um efeito-carbono-zero para todas as obras licenciadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, de três pavimentos ou mais, ou que sendo não residenciais, sejam consideradas de médio a grande porte. O legislador provavelmente fundamentou-se na possibilidade da proposta de plantio de árvores como forma de compensação de emissões, porém não definiu esse critério no instrumento legal, deixando a cargo dos empreendedores a proposta da compensação.

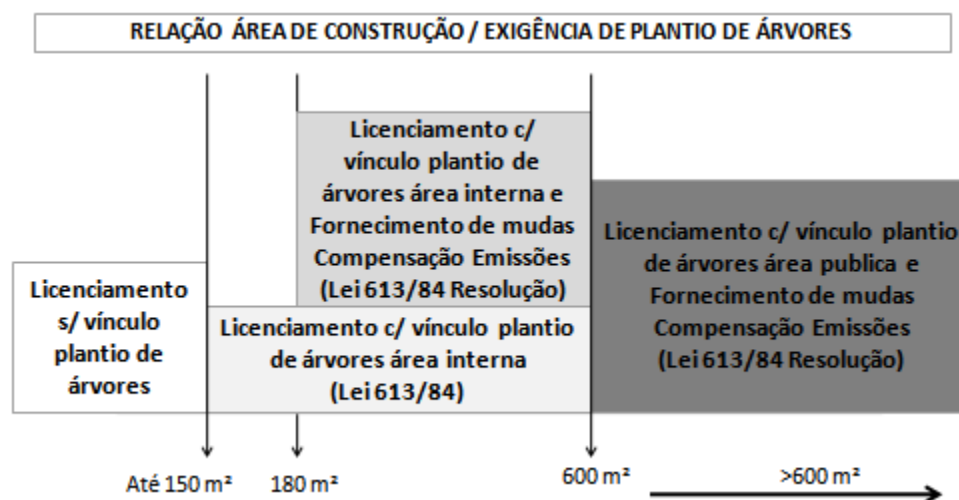
A indefinição tanto em relação a uma metragem quadrada mínima da construção para que houvesse a compensação quanto à forma de compensação manteve-se até a publicação do Decreto 31.180 (de 20/09/2009), no qual foi instituída a alteração no Decreto anterior. Neste



novo diploma legal, definiu-se a metragem superior a 180 m<sup>2</sup> de área total construída, para as obras de construção a serem licenciadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - PCRJ, que devem compensar as emissões de gases do efeito estufa, geradas durante a sua execução. Para atender a esse propósito estipulou-se, através da Resolução Conjunta SMAC/SMU N° 14 (de 30/10/09), que o cálculo das compensações das emissões de gases do efeito estufa corresponde ao somatório das Compensações das emissões oriundas de escavações (subsolo) e das emissões oriundas de construção. A compensação para as escavações é o fornecimento de uma muda para cada 25m<sup>2</sup> de Área Total Construída - ATC em subsolo, e a exigência para compensação da construção é o fornecimento de uma muda de espécie arbórea e para cada 60 m<sup>2</sup> de Área Total Construída – ATC, excedente a 180m<sup>2</sup>.

Sendo assim para os empreendimentos com área construída superior a 180 m<sup>2</sup> além da exigência do cumprimento da Lei 613/84, através do plantio de muda arbórea por fração igual ou superior a 150m<sup>2</sup> passou a ser exigido também a compensação das emissões da construção através do fornecimento de mudas arbóreas (Figura 9).

Figura 9



O vínculo de plantio de árvores no licenciamento de construções na cidade do Rio de Janeiro  
 Fonte: Elaboração própria

De acordo com informações da prefeitura, o grupo de trabalho que realizou os estudos de metodologia de compensação de emissões de gases de efeito estufa na construção civil, coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente do município do Rio de Janeiro (SMAC), analisou várias simplificações no cálculo de emissões. Ao final do trabalho foram considerados quatro grupos de atividades com emissão de GEE na construção civil: i) transporte de materiais para o canteiro de obra. ii) equipamentos acionados por motores a explosão. iii) transporte de resíduos e movimento de terra. iv) consumo de energia elétrica. Os

estudos, sem publicação acadêmica, conduziram ao parâmetro de emissão de 20 kg de CO<sub>2</sub> por metro quadrado de construção. Para compensação das emissões, foi estabelecido o critério de seqüestro de carbono através do plantio de árvores, considerando a capacidade de seqüestro de 500kg de CO<sub>2</sub> por árvore ao longo de vinte anos. Dessa forma, de posse da área construída do empreendimento, obtém-se a quantidade de árvores necessária para neutralização de suas emissões durante a construção. Sendo assim, a SMAC não só estabelece as medidas compensatórias dos empreendimentos licenciados como também fornece apoio técnico para o seu cumprimento e participa do processo executando o plantio das mudas<sup>28</sup>.

Com esses novos diplomas legais o município do Rio passa a ter a exigência de plantios arbóreos com vista à compensação de emissões de CO<sub>2</sub> vinculada ao processo de licenciamento de construção.

Em muitos países em desenvolvimento, a iniciativa de proteção do clima integra estratégias de abatimento de gases do efeito estufa nas suas soluções para sérios problemas relacionados aos resíduos, saneamento e poluição atmosférica, contribuindo para a qualidade ambiental das cidades. No inventário de emissões realizado para o município do Rio de Janeiro, pela Fundação COPPETEC e Secretaria Municipal de Meio Ambiente/RJ (COPPE, 2009), constam os dados levantados sobre as emissões dos principais gases de efeito estufa, de responsabilidade da Cidade do Rio de Janeiro, bem como os fatores de emissão. Apesar da demonstração de que as emissões *per capita* da cidade do Rio de Janeiro são muito inferiores às demais cidades que participam do programa Cidades para Proteção do Clima (CCP – *Cities for Climate Protection*) do Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), consta no Inventário a recomendação de incentivo para projetos de redução de emissões de gases efeito estufa.

Para o balanço das emissões de GEE, relacionadas à “Mudança no Uso do Solo e Florestas”, o Inventário de Emissões demonstra a realização de cálculos a partir do carbono emitido tanto pela remoção da vegetação (mudanças em estoques de fitomassa), como pelo carbono emitido com correção de acidez de solos agrícolas e ainda com base em carbono que vem sendo seqüestrado pelo Programa de Reflorestamento da Prefeitura Municipal. Não foram incluídas no cálculo de carbono seqüestrado as alterações no volume de fitomassa de árvores urbanas, que resultam em emissão ou absorção de carbono, apesar de constar como uma das principais mudanças no uso do solo relacionado pelo IPCC, incluso na categoria “Mudanças na Floresta e Outros Estoques de Biomassa”. De acordo com o Inventário, o plantio de árvores urbanas também resulta em significativa absorção de carbono, e a não

---

<sup>28</sup> Informações obtidas na Ata da 63a Reunião Ordinária do Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro – CONSEMAC, disponível em <http://www0.rio.rj.gov.br/smac/consemac/reu63.pdf>.

inclusão nos cálculos foi devida à falta de dados sistematizados para o período estudado, compreendido entre 1995 a 2005.

Entretanto, do ponto de vista do controle de emissões de gases de efeito estufa, a ação de incremento de plantios somente poderá ser favorável se houver a garantia da manutenção eficaz das mudas plantadas. Por enquanto, a licença final da construção não está condicionada ao pleno estabelecimento do vegetal, não havendo garantias, portanto, do fluxo contínuo dos serviços ambientais proporcionado pelas árvores plantadas. Sendo assim, a característica compensatória do atual arcabouço legal à disposição no município do Rio de Janeiro, somente pode ser comprovada, portanto, com a constatação da eficiência dos serviços ambientais, provenientes das árvores.

Considerando-se o importante papel da arborização urbana, em relação à dinâmica do CO<sub>2</sub> no ambiente urbano, essa característica compensatória ambiental da legislação somente poderá ser comprovada com a constatação da eficiência no seqüestro de carbono pelos plantios executados, quando comparados ao total de emissões das construções licenciadas.

#### 6.1.1 As emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil

A primeira medida de mitigação dos efeitos do aquecimento global na Cidade do Rio de Janeiro, atendendo as previsões do Protocolo de Intenções do Rio, foi a exigência legal (Decreto 27.596/07) das compensações para garantir um efeito carbono-zero para todos os eventos realizados na cidade e para todas as obras licenciadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, de três pavimentos ou mais, ou que sendo não residenciais, sejam consideradas de médio e grande porte.

É provável que essa iniciativa tenha se baseado no fato que a construção civil é apontada como um dos setores da economia que mais impacto gera sobre o meio natural, com grande parcela de contribuição na situação ambiental atual (GRIGOLETTI e SATTLER, 2003). Ela consome em torno de 50% de recursos naturais disponíveis no planeta segundo John (2000), ou até 75%, segundo Agopyant et al (2005), com responsabilidade por grande parte dos resíduos, consumo de energia e emissões atmosféricas produzidas.

Na indústria da construção civil, o setor de produção de cimento é citado como responsável por 2 % (SOARES, 1998), a 7% (TOLEDO FILHO e REGO, 2002) de todas as emissões de CO<sub>2</sub>. Nas obras civis o concreto é o elemento mais utilizado, sendo o material mais consumido pela humanidade após a água (ISAIA e GASTALDINI, 2004). Em relação ao consumo de energia, as emissões de CO<sub>2</sub> das indústrias de construção correspondem, nas cidades européias, a aproximadamente 30% do total de emissões (PRESCO apud BARBOSA et al, 2003).

Além do consumo de grande quantidade de recursos naturais não renováveis, a construção civil, no modelo atual, é responsável também pela produção de resíduos e desperdício de grande parte desses recursos ao longo do processo de produção. Estima-se que os resíduos da construção e demolição representam mais de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos (JOHN, 2000).

Estudos da indústria de construção na Bélgica, elaborados pelo IDD – Institut Wallon – VITO (2001), demonstram que os materiais de construção, cimento, cal, aço (ferro), areia e brita (retirada e transporte), cerâmica vermelha e PVC, são os que apresentam maiores índices de emissões dos gases causadores do efeito estufa. De acordo ainda com o IDD, o concreto apresenta a maior quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> para os principais materiais de construção utilizados em uma residência. As relações representadas entre a área construída e as emissões de CO<sub>2</sub>, para as construções na Bélgica, correspondem a 253 kg de CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> de construção.

No Brasil, Stachera Júnior (2006), com base nos estudos de Cybis e Santos (2000), Cruz et al (2003), IDD Institut Wallon Vito (2001) e Isaia e Gastaldini (2004), calculou o valor médio mínimo de 9,2 toneladas de CO<sub>2</sub>, lançadas na atmosfera por casa, com 40 m<sup>2</sup> de área construída pela Companhia de Habitação do Paraná – COHAPAR. Esse valor equivale a 229 kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> de área construída, emitidos no processo de produção e transporte dos principais produtos utilizados na construção de habitação de interesse social, desenvolvido no Estado do Paraná.

Diante do fato da potencialidade da ação de impacto da construção civil sobre o meio natural e a representatividade do setor na contabilização final das emissões de CO<sub>2</sub>, uma das formas de compensação, a exemplo do que já vem ocorrendo com o movimento “carbono zero”, seja através da execução de plantio de árvores. Por outro lado, a compensação das emissões da construção civil por plantios somente poderá ser comprovada, ou não, se houver a análise comparativa entre as estimativas de emissões geradas pelas construções licenciadas e o a estimativa do total de carbono a ser sequestrado pelos plantios arbóreos, exigidos nos processos de licenciamento das construções.

#### 6.1.2 – Controle de emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil: uma análise da eficiência dos instrumentos legais disponíveis na cidade do Rio de Janeiro

O município do Rio de Janeiro apresenta na atualidade um arcabouço legal que dá suporte às ações de resguardo da biodiversidade e à preservação do meio ambiente natural com objetivo da melhoria da qualidade de vida na cidade. Essas ações têm amparo em instrumentos legais que objetivam estabelecer medidas de mitigação de gases de efeito estufa,

por incremento em sumidores, através da vinculação da exigência de plantio de árvores nos processos de licenciamento de construção

Por outro lado, a eficácia da legislação sob o ponto de vista ambiental somente pode ser comprovada na análise da dinâmica de CO<sub>2</sub> na cidade. Sendo necessário que haja uma comparação sistemática entre as estimativas de emissões geradas pelas construções licenciadas pelo município e a estimativa do total de Carbono a ser seqüestrado pelos plantios arbóreos, vinculados no processo da obtenção da licença final para a habitação da construção.

Com a publicação da Resolução SMAC/SMU N° 14/2009, o município do Rio de Janeiro passou a ter dois instrumentos legais que vinculam o plantio de árvores ao processo de licenciamento de construções na cidade. O ano de 2010 por ter sido o primeiro ano de vigência da Resolução, foi o período escolhido para essa análise.

No ano de 2010, foram licenciadas 3.326 edificações, correspondendo a um total de 4.900.829 m<sup>2</sup> de área construída<sup>29</sup>. No acompanhamento dos processos de licenciamento de construção, tanto na Coordenadoria de Recuperação Ambiental- CRA/SMAC, quanto na Fundação Parques e Jardins, há a rotina de registro dos plantios executados. Atualmente a CRA/SMAC tem a responsabilidade pela fiscalização do cumprimento do Decreto 31.180/09 e a FPJ continua com a atribuição pela fiscalização do cumprimento da Lei 613/84.

Os registros disponibilizados por ambos os setores da administração pública mostram o quantitativo de processos vistoriados, quantitativo da área total da área construída e o quantitativo de plantios de mudas arbóreas executados cumprimento das exigências legais presente nas Licenças de Obras. Os dados disponibilizados tanto da CRA/SMAC quanto da FPJ apresentam-se registrados em planilhas MS-EXCELL, não havendo um banco de dados sistematizado.

As planilhas da FPJ apresentam informações referentes ao acompanhamento dos processos de solicitação de declaração do cumprimento da Lei 613/84. Para cada número de processo registrado consta o endereço do plantio e o quantitativo por espécie arbórea plantado, além de informações sobre o profissional credenciado a FPJ que executou o plantio (Anexo...).

As planilhas de dados da CRA/SMAC apresentam as informações referentes ao acompanhamento das licenças de obra. Desta forma, para cada licença registrada é informado o endereço, o requerente da licença, o endereço da construção, o quantitativo de árvores, calculada em função da metragem quadrada da construção (em acordo com a Resolução SMAC/SMU N° 14/2009), as espécies arbóreas e o quantitativo por espécie e a metragem

---

<sup>29</sup> Informação da Coordenadoria Geral de Planejamento Urbano –CGPU , Assessoria de Informações Urbanísticas, Secretaria Municipal de Urbanismo . Disponível em [http://200.141.78.78/dlstatic/10112/1634860/DLFE-221879.pdf/analise\\_licenciamento\\_2010.pdf](http://200.141.78.78/dlstatic/10112/1634860/DLFE-221879.pdf/analise_licenciamento_2010.pdf)

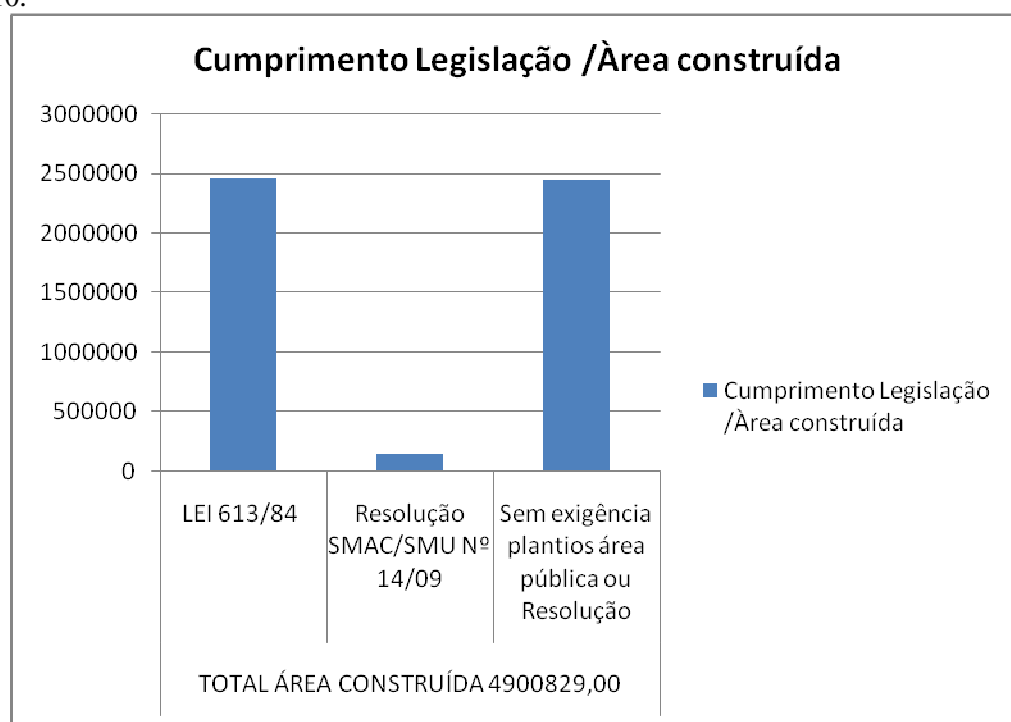
quadrada da construção (Anexo ...). É importante observar que, ao contrário da rotina da FPJ, a CRA/SMAC não registra os locais de plantio das mudas exigido no instrumento legal.

#### 6.1.2.1 Análise da neutralização das emissões na construção civil exigida no licenciamento de construções.

Com base nos registros de processos tramitados na FPJ e na SMAC, foram inspecionados o quantitativo do total de área construída (ATC) e o quantitativo de plantios de mudas arbóreas executados em área pública, referente ao cumprimento da Lei 613/84 e o total de mudas arbóreas fornecidas referentes à exigência do cumprimento do Decreto 31180/09 no período analisado

No ano de 2010, do total de 4.900.829 m<sup>2</sup> de área construída na cidade, o cumprimento da Lei 613/84, vinculados ao licenciamento de edificações, representaram 2.454.000 m<sup>2</sup> de área construída. Para o mesmo período o cumprimento da Resolução N° 14/2009 vinculados também ao licenciamento, representaram 145.257,39 m<sup>2</sup> de área construída, Esse total está incluído no total de área construída que teve a obrigatoriedade do cumprimento da Lei 613/84, referente aos empreendimentos com área construída igual ou superior a 180 m<sup>2</sup>. Com esses dados é possível concluir que para edificações que representaram o total 24.496.829 m<sup>2</sup> não houve a exigência de do cumprimento da Resolução SMAC/SMU N° 14/09 ou da Lei 613/84 através de plantio em área pública (Figura 10)

Figura 10:



Cumprimento da Legislação/ Área construída (2010)

Fonte: Elaboração própria

Com base nos registros de cumprimento da legislação, foram inspecionados o quantitativo de plantios de mudas arbóreas executados em área pública, referente ao cumprimento da Lei 613/ 84 e o quantitativo de mudas fornecidas à Secretaria Municipal de Ambiente referente ao cumprimento da Resolução SMAC/SMU N° 14/09 para o período analisado. Em 2010, o cumprimento da Lei 613/84 resultou no plantio de 16.360 árvores em área pública no município. Para o mesmo período o cumprimento da Resolução N° 14/2009 resultou no fornecimento de 1617 mudas de árvores (Tabela 1)

Tabela 1: Cumprimento da Legislação – Plantios Arbóreos Compensatórios

ANO	Lei 613/84		Resolução N° 14/2009	
	Área Construída	Plantios área pública	Área Construída	Mudas fornecidas
2010	2.454.000	16.360	145.257,39	1617

Fonte: \* Fundação Parques e Jardins, e \*\* Coordenadoria de Recuperação Ambiental/SMAC – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

A partir desses dados obtidos, e de acordo com Stachera (2006) e Tanizaki (2000), foi calculado o quantitativo de CO<sub>2</sub> emitido pelas construções, no período estudado, e a estimativa de seqüestro de carbono pelas árvores plantadas em cumprimento da exigência legal no licenciamento das construções. (Tabela 2).

Tabela 2 Comparativo entre as estimativas do total de CO<sub>2</sub> emitido pelas construções e sequestrado pelos plantios

ANO	Lei 613/84				Resolução N° 14/2009			
	Área Construída	Total de Emissões Ton C	Plantios área pública	Sequestro C Estim. ton C	Área Construída	Total de Emissões Ton C	Mudas fornec.	Sequestro C Estim. ton C
2010	2.454.000	561.966	16.360	9816	145.257,39	33.263,94	1617	970,2

Fonte: \* Fundação Parques e Jardins, e \*\* Coordenadoria de Recuperação Ambiental/SMAC – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Em uma primeira análise, com base na exigência legal de plantio arbóreo para a compensação de emissões em construção civil, em quantidade calculada com base na área construída total das construções licenciadas, pode-se constatar que não houve o cumprimento da legislação em todos os processo de licenciamento de construção tramitados no período. Considerando que as construções com área acima de 600 m<sup>2</sup> tem a obrigatoriedade do plantio em área pública e do fornecimento de mudas para a compensação de emissões da construção, o quantitativo de mudas de árvores referente ao cumprimento da Resolução deveria ser diferente do que foi apresentado pelo setor que controla o cumprimento desse dispositivo

legal. O baixo número indica uma inconstância na aplicação dos instrumentos legais ou mesmo erros no cálculo determinado legalmente na Licença de Obra.

Da mesma forma, a relação determinada entre área construída e plantio arbóreo para a compensação de emissões na construção civil, não atenderia ao propósito dos diplomas legais. Tanto no Decreto 31.180/09, com texto específico para a compensação de emissões na construção civil, quanto na Lei 613/84, com caráter compensatório, o quantitativo de plantios exigidos é inferior a necessidade para a compensação das emissões. Considerando o valor médio de 229 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, em acordo com o estudo de Stachera (2006), para ambos os instrumentos legais o quantitativo exigido de plantios arbóreos é inferior ao quantitativo necessário para a compensação de emissões de CO<sub>2</sub> para as áreas de construção estabelecidas como parâmetro. A exigência da execução de plantios arbóreos na Lei 613/84, obedecendo à relação 1 muda de árvore por 150 m<sup>2</sup> de área edificada, não compensa as emissões estimadas na construção. Seria necessário o plantio de 57 árvores, para compensar o total de emissões de CO<sub>2</sub> em 1 metro quadrado de construção.

Em relação à Resolução, que determina a relação de 1 muda para cada 60 m<sup>2</sup> de construção excedente ao mínimo de 180 m<sup>2</sup> de área total construída, a necessidade corresponde à 22,9 plantios (Tabela 3).

Tabela 3: Exigência Legal / Emissões e Compensação

<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>ÁREA</b>	<b>Exigência</b>	<b>Total Emissões</b>	<b>Total Estim</b>	<b>Total plantios necessários</b>
<b>LEGAIS</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Total de mudas</b>	<b>229 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Seq kg C/ár</b>	<b>p/ compen 30 anos</b>
<b>Lei 613/84</b>	150	1	34350	600	57
<b>Resolução Nº 14/2009</b>	60	1	13740	600	22,9

Fonte: \* Fundação Parques e Jardins, e \*\* Coordenadoria de Recuperação Ambiental/SMAC – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

A ampliação do arcabouço legal à disposição do município do Rio de Janeiro, que exige plantios arbóreos visando a compensação das emissões de GEE na construção civil, vêm ampliar o arcabouço legal que dá suporte ao incremento da arborização na cidade e conferir à cidade benefícios de ordem ambiental, contabilizados pelo acréscimo efetivo no quantitativo de árvores públicas, que representam melhoria ambiental da cidade. Entretanto, o estudo demonstrou que a legislação atual é ineficaz na compensação, através de plantios de árvores, das emissões geradas nas construções licenciadas na cidade do Rio de Janeiro. Uma outra constatação refere-se à resolução, que ainda não apresenta uma aplicação regular no processo de licenciamento de construções na cidade. Nem todos os processos que tramitaram na FPJ apresentaram a exigência para cumprimento da Resolução.



A análise referente ao comparativo entre a emissão total de CO<sub>2</sub> estimada para a área construída no período analisado e o potencial de seqüestro de CO<sub>2</sub> pelos plantios executados, atendendo às exigências legais de caráter compensatório, demonstra que os cálculos para a quantificação de mudas necessárias não correspondem à compensação necessária às emissões ocorridas na construção civil no município do Rio de Janeiro.

Em relação à Resolução Nº 14/2009, por trazer em seu texto a vinculação da exigência de plantios à compensação de emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil na cidade, o cálculo deveria ter como base uma metodologia específica. Não foi localizado na prefeitura, nem em publicações acadêmicas, documento que conste o detalhamento da metodologia utilizada pelo grupo de trabalho que concluiu pela relação da área construída e quantitativo de plantio para a compensação das emissões de CO<sub>2</sub>. Por enquanto, o instrumento legal não atende ao seu objetivo. Este resultado poderá ser utilizado para orientar a proposta de alteração do instrumento legal, de modo a compatibilizar a legislação municipal ao Programa Rio Sustentável, da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro,

O atual manejo das árvores é realizado de forma ineficiente e duplamente onerosa (consome recursos tributários e exige transferências diretas) com retorno incompatível aos custos apresentados. A partir do processo de estruturação de um planejamento da arborização na cidade, com base na quantificação de Carbono nas árvores, os benefícios poderiam ser estendidos a todas as demais etapas envolvidas. Um plano de arborização para cidade, estruturado na possibilidade de incremento de plantio de árvores, permitiria também uma revisão da atual gestão da arborização, com a redução dos custos públicos atuais e uma maior eficiência institucional administrativa

A oferta dos serviços ambientais específicos das árvores plantadas através de cumprimento de exigência legal, nos processos de licenciamento de construção na cidade, tem o potencial para fazer uma contribuição importante à redução de carbono atmosférico. Embora seja somente parte de uma solução para minimizar riscos da mudança do clima, essa contribuição, na atualidade, ainda se mostra ineficiente, sendo necessário, portanto, alterações nos diplomas legais à disposição do município do Rio de Janeiro. Os impactos positivos de ordem social e ambiental somente serão decorrentes a partir do processo de estruturação de um planejamento da arborização na cidade, estruturado na possibilidade de incremento de plantio de árvores, com o monitoramento do Carbono em estoque nas árvores, que permitiria uma revisão da atual gestão da arborização, com a redução dos custos públicos atuais e uma maior eficiência institucional administrativa.

## 6.2 A conservação da arborização na cidade – A execução das podas e remoções de árvores

O serviço realizado pela COMLURB na arborização em todo o Município é composto de cinco operações diferentes, sendo denominados: “poda à pé” (PP), “poda de conservação”, “poda mecanizada” (PM), “remoção de árvores”(RM) e “destoca”.

Na “poda à pé” são podadas árvores até 5 metros de altura. O serviço é realizado com equipes de 04 garis, que se deslocam a partir das gerências de serviços, espalhadas em todo o Município, com escada e ferramentas de corte manual (serrotes) e motopoda. A “poda de conservação” consiste no trabalho preventivo de remoção de brotações que, de acordo com a COMLURB, se não controladas poderão gerar novos conflitos com a rede elétrica, sinalização e/ou outras. A “poda mecanizada” é realizada em árvores, com altura superior a 5,0 metros. A “remoção” é a operação que consiste na poda drástica realizada em árvores que possuem risco de queda, deixando apenas parte do tronco no local, para ser removido posteriormente e a “destoca” consiste na retirada de tronco e raiz de uma árvore que já teve sua copa removida, através de uma poda drástica<sup>30</sup>

A COMLURB disponibilizou para este trabalho os dados referentes ao quantitativo de produção mensal dos serviços de poda e remoção (supressão) de árvores em logradouros públicos, a partir de julho de 2008. Para o período, de fevereiro a junho de 2008, após a instituição do Decreto nº 28981/08, não constam registros. Esse foi o período de transição de atribuições da FPJ para a COMLURB (Figura 6.1)

O relatório disponibilizado não discrimina a execução dos serviços por bairro, nem tão pouco relaciona a execução de poda e/ou remoção com as solicitações da população. Não foram disponibilizados também os relatórios de diagnose da arborização, onde deve constar a indicação do serviço a ser executado, por árvore, em cada logradouro. É possível constatar que tanto o número de podas quanto o número de remoções teve um aumento anual no total. Não havendo um relatório analítico do órgão executor, não é possível identificar a causa desse acréscimo no quantitativo de árvores que tiveram suas copas reduzidas, nem a causa do acréscimo de árvores suprimidas (Figuras 11 e 12).

---

<sup>30</sup> Descrição de serviços de acordo com a COMLURB, disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?article-id=120828>

Figura 11

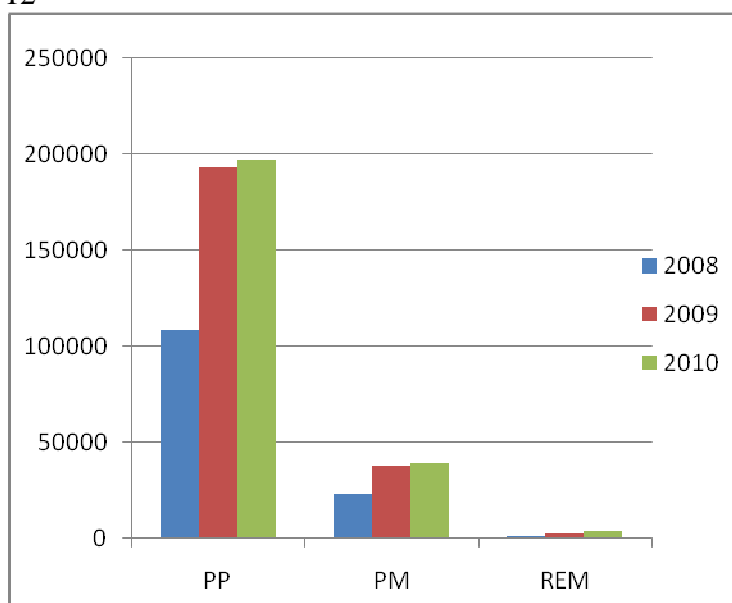
Produção Mensal por Serviço (árvores/mês)													
Serviço	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>2008</b>													
PP							18.852	17.033	18.965	19.399	17.680	16.940	<b>108.869</b>
PM							1.830	4.926	5.173	4.540	3.388	3.639	<b>23.496</b>
RM							182	192	216	295	337	271	<b>1.493</b>
<b>2009</b>													
PP	21.478	16.666	20.798	18.724	18.916	18.577	18.123	16.700	16.403	15.057	5.582	6.303	<b>193.327</b>
PM	1.859	2.273	4.911	5.426	3.611	3.255	3.662	3.125	2.758	1.660	2.848	2.778	<b>38.166</b>
RM	229	157	215	224	160	166	218	213	168	135	150	332	<b>2.367</b>
<b>2010</b>													
PP	6.769	6.453	11.112	9.629	14.400	18.631	20.516	22.077	19.800	21.854	21.305	24.682	<b>197.228</b>
PM	3.480	3.147	3.535	2.679	3.016	2.753	3.170	3.485	3.608	3.632	2.998	3.538	<b>39.041</b>
RM	439	364	405	572	363	282	315	299	122	234	149	145	<b>3.689</b>
Acompanhamento das Solicitações de Poda, Remoção e Risco de Queda - Todos Canais													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>2008</b>	2.293	3.539	3.537	4.077	3.833	3.412	3.577	3.560	2.943	2.891	2.597	2.218	<b>38.477</b>
<b>2009</b>	3.449	3.130	4.388	3.461	3.015	2.617	2.488	2.340	1.975	1.976	1.886	2.031	<b>32.756</b>
<b>2010</b>	3.072	2.309	3.667	2.503	2.464	1.788	2.174	1.956	1.594	1.316	1.485	1.209	<b>25.537</b>

Figura 11: Produção mensal da conservação da arborização na cidade do Rio de Janeiro

Fonte: COMLURB

Fonte: Diretoria de Serviços em Áreas Verdes – DSV da COMLURB

Figura 12



Execução de serviços de conservação da arborização no período 2008-2010

Fonte: Diretoria de Serviços em Áreas Verdes – DSV da COMLURB

## **7 – O PROCESSAMENTO DIGITAL DOS DADOS DA ARBORIZAÇÃO – GEOPROCESSAMENTO NA QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁRVORES NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Por envolverem dados georeferenciados, a rotina de diagnose das árvores na gestão da arborização da malha urbana da cidade do Rio de Janeiro, apresenta potencial para a estruturação de um sistema de informação geográfica para cálculo do estoque de carbono em árvores existentes nos logradouros, o que contribuirá para avaliar a oferta dos serviços ambientais do arboreto, em especial, o potencial de mitigação biológica, ou seja, a quantificação de Carbono sequestrado pelas árvores.

A partir dos registros de árvores, por logradouro, produzidos na rotina de manejo da arborização em execução pela Fundação Parques e Jardins, foi realizado o processamento digital dos dados de modo a estruturar um módulo cadastral para a utilização em um sistema de informação geográfica, chamado aqui de modulo. Os trabalhos dessa etapa foram orientados e realizados com o apoio do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF)<sup>31</sup>.

Na primeira etapa do processamento digital, os dados sobre as árvores existentes nos logradouros da cidade, foram registrados em planilha eletrônica, e a seguir transferidos para um Sistema Gerencial de Banco de Dados (SGBD) - MySQL.

O MySQL é um banco de dados relacional gratuito, eficiente e otimizado para aplicações Web, é desenvolvido e mantido pela empresa MySQL AB, que também oferece uma versão comercial (não gratuita). Esse SGBD também é multi-plataforma, sendo compatível com o Windows, Linux, BSDs, entre outros sistemas operacionais. As tabelas criadas podem ter tamanho de até 4 GB. Fora isso, o MySQL é compatível com várias linguagens de programação, tais como PHP, C, Java, Visual Basic, entre outros.

As Principais características do SGBD MySql são:

- Portabilidade: Escrito em C e C++, funciona em diversas plataformas e suporta vários usuários;
- Flexibilidade: Aceita diversos tipos de campos;
- Comandos e Funções: Completo suporte a operadores e funções nas consultas;
- Segurança: Possui sistema de privilégios e senhas que é muito flexível e seguro;;
- Escalabilidade e limites;
- Conectividade.

---

<sup>31</sup> O trabalho do processamento digital teve a orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Monteiro Silva Ramos, tendo sido executado pela equipe formada pelo mestrando em Ciência da Computação Carlos Eduardo Cabral da Cunha e pelo graduando em Física Antonio Julio Barreira Neto.

Em relação a aplicabilidade, o MySQL é usado para fazer a comunicação entre o aplicativo e o banco de dados, ou seja, é ele que pega os dados informado pelo usuário e grava no banco. Da mesma forma, caso o usuário esteja fazendo uma consulta, é o MySQL quem busca as informações no banco de dados e joga para tela ou impressora dependendo da solicitação.<sup>32</sup>

Para dar suporte a base de dados e extrair os relatórios gerados no banco de dados MySQL, foi utilizado o PHP que é uma linguagem livre distribuída e utilizada para gerar conteúdo dinâmico na World Wide Web. Nesse caso, o servidor Web utilizado é o APACHE, que por ser um servidor livre, sua utilização atinge 47,20% dos servidores ativos no mundo<sup>33</sup>. Com a utilização do APACHE é possível a abertura dos dados em qualquer navegador de internet.

No módulo cadastral (MC), estruturado conforme as descrições acima, estão os registros de árvores, por logradouro, produzidos na rotina de manejo da arborização. Sendo assim, é possível além identificação, por logradouro, do quantitativo de árvores por espécie e da necessidade de intervenção por árvore, e a utilização dos dados alométricos na utilização de equação para cálculo do estoque de carbono nas árvores (TANIZAKI,2000)

Nos registros da arborização, produzidos pela FPJ, constam os dados da altura, diâmetro à altura do peito por indivíduo arbóreo, por logradouros. A informação sobre densidade básica das espécies foi obtida na pesquisa bibliográfica(CORREA, 1978; GRAF, 1981;LORENZI, 1992; LORENZI, 2003; MEIRA, 2010)

No MC estão as equações que é a base para o cálculo dos estoques de carbono nas árvores. A rotina do MC se resume na entrada dos dados que se referem aos atributos dos mesmos objetos (árvores) cadastrados no Módulo Gráfico, fundamentalmente, a descrição das espécies vegetais e seus dados alométricos.

O Módulo Gráfico-Espacial (MG) é o responsável pela manutenção e exibição de imagens georreferenciadas (oriundas da base de dados oficial do município do Rio de Janeiro) e mapas de projetos, sendo possível consultar os resultados dos cálculos dos estoques de carbono dos diversos compartimentos – indivíduos (árvores), logradouros e quadras, como também a apresentação destes resultados via Mapas das Concentrações de Carbono. O MG corresponde a um SIG, responsável pela manutenção e exibição de imagens e mapas de projetos. Com a utilização dos recursos do SIG, também será possível a apresentação de Mapas das Concentrações de Carbono, através da geração de novos Layers a partir destes resultados dos cálculos de carbono (Figura 13)

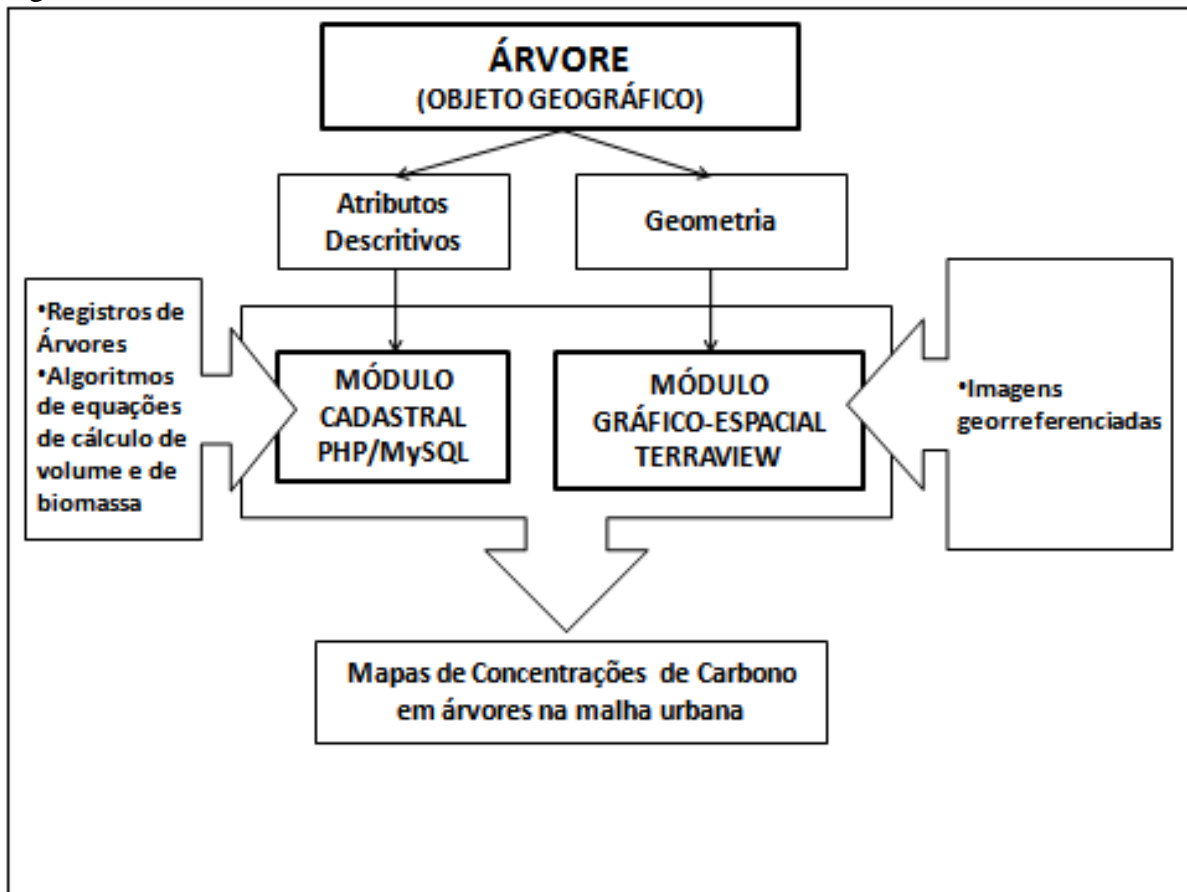
---

<sup>32</sup> Disponível em [www.sqlmagazine.com.br/](http://www.sqlmagazine.com.br/), <http://dev.mysql.com/doc/mysql/pt/introduction.html>,//fit.faccat.br/ead/mod/

<sup>33</sup> Informação postada pela Netcraft em 29 de dezembro de 2007, na Web Server Survey.

O SIG utilizado como apoio de uma metodologia para cálculo do estoque de carbono em árvores urbanas, tem a capacidade de incorporar um conjunto de funcionalidades específicas para registro de dados alométricos e cálculo do Carbono em estoque, aos recursos típicos de um SIG, a fim de oferecer um ambiente informatizado como ferramenta para monitoramento. Para esta finalidade foi prevista a utilização do TERRAVIEW 3.5.

Figura 13



Sistema de quantificação de Carbono em árvores na malha urbana  
Fonte: elaboração própria.

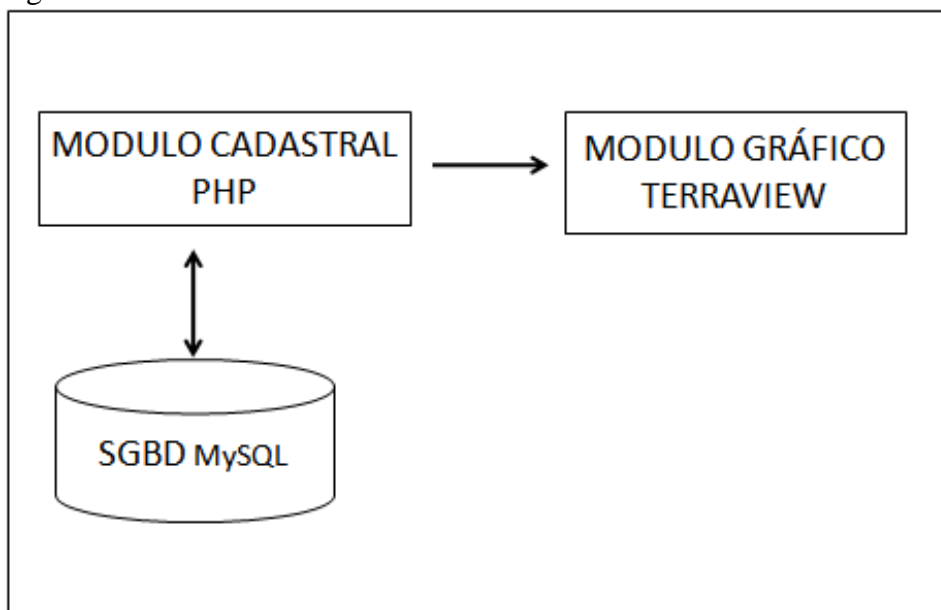
O TERRAVIEW é um software livre, totalmente baseado na biblioteca de componentes de arquitetura aberta da TERRALIB, com o desenvolvimento das funcionalidades para cálculo do estoque de carbono que se integrariam a todo o arsenal de funcionalidades, como o tratamento de mapas, imagens e dados geo-referenciados, assim como o cálculo de áreas e distâncias entre outras, que se encontram, tipicamente, nos SIGs (BURROUGHS, 1998).

A principal característica do TerraView é a manipulação de dados vetoriais e matriciais. Todos os dados são armazenados em um banco de dados relacional ou geo-relacional, como MySQL ou PostgreSQL, permitindo a criação de mapas temáticos com os

mais diferentes tipos de legendas, além de ser compatível com dados nos formatos MID/MIF, Shapefile e Tab/Geo.

A integração entre o MC e o SIG se dá pelo compartilhamento de um BD lógico único, apesar de fisicamente distintos. Na figura 1, a seguir, o diagrama apresenta o modelo proposto de desenvolvimento em camadas do sistema. O SIG e o MC podem ser vistos como a camada mais externa do sistema (interface), enquanto que a camada mais interna é o banco de dados, logicamente único, mas fisicamente distribuído em dois (Figura 14).

Figura 14



Integração entre o MC e o SIG  
Fonte: elaboração própria

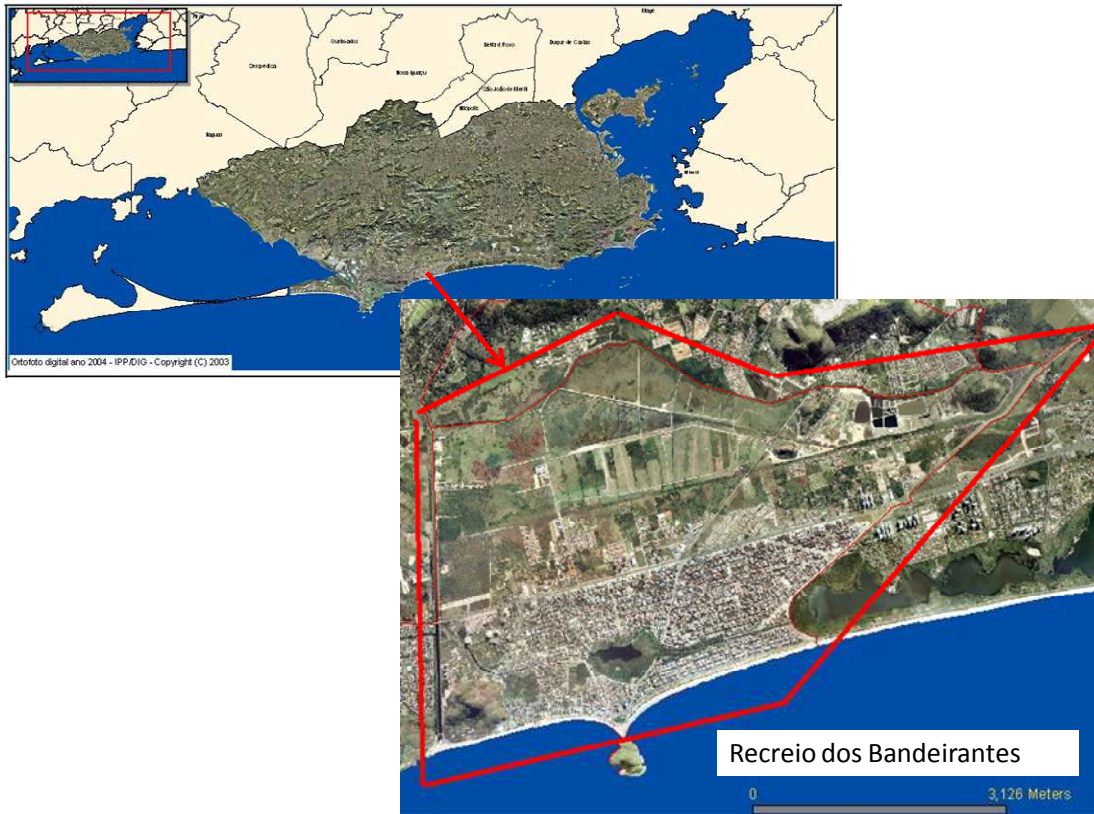
### 7.1. Aplicação do sistema de trabalho para o cálculo e controle do estoque de Carbono em árvores urbanas

A implantação do sistema, desenvolvido nesta pesquisa, para o cálculo e controle do estoque de Carbono das árvores existentes nos logradouros, deu-se em duas etapas distintas e complementares. Na primeira etapa, referente ao processamento digital, foram utilizados os dados de logradouros de um polígono pré-definido, no bairro do Recreio dos Bandeirantes.

O bairro Recreio dos Bandeirantes, encontra-se na Área de Planejamento 4 (AP4) da cidade do Rio de Janeiro, onde, nos últimos dez anos, tem sido direcionado grandes investimentos públicos na urbanização, com ações rotineiras de incremento no arboreto e conservação da arborização existente, realizadas pela FPJ e COMLURB, além de ações de manejo na arborização executada pela Secretaria de Obras para a adequação das obras de infraestrutura executadas na região (Figura 15).



Figura 15



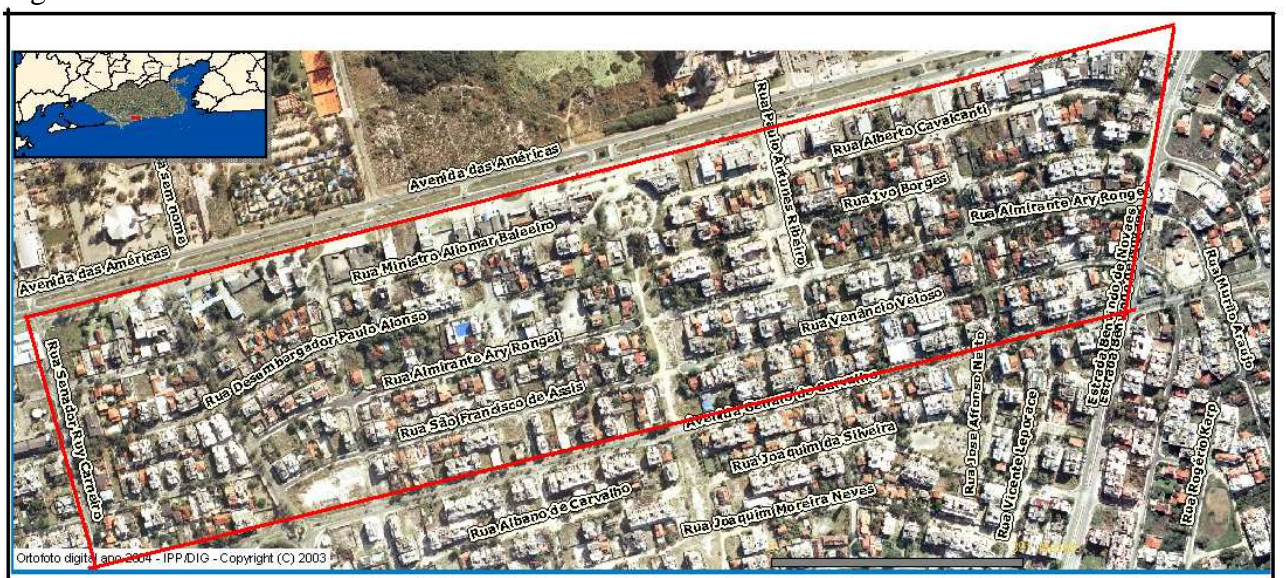
Bairro Recreio dos Bandeirantes.

Fonte: Armazem dos Dados

Disponível em <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/website/mosaico/viewer.htm>

O polígono de estudo, formado por 15 logradouros, apresenta limite norte na Av. das Américas, limite sul na Rua Genaro de Carvalho, leste na Estrada Benvindo de Novaes e oeste na Av. Guiomar de Novaes (Figura 16).

Figura 16:



Limites do Polígono de estudo

Fonte: Armazem dos Dados

Disponível em <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/website/mosaico/viewer.htm>



Os dados sobre as árvores, foram obtidos nos registros da rotina de diagnose da arborização dos logradouros para a determinação da necessidade de plantio de árvores, realizada pela Fundação Parques e Jardins, através da 2ª Subgerência de Conservação e Obras (2SGCO/FPJ). As informações sobre as árvores existentes nos logradouros, registrados em planilha eletrônica, foram transferidos para um SGBD- MySQL. Para esse SGBD foram transferidos os registros por indivíduo arbóreo, para cada logradouro, produzidos na rotina de manejo da arborização. Sendo assim, com a utilização dos dados alométricos das árvores na equação para cálculo do estoque de carbono, foi possível quantificar no SGBD o estoque por árvores e logradouros.

Para a implantação da parte gráfica do projeto, na segunda etapa do sistema de trabalho, foi utilizadas imagens georreferenciada, fornecida pelo Instituto Pereira Passos-IPP<sup>34</sup>. Toda base vetorial adquirida está no Datum SAD 69 e sistema de coordenadas UTM.

A entrada dos dados para a elaboração de mapas e a definição de camadas foram conduzidas no programa TERRAVIEW (Figura 17). O SGBD exportou no formato .dbf (padrão reconhecido pelo SIG) as descrições dos objetos que se encontram na área analisada, bem como os totais de Carbono calculados.

A elaboração de mapas e definição de camadas sobre as imagens geo-referenciadas foi realizada no programa TERRAVIEW. O SGBD exportou no formato .dbf (padrão reconhecido pelo SIG) as descrições dos objetos que se encontram na área analisada, bem como os totais de Carbono calculados (Figuras 17)

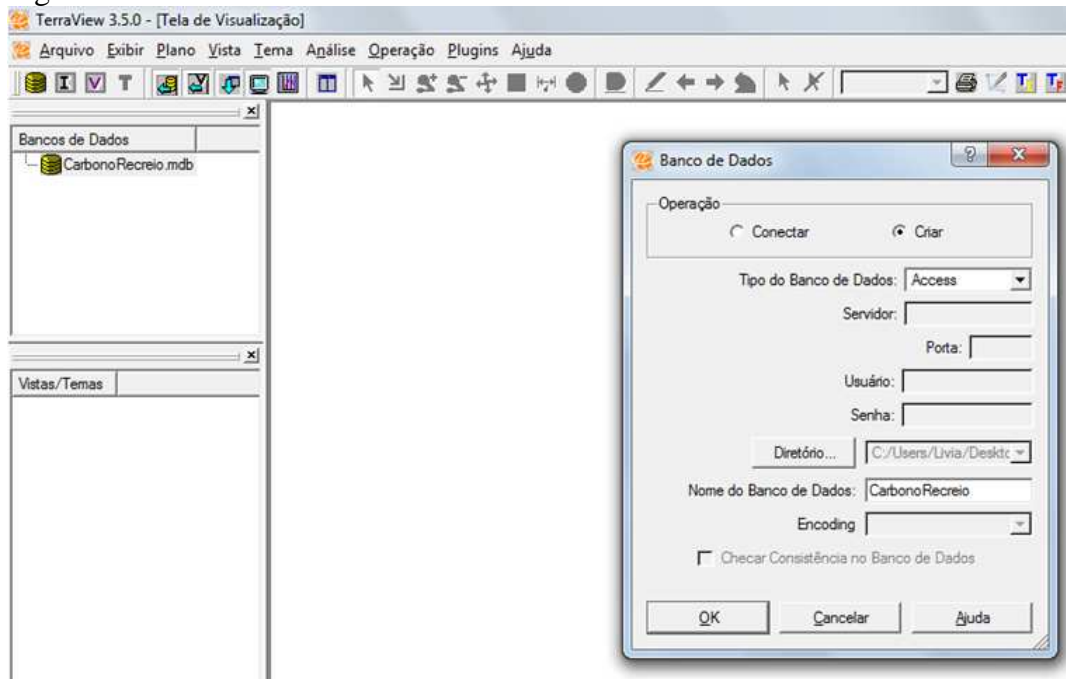
No TERRAVIEW inicialmente foi introduzido a camada com o eixo das ruas do bairro Recreio, o qual contém uma tabela com o código e o nome de cada logradouro do bairro. Para a tornar possível a visualização do total de carbono calculado com as ruas supracitadas, foi necessário associar a tabela do eixo de ruas com a tabela elaborada pelo SGBD com os totais de carbono.

Dessa maneira, foi possível associar no SIG o Carbono calculado à base de dados, através da associação do campo de endereço dos logradouros (NMLOGR) com o campo de total de carbono acumulado por rua (C\_ACUM) oriundos do SGBD (Figura 18).

---

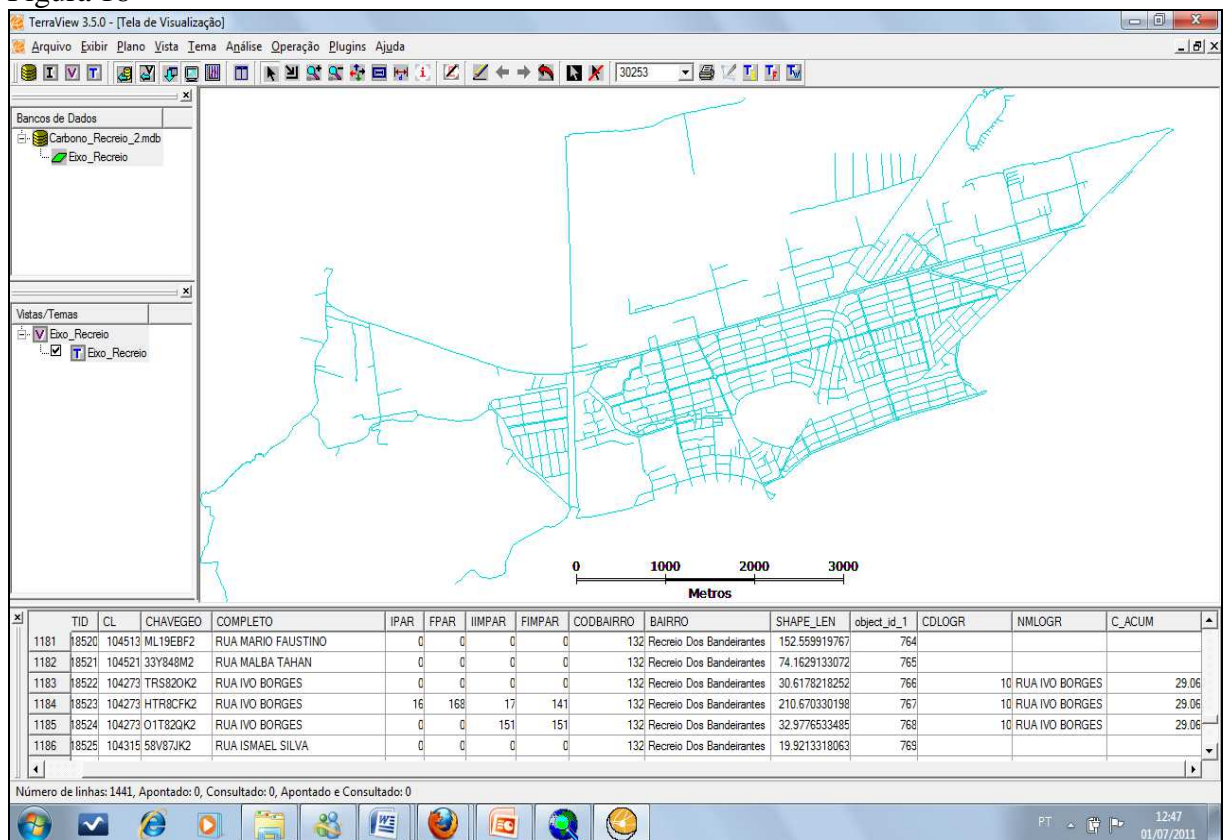
<sup>34</sup> O Instituto Pereira Passos (IPP-Rio) é uma autarquia da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro que tem como missão prover subsídios para o aprimoramento das políticas públicas na cidade. Para isso, realiza, entre outras atividades, a produção e difusão de informações estatísticas, cartográficas e georreferenciadas do município

Figura 17



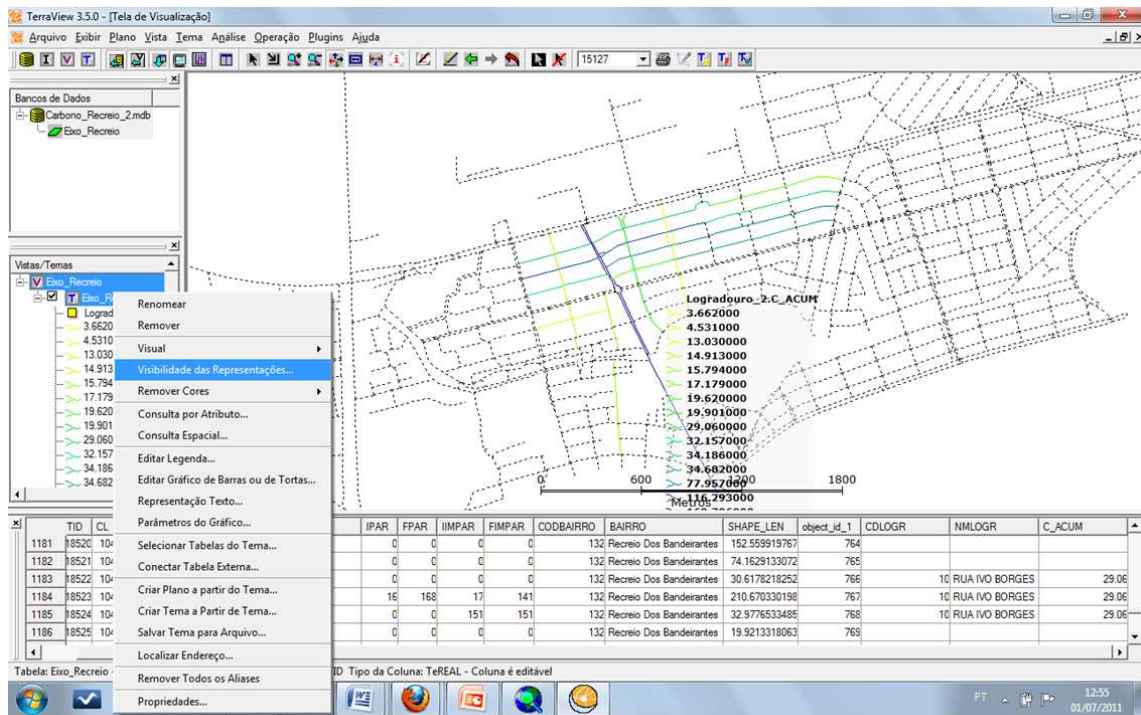
Importação de Dados do SGBD para o Terraview

Figura 18



Visualização da Base gráfica e do banco de dados no TERRAVIEW

Figura 19

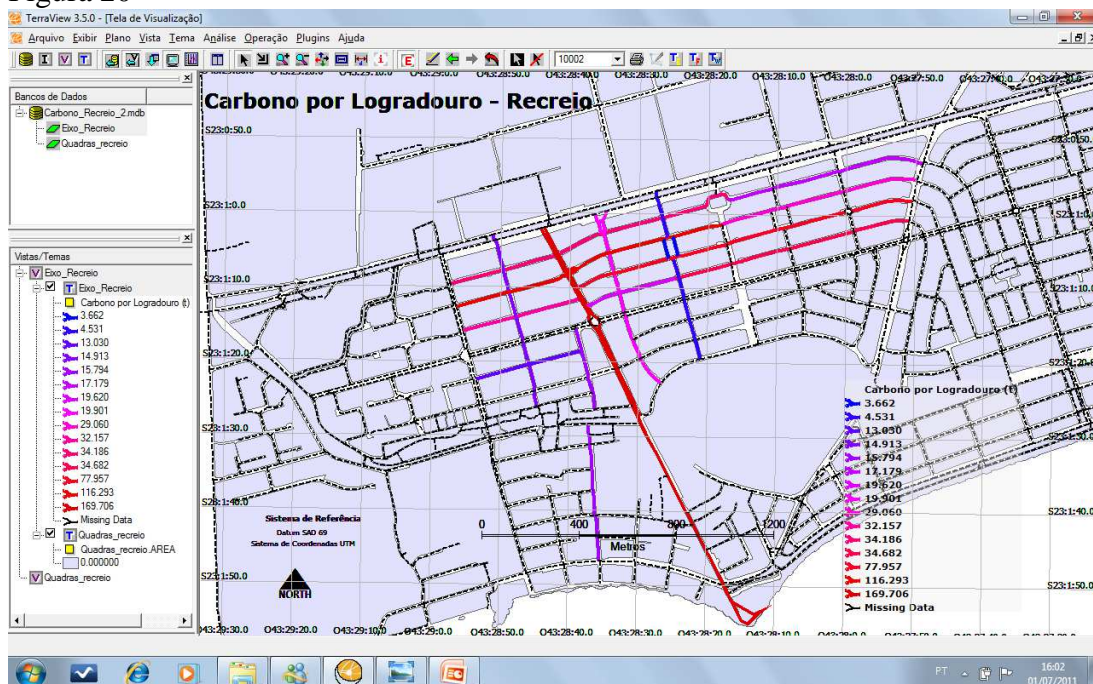


Visu

alização dos totais de Carbono por logradouro no TERRAVIEW

Com o comando visibilidade das representações, no TERRAVIEW, foi possível visualizar na base gráfica os totais de Carbono por logradouro (Figura 19), com a escolha da representação da escala da concentração de Carbono por logradouro, dentro do polígono de estudo (Figura 20).

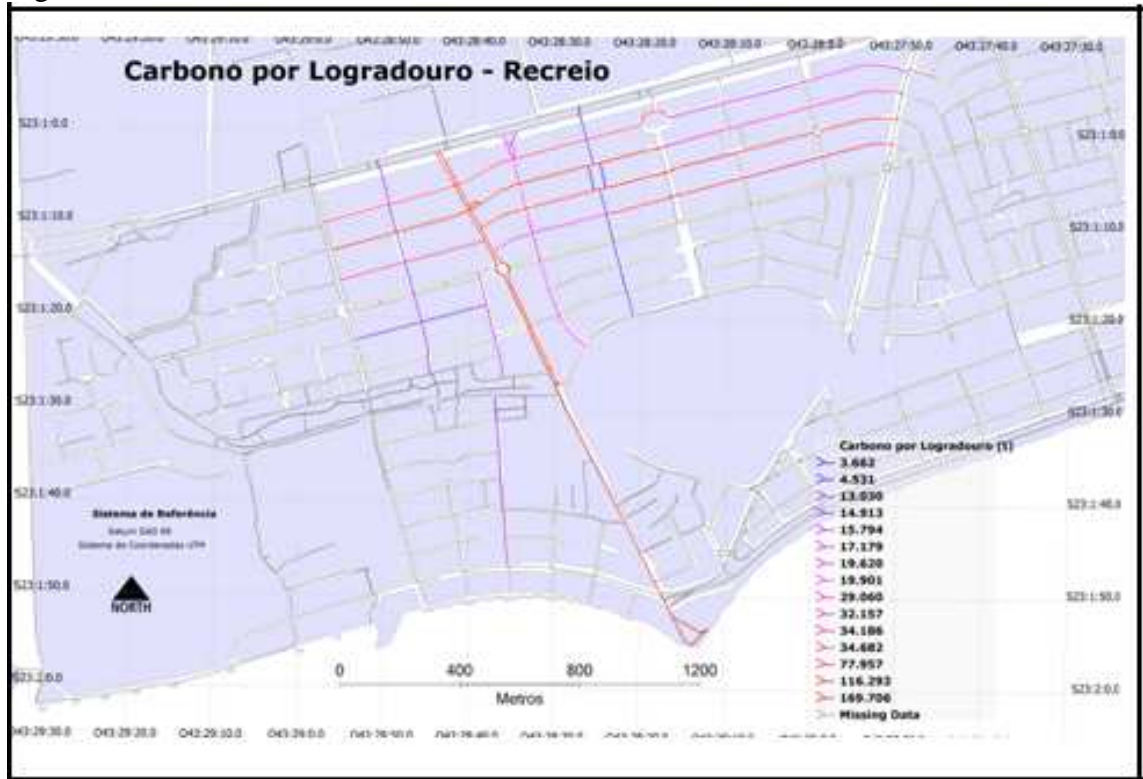
Figura 20



Visualização da escala de concentração de Carbono por logradouro

Ao final foi possível definir um mapa de concentração de Carbono por logradouro (Figura 21).

Figura 21



Mapa de Concentração de Carbono por logradouro

## **8– A PROPOSTA DE UM PLANO DE ARBORIZAÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

A definição de um Plano de Arborização com base na quantificação de carbono, por unidade de árvores existente na malha urbana, tem o potencial de representar a uma mudança de atitude na rotina da gestão atual da arborização pública, com a possibilidade de integrar os diferentes setores da administração pública que atualmente têm a responsabilidade partilhada sobre a arborização urbana. A criação de um sistema informatizado dos dados georreferenciados do arboreto da malha urbana, permitirá também a criação de um cenário favorável à ação de empresas no manejo das árvores, com a possibilidade de negociação e atuação corporativa voltada aos ativos potenciais, social e ambiental presentes no meio urbano.

Com a quantificação de carbono armazenado no arboreto, o monitoramento das alterações no volume individual de fitomassa das árvores passaria a orientar ações de manejo que priorizassem o incremento de plantio em áreas de baixo estoque e a preservação e integridade dos indivíduos arbóreos de acordo com a relevância em nível de quantidade de carbono estocado. Sendo assim, com o objetivo de reduzir a emissão de carbono decorrente da redução de fitomassa na arborização pública, haveria uma redução no total de árvores podadas, estando as intervenções restritas somente à necessidade caracterizada por dano, conflito ou risco, diagnosticada a partir de critérios exclusivamente técnicos e executados de acordo com um planejamento da necessidade de retorno ao indivíduo arbóreo. Da mesma forma, para os plantios executados seria prevista a sua manutenção de modo a garantir o potencial de seqüestro de carbono por indivíduo plantado até atingir a sua estabilidade plena. Sob o ponto de vista do mercado de carbono, a adicionalidade esperada com o plano de arborização estaria principalmente no acréscimo efetivo de área arborizada no espaço urbano e no significado deste acréscimo em termos de carbono seqüestrado, além dos demais impactos positivos de ordem social e ambiental que serão decorrentes a partir do processo de estruturação do plano de arborização, estendendo-se a todas as demais etapas envolvidas.

Os benefícios de ordem ambiental serão contabilizados em primeiro lugar pelo acréscimo efetivo no quantitativo de árvores públicas, que representaria melhoria ambiental da cidade, através da oferta dos serviços ambientais específicos da arborização, e melhoria estética, decorrente da possibilidade das inúmeras composições paisagísticas com os diversos elementos da malha urbana onde poderiam ser priorizadas as áreas públicas devolutas. Além desses benefícios, o plano de arborização também traria o benefício da utilização dos resíduos do manejo da arborização.



Com a utilização dos resíduos, o projeto contribuiria na redução da poluição hídrica por chorume, decorrente da disposição dos resíduos, como também teria uma efetiva contribuição à redução da poluição atmosférica, decorrente da redução no nível de emissão de metano, que será fato com a redução do montante dos resíduos em decomposição nos lixões. O tratamento e utilização dos resíduos dentro do perímetro urbano seria também um fator positivo na redução de custos com transporte e impactos decorrentes.

Os resíduos oriundos do manejo da arborização, pela própria natureza, constituem-se em material rico em nutrientes, com potencial para utilização na produção de composto orgânico que passaria a ser utilizado na conservação de praças, parques e áreas ajardinadas da cidade. Atualmente na aquisição de substrato pelo município, não há previsão normativa da exigência da certificação de origem do material. A aquisição de “terra preta adubada” é prevista nos contratos de conservação de praças e parques, não havendo no processo licitatório nenhuma exigência legal de comprovação da exploração legal de terra. Sendo assim além de representar ônus ao poder público a utilização de substrato, também corresponde ao uso do recurso solo de origem duvidosa.

A dimensão social a ser alcançada pelo plano de arborização refere-se à possibilidade de estabelecimento de subprojetos direcionados tanto à produção de mudas arbóreas e reaproveitamento dos resíduos quanto à confecção de móveis, mobiliário urbano, artesanatos e comercialização de subprodutos não madeireiros (cascas, folhas, frutos e sementes). Estes subprojetos poderiam estar inclusos em projetos sociais direcionados à integração de comunidades. Esta integração poderia ser efetivada tanto com a utilização de mão de obra local de comunidades, quanto nas atividades de educação ambiental que estariam previstas no plano de arborização.

O aproveitamento dos resíduos, gerados pelas atividades de manejo da arborização, vem, portanto, atender as exigências da agenda ambiental vigente, tornando-se prioritária tanto por contribuir para minimizar o impacto do acúmulo de resíduos no aterro sanitário e o impacto no recurso solo, quanto pela contribuição à redução do impacto da extração de solo. Sendo assim, o plano de arborização promoverá também mudança nos padrões de produção e consumo, reduzindo custos e benefícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis.

## Etapas do Plano de Arborização – Uma proposta metodológica

Para a quantificação tanto do estoque de carbono na arborização da cidade do Rio de Janeiro quanto do carbono seqüestrado pelos plantios, é preciso quantificar o estoque de Carbono por unidade de árvore existente nos logradouros, para poder quantificar o total por logradouros. Os dados a serem utilizados na contabilidade do carbono poderão ser obtidos da diagnose rotineira da arborização dos logradouros, que dá suporte ao manejo atual da arborização.

### Etapa 1- Inventário de carbono

A prática sistemática de poda de ramos, para o atendimento às solicitações de serviços, demonstra que, diferente das árvores em florestas, as árvores urbanas apresentam uma dinâmica na alteração da biomassa. É necessário, portanto, estabelecer um critério para determinação dos logradouros a serem inventariados de modo que a contabilidade do carbono não seja prejudicada pela de alteração dos dados coletados, na possibilidade da execução de manejo posterior ao inventário. Sendo assim, os logradouros com maior número de registros de solicitação, deverão ser os primeiros a serem inventariados, devendo haver o acompanhamento e registro das alterações posteriores no caso de execução de serviços antes da análise final. A fim de medir a adicionalidade do plano, os logradouros deverão ser inventários anualmente, estabelecendo-se a rotina do monitoramento das alterações de fitomassa.

Para cada logradouro, deverá haver o inventário individual das árvores, com registro de informações referentes à espécie, variedade, posição da árvore no logradouro, as medições de altura e DAP das árvores, condições fitossanitárias, além do registro da necessidade de plantios no logradouro.

A partir da rotina de coleta das informações sobre as árvores, por logradouro, dá-se seqüência ao processamento digital dos dados, que deverá ter na sua primeira etapa o registro dos dados em planilha eletrônica para, em seguida, ser transferido para o Sistema Gerencial de Banco de Dados (SGBD) – MySQL, que estrutura o Modulo Cadastral. Nesse modulo cadastral (MC), deverão estar os registros de árvores, por logradouro, produzidos na rotina de manejo da arborização. Sendo assim, é possível além identificação, por logradouro, do quantitativo de árvores por espécie e da necessidade de intervenção por árvore, e a utilização dos dados alométricos na utilização de equação para cálculo do estoque de carbono nas árvores

Os dados registrados deverão ser referenciados espacialmente, criando-se um Sistema de Gerência de Banco de Dados Geográficos (SGBDG), que será responsável pelo armazenamento, manipulação e recuperação dos dados geográficos registrados. Esse sistema torna-se um componente fundamental na estruturação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Arborização Urbana, com o objetivo de monitorar o estoque de carbono nas árvores existentes nos logradouros públicos

A partir da análise espacial dos dados interligados ao banco de dados, torna-se possível gerar informações espaciais que venham subsidiar o manejo e o controle da arborização, disponibilizando assim informações para a programação de serviços necessários.

- Cálculo da densidade básica das espécies arbóreas

Junto com primeira etapa da implantação do sistema deverá ser realizado o cálculo da densidade básica das espécies arbóreas. Na exemplificação da estruturação do módulo cadastral, descrito no capítulo anterior, foram utilizados os valores de densidade básica das árvores a partir de uma pesquisa bibliográfica para as espécies arbóreas da arborização urbana do Rio de Janeiro. A fim de aferir com precisão as densidades básicas das espécies, é recomendado realizar o cálculo a partir de análise do material oriundo das árvores existentes nos logradouros.

Com base na programação de serviços, realizada após a diagnose dos logradouros, poderá ser indicado os locais de interesse para a coleta do material necessário para o cálculo da densidade básica das espécies arbóreas, que será utilizado no cálculo da estimativa de biomassa seca.

Para cada espécie selecionada pela sua representatividade no arboreto carioca, deverá ser determinado o peso total fresco utilizando-se os indivíduos arbóreos que foram suprimidos na rotina do manejo da arborização. Esse peso será determinado em diferentes compartimentos: fuste, galhos com diâmetro > 2 cm, galhos finos (< 2 cm diâm.) e folhas. Para cada indivíduo deverá ser também medido e registrado a altura total, altura do fuste e diâmetro ao nível do peito (1,30 m do chão), além da retirada de amostras da madeira para o cálculo da densidade básica das espécies. As amostras deverão ser compostas por “discos amostrais” (casca, albúrnio e cerne) de diferentes classes diamétricas.

O peso fresco das amostras será determinado com balança e após secagem em estufa, para atingirem peso constante, o peso seco também será determinado para a obtenção da relação do peso-seco/peso-fresco de cada compartimento da árvore, que permitirá a estimativa do peso seco da árvore como um todo, por compartimento.



Uma vez determinado o peso seco de pelo menos 15 árvores para cada espécie, será possível determinar a regressão entre as variáveis independentes “diâmetro” e “altura total” e a variável dependente “peso seco total”, para aquela espécie.

- Acompanhamento da mortalidade das árvores

Além da obtenção dos dados necessários para o cálculo da estimativa de biomassa e carbono em estoque, serão necessários também outros dados a serem obtidos na rotina do manejo e controle rotineiro da arborização pública. O estado fitossanitário deverá ter registro individual para que se possa monitorar a evolução do quadro sintomatológico apresentado no momento da coleta de dados. Sendo assim o acompanhamento da mortalidade das árvores, natural ou não, deverá ter registro para o cálculo da decomposição da biomassa.

- Cálculo da redução de biomassa

O material resultante dos serviços de poda e supressão de árvores deverá ser monitorado diariamente, medindo-se os pesos secos e frescos para a utilização na contabilidade de alteração da biomassa e estoque de carbono.

- Registro do consumo de combustível

Da mesma forma, tanto o consumo de combustível quanto as emissões dos equipamentos utilizados no manejo da arborização deverão ter o controle diário para registro e utilização no cálculo das perdas de carbono à atmosfera e assim poder contabilizar o real montante referente aos ganhos de carbono do desenvolvimento das árvores públicas.

## Etapa 2 - Análise dos dados

A análise final dos dados incluirá a foto-interpretação para determinar a cobertura florestal, bem como o uso de uma planilha eletrônica ou programa estatístico para executar as equações para estimar a biomassa e o Carbono, além da execução de testes estatísticos para medir tendências centrais e desvio.

## Etapa 3 - Orientação nas ações de manejo

Os resultados da análise de dados serão utilizados para fazer deduções sobre a população tais como:

- Quantificação da arborização existente nos logradouros públicos
- Quantificação da proporcionalidade das espécies arbóreas

- Quantificação dos indivíduos com problemas fitossanitários
- Determinação da taxa de mortalidade natural
- Determinação da taxa de mortalidade criminosa
- Quantificação e identificação de indivíduos em situação conflitante
- Quantificação da necessidade de plantios
- Quantificação de estoque de carbono

Ao final, será possível produzir um relatório dos resultados obtidos de modo a orientar as ações de manejo necessárias ao incremento da fitomassa onde, além do da orientação no planejamento dos plantios de árvores nos logradouros ,a princípio, possa também haver restrições das intervenções de redução de fitomassa às situações de risco, dano ou conflito. Nessa nova perspectiva de manejo, a poda de ramos deverá ser limitada à necessidade real e quantificada por volume de material retirado, a partir de 0,5 m<sup>3</sup>, que seria correspondente à categoria inicial na contabilidade de custos de execução de serviços, sendo as seguintes acrescidas dessa quantidade. Com o monitoramento dos resíduos produzidos será possível a triagem deste material com vistas a sua utilização.

Um plano de arborização, com base na contabilização de carbono, realmente representaria a alteração necessária no manejo das árvores para a otimização de seus benefícios complementares. Por outro lado, os ganhos adicionais de carbono decorrentes tanto do incremento da arborização quanto do manejo de árvores, com intervenções restritas às situações de danos ou riscos, somente seriam expressivos em longo prazo, com a medição da adicionalidade deste incremento ao estoque feito ano após ano, onde se teria uma curva de biomassa exponencial. Deste modo, os impactos positivos de um plano de arborização, com base na contabilidade de carbono, somente seriam reconhecidos pela sociedade quando fosse possível demonstrar tanto a visualização dos ganhos de fitomassa, através do acréscimo efetivo de árvores na cidade, ou pelos ganhos econômicos decorrentes da alteração nos procedimentos do manejo e da incorporação do valor econômico pelo acréscimo ao estoque de carbono.

Para a aplicação de uma política ambiental mais ampla, onde se priorize tanto as ações de manejo e controle como as ações de motivação de comportamento favorável às árvores, torna-se necessário, portanto, a integração não só dos dados produzidos pelos setores com responsabilidade partilhada pela arborização, como também a divulgação do sistema informatizado de dados para a população. A visualização do potencial da arborização para contribuir nos esforços da mitigação das emissões resultará em ganhos adicionais em todas as dimensões da gestão da arborização da cidade.

## **9 - DA INTENÇÃO À AÇÃO – A ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DA CIDADE NA TRANSIÇÃO PARA UMA GESTÃO DE MÁXIMA MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

Na arena de discussões políticas sobre mudanças climáticas globais houve desenvolvimentos significativos, a nível internacional, com o processo iniciado na COP15 de desdobramento político em direção a uma transição para uma economia global de baixo carbono. Com o consenso sobre os riscos da mudança climática houve a mudança da natureza da discussão sobre as alternativas políticas e econômicas para o bem-estar da sociedade. O clima, na atualidade, é o fator determinante de nossas escolhas econômicas e sociais e do destino da nossa sociedade. Para as sociedades humanas, foi dado o ultimato de escolha entre dois únicos caminhos a seguir. Um caminho da adoção de políticas conscientes e deliberadas para a máxima mitigação possível das emissões de gases de efeito estufa e a adaptação necessária ao aquecimento global, ou um caminho de encarar o desafio de enfrentar as conseqüências imoderadas e cada vez mais extremadas do aquecimento global em um futuro que tem se tornado cada vez mais próximo.

O Brasil, ao consolidar o marco legal em matéria de mudanças climáticas, com a regulamentação da Lei de Política de Mudança Climática, deu início ao processo de regulação das ações de mitigação no país. O município do Rio de Janeiro respondeu à convocação para seguir no caminho escolhido pelo país, oficializando o compromisso de adoção de medidas e programas de incentivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa na cidade. Entre ações anunciadas pela Política Municipal sobre Mudança Climática encontra-se a promoção de projetos de sumidouros de gases de efeito estufa, com a previsão de projetos de neutralização e de compensação de carbono no município. Até o momento não foram estabelecidos os critérios e procedimentos para as iniciativas de mitigação biológica das emissões de carbono no município. Para essa finalidade o município conta com o Projeto de Reflorestamento de encostas, executado pela SMAC, e as ações o incremento da arborização da malha urbana, realizado pela FPJ.

Com a indefinição, no contexto da política global do clima, sobre um novo acordo global, o desafio da mudança climática demanda que se busque, o máximo possível, por soluções tecnológicas, administrativas e sociais. A existência na cidade do Rio de Janeiro de um arcabouço legal que dá suporte as ações de mitigação de emissões do setor da construção civil, através do plantio de árvores, possibilita ao município estabelecer objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa, através de uma gestão técnico-administrativa.

A oferta dos serviços ambientais específicos das árvores, no espaço urbano, tem o potencial para fazer uma contribuição importante à redução de carbono atmosférico, embora seja somente parte de uma solução para minimizar riscos da mudança do clima. A legislação atual é ineficaz na compensação, através de plantios de árvores, das emissões geradas nas construções licenciadas na cidade do Rio de Janeiro. O cálculo deveria ser com base na relação de 0,4 árvores por metro quadrado construído (ou 1 muda/2,5m<sup>2</sup> de construção). Este resultado poderá ser utilizado para orientar a proposta de alteração do instrumento legal, de modo a compatibilizar a legislação municipal com o Programa Rio Sustentável, relativo às medidas de mitigação dos efeitos do aquecimento global na Cidade do Rio de Janeiro.

A maioria das ações anunciadas pela Prefeitura, em relação às ações de mitigação de emissões de GEE passa por atividades de gestão da arborização e, mais especificamente, o incremento da arborização. Em uma análise mais cuidadosa no arcabouço legal, instituído após o Protocolo de Intenções, em 2007, é possível perceber a intenção do legislador em ordenar as ações de modo a ter um cenário de possibilidades para a elaboração de projetos de mitigação biológica de emissões de CO<sub>2</sub>.

Como uma das medidas anunciadas até o momento, está o incremento no plantio de árvores na cidade, tanto nas áreas com cobertura florestal quanto na malha urbana. O plantio de árvores no município tem sido realizado através do Programa Mutirão Reflorestamento (promove o incremento na cobertura florestal) ou através de cumprimento de exigência legal (Lei 113/84) nos processos de licenciamento de construções, que vincula plantios de mudas arbóreas à emissão da certidão de “habite-se”, sendo estabelecido a obrigatoriedade do plantio em área pública, no caso da impossibilidade da execução dos plantios no lote das construções. Existindo também na atualidade, um dispositivo Legal (Resolução SMAC/SMU N°14/2009), que prevê o plantio de árvores para a compensação de emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil.

Nas situações de ação pública de plantios no município, o número médio anual de árvores plantadas já se encontra dentro do quantitativo estabelecido como meta pelo Programa Municipal de Arborização Urbana, instituído pelo Protocolo de intenções (2007), ou seja, 25.000 árvores/ano. Por outro lado, a atual questão no manejo da arborização na cidade do Rio de Janeiro encontra-se no baixo número de mudas arbóreas estabelecidas, em consequência a insuficiência de recursos públicos financeiros destinados à manutenção dos plantios executados (LAERA, 2006). Sendo assim é fácil concluir que a meta estabelecida diz respeito, portanto, às ações de plantio de árvores adicionais ao usualmente praticado pela Prefeitura.

Para relacionar a iniciativa propostas de plantio de árvores com a mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>, seria necessário primeiramente estabelecer a adicionalidade e a linha de

base (*baseline*) da arborização atual, além das metodologias para cálculo da redução de emissões de GEE, com o objetivo de se criarem os limites das atividades de projeto e calcular as fugas. Essas medidas já se encontram previstas nos diplomas legais instituídos em seqüência ao Protocolo.

Como uma medida para estabelecer a adicionalidade e a linha de base, o Programa Municipal de Arborização Urbana determina a implantação de um banco de dados georreferenciados visando à análise, avaliação e o manejo da arborização urbana e das áreas verdes. É necessário conhecer com exatidão o recurso arbóreo do município para se poderem planejar as ações de incremento adicionais, que poderão ser também em áreas privadas. Para tanto, foi instituído também o fomento à arborização privada, com a determinação de serem elaborados estudos para criação de legislação específica que possa auferir benefícios fiscais como forma de incentivar iniciativas voluntárias individuais e coletivas de plantios de árvores.

Mais uma vez, nota-se lógica nas determinações dos diplomas legais instituídos em seqüência ao Protocolo. No último Decreto da série, pós divulgação do Protocolo, tem-se a criação da Diretoria de Arborização e Produção Vegetal dentro da estrutura da FPJ. A estrutura da Diretoria demonstra a almejada definição de competências setoriais para atender à Política Municipal de Gestão para a arborização urbana da cidade.

Entretanto, ao longo de quatro anos da divulgação do Protocolo, constata-se que a maioria das medidas anunciadas em relação à gestão da arborização, permanece ainda na intenção do documento, tendo sido incorporadas pelo Programa Rio Sustentável, que veio substituir o Protocolo de Intenções, na mudança de gestão da prefeitura.

A instituição do Programa Municipal de Arborização Urbana, bem como das ações de estímulo à novos plantio arbóreos, presentes tanto nos diplomas legais municipais publicados em 2007, quanto por aqueles precedentes à instituição da Política Municipal de Mudanças climáticas e Desenvolvimento Sustentável, demonstram uma potencialidade para a utilização de projetos de seqüestro de carbono na atividade de incremento e manejo da arborização da cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, a quantificação tanto do estoque de carbono na arborização da cidade do Rio de Janeiro quanto do carbono seqüestrado pelos plantios, demandam a estruturação de uma metodologia para estimar a área ocupada pela arborização e para o cálculo do estoque de carbono, tanto por indivíduo arbóreo quanto por logradouros.

A implantação do Programa Municipal de Arborização com base na contabilidade de carbono representaria uma mudança de atitude e na rotina do manejo atual da arborização pública, além da criação um cenário favorável à ação de empresas no manejo das árvores, com a possibilidade de negociação e atuação corporativa voltada aos potenciais ativos social e ambiental presentes no meio urbano.

O uso das ferramentas da tecnologia do Geoprocessamento possibilita a a gestão de informações sobre o estado do recurso de maneira exata e eficiente o que possibilita que o conhecimento sobre as árvores na malha urbana possa ser estruturado como um sistema composto por elementos ou partes. Os registros de ocorrência, tratados em um sistema de informação geográfica, tem o potencial para estruturar um conhecimento sobre o arboreto com a produção de informação precisa sobre as árvores na cidade

Com a estruturação do Sistema de Informações Geográficas para o cálculo de Carbono em estoque nas árvores, esse fenômeno poderá ser avaliado com a análise das lógicas e das associações complexas presentes no sistema. Dessa forma a análise de cada etapa do sistema contribuirá para a obtenção de informações a cerca da totalidade da realidade do arboreto urbano. Os efeitos ou fatores que determinam a oferta dos serviços ambientais pelas árvores poderão ser analisados de modo a obter ganhos de conhecimento sobre as diferentes retroações dos processos inerentes a interação do arboreto com o ambiente que o circunda. Dessa forma será possível perceber a realidade ambiental como um agregado de sistemas relacionados entre si, com a compreensão e o conhecimento das múltiplas interdependências existentes.

Com a utilização do geoprocessamento na gestão da arborização urbana o sujeito cognoscente passa a fazer parte, integrar, a construção e a organização da realidade ao mesmo tempo que avalia e critica essa mesma realidade. Os registros da diagnose rotineira da arborização da cidade tornam-se importantes na avaliação dos custos do investimento público na manutenção das árvores, e também na quantificação dos benefícios do efeito positivo do arboreto no meio urbano, podendo ser determinado, portanto, os reais serviços ambientais proporcionados pelas árvore e inseri-los em uma análise de custo benefício para identificar quais qual o conjunto de intervenções que poderá resultar em maior bem-estar social.

A proposta de adoção de SIG como apoio de uma metodologia para cálculo do estoque de carbono em árvores urbanas, pode contribuir nos esforços de mitigação do acúmulo de GEE através do plantio de árvores, que atuam diretamente no sequestro CO<sub>2</sub> da atmosfera. Elaborado desta forma, tal sistema servirá tanto como suporte aos administradores públicos, como para os pesquisadores, estes últimos com a necessidade de registrar a evolução histórica das medições dos dados alométricos. O sistema ao registrar os dados obtidos através de pesquisas de campo realizadas periodicamente, ao longo dos vários estágios de crescimento das árvores, possibilita a execução das operações de cálculo dos estoques de C em indivíduos arbóreos, sua evolução e projeções futuras, assim como a extrapolação dessa capacidade de armazenamento para o arboreto urbano. A leitura das modificações do estoque de C ao longo do tempo no sistema poderá assim ser aplicada, tanto ao indivíduo arbóreo como no conjunto

existente nos logradouros, nas quadras, em áreas específicas da cidade e, por fim, para toda a área urbana.

Com a utilização do SIG no cálculo de estoque de C em árvores públicas urbanas, pode-se assim associar um conjunto de funcionalidades específicas, como o cálculo de concentração de Carbono, aos recursos típicos dos SIG's, oferecendo um ambiente informatizado e devidamente espacializado como ferramenta comprovadamente eficaz para planejamento e monitoramento de um plano de arborização para as cidades, tanto na sua totalidade, como para um determinado setor da mesma.

Talvez a maior dificuldade para a efetivação de um sistema informatizado das árvores georreferenciadas esteja no fato que da necessidade uma articulação entre os organismos públicos que têm responsabilidade partilhada sobre a arborização da cidade. Somente a articulação institucional entre os setores permitirá a constituição de uma unidade, que comporte em si uma multiplicidade e vice – versa. A desarticulação entre os entre os diferentes níveis de governo como também a inexistência de coordenação no mesmo nível dissocia as práticas produtivas do potencial ecológico e das questões sociais e culturais.

As ações propostas pelo governo municipal do Rio de Janeiro demandam uma redefinição dos princípios éticos e sóciopolíticos, que têm orientado o manejo e a utilização dos recursos ambientais disponíveis no meio urbano. Os recursos institucionais criados com o a Política Municipal de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, representam a oportunidade, a nível municipal, para o pensamento e planejamento integrado, com a articulação de atribuições dos vários entes municipais para a questão das mudanças climáticas. Para tal é necessário pensar e planejar de forma complexa, a partir da integração mais rica dos princípios de ordem, separabilidade e de lógica.

**BIBLIOGRAFIA:**

ACCIOLY, E., **O Direito do Trabalho na União Européia**, in *Constitucionalização do Direito do Trabalho no MERCOSUL*, obra coordenada por HERMELINO DE OLIVEIRA SANTOS, Editora LTr., São Paulo, 1998, p. 295.

AGOPYANT et al – **Projeto: Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável** (descrição), 2005 Disponível em < <http://www.labecc.ufsc.br/finep/>> Acesso em 28/03/2007

AMARO, L. **Direito Tributário Brasileiro**, 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO, J. A. **Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil**. *Forest Ecology and Management* 117, 43-52, 1999.

ATKINSON, S.; TIETENBERG, T. **Market failure in incentive-based regulation: the case of emissions trading**. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1991.

BARBOSA, J.C; INO, A.; SHIMBO, I. **Sustainable indicators in the productive cycle of reforested wood housing**. Disponível em < <http://www.timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/P26.pdf>> Acesso em 25/03/2007.

BELL, J. F. **Basic truths for planning and executing an inventory**. In *Integrated Tools for Natural Resource Inventories in the 21st Century*. General Technical Report NC-212 (Mark Hanson and Thomas Burk, eds.), pp. 14-19. US Department of Agriculture Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minnesota, 2000.

BARRET, S. **Climate change negotiations reconsidered**, *Progressive Governance*, Londres, 2008

BARRETT, S. **Contrasting Future Path for an Evolving Climate Regime in Global Policy**, (2010)

BIERMANN, F. **Earth System Governance' as a Cross-cutting Theme of Global Change Research**. *Global Environmental Change*.2007.‘

BOEIRA, S. L.. **Políticas & Gestão ambiental no Brasil: da Rio-92 ao Estatuto da Cidade**, II Encontro da ANPPAS, 2004.

BOSCOLO, M; POWELL, M, DELANEY, M ; BROWN, S; FARIS R **The cost of inventorying and monitoring carbon: lessons fro the Noel Kempff Climate Action Project**. *Journal of Forestry*. 98, 24-27, 29-31, 2000.

BRASIL. **Manual Orientador Seminários Temáticos**. DF: Ministério da Justiça, 2009..

Disponível em

[http://www.conseg.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=86&Itemid=94](http://www.conseg.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=86&Itemid=94) >, acesso em 17 de out de 2009

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome: FAO, 1997.55 p.

BROWN, S. **Opportunities for mitigating carbon emissions through forestry activities**. Winrock International, Arlington, Virginia., 1999. Disponível em [http://www.winrock.org/REEP/Opportun\\_carbon.html](http://www.winrock.org/REEP/Opportun_carbon.html). Acesso em maio / 2005.

BROWN et al. Policy considerations for using forest to mitigate carbon dioxide emissions. **The Scientific World I**, p. 241-242, 2001a. Disponível em:<<http://www.thescientificworld.com>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

CACHO, O. J.; MARSHALL, G.R.; MILNE, M. **Smallholder agroforestry projects:**



**potential for carbon sequestration and poverty alleviation.** Bogor, Indonésia/Armidale: CIFOR/University of New England, 2002. (Draft version).

CEBDS. *Roteiro básico para elaboração de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo.* Rio de Janeiro. sd

CYBIS, I. f.; SANTOS, C. V. J. – **Análise do ciclo de vida aplicada à indústria da construção civil – estudo de caso.** In: Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. XXVII. Anais. Disponível em <http://www.ingenieroambiental.com/info/ciclodevid.pdf>> Acesso em 02/03/2007

CORRÊA, M. P.. **Dicionário das plantas úteis no Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1926-1978.

CQNUMC - CONVENÇÃO DO CLIMA. Convenção sobre a mudança do clima. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a mudança do clima. Publicado pela Unidade de Informações sobre a Mudança do Clima (PNUMA) (IUC) em nome do secretariado Permanente da Convenção. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações exteriores da República Federativa do Brasil, 1995.

DELÉAGE, J. **L'environnement au vingtième siècle.** DEA Environnement: temps, espaces, sociétés. Mimeo. Orleães: Dep. Géographie, Université d'Orleans, 2000.

DWYER, J F; MCPHERSON, E. G, SCHROEDER, H. W. ; ROWNTREE R.W. **Assessing the benefits and costs of the urban forest.** Journal of Arboriculture 18, 227-234, 1992.

FEARNSIDE, P. M. **Greenhouse Gases from deforestation in Brazilian Amazonia.** Net Committed Emissions Climatic Change 35 (3), 321-360, 1997

FEARNSIDE, P. M. As florestas no acordo do clima. **Ciência Hoje**, v.29, n.171, p.60-62,

FOGLIA, R.; SANTORO P., G. *Perfis de Direito Comunitário do Trabalho - Profili di Diritto Comunitario del Lavoro*, publicação do Instituto de Direito do Trabalho da Universidade de Roma, "La Sapienza, dirigido por PASQUALE SANDULLI e GIUSEPPE SANTORO PASSARELLI, Editora G. Giappichelli, Turim, Itália, 1996, pp. 3 e 4.

FORTUNA, E. *Mercado Financeiro produtos e serviços*, 15ª ed. Ver. E atual., Rio de Janeiro: Quality Mark, 2004.

GALANTINO, L., *Direito Comunitário do Trabalho - Diritto Comunitario del Lavoro*, segunda edição, Editora G. Giappichelli, Turim, Itália, 1999, pp. 21/25.

GOODWIN, D W **A street tree inventory for Massachusetts using a geographic information system.** Journal of Arboriculture 22, 19-28, 1996.

GORE, A. **Our Choice. A Plan to Solve the Climate Crisis.** New York, Rodale (2009).

GIDDENS, A. **The Politics of Climate Change.** London: Policy Network, 2008

GIDDENS, A. **The Politics of Climate Change.** Cambridge: Polity Press, 2009

GREY, G. W; DENEKE, F.J. **Urban forestry.** New York. John Wiley, 279 p, 1978

GRIGOLETTI, G.C.; SATTLER, M. A. **Estratégias ambientais para indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul**, Sul/2003. Disponível em [http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc\\_11390.pdf](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc_11390.pdf)>Acesso 02/02/2007

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana – A persistência de processos “insustentáveis”.** In: São Paulo em perspectiva, 15 jan. 2001

GRUPO GUAYUBIRA, **Protocolo Kyoto: comunicado de Guayubira.** Disponível em:

<<http://www.ambiental.net/claes>>. Lista de discussão do Centro Latino Americano de Ecologia Social. Montevideo. Acesso em: 25 set. 2000.

GUTIERREZ, M. B. *O mercado de créditos de carbono e o mecanismo de desenvolvimento limpo: a necessidade de um marco regulatório/institucional para o Brasil*. Disponível em [www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/regulacaonobrasil/Arq20\\_Cap12.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/regulacaonobrasil/Arq20_Cap12.pdf)

GIDDENS, A. **The Politics of Climate Change**. London: Policy Network, 2008.

GIDDENS, A. **The Politics of Climate Change**. Cambridge: Polity Press, 2009

GRAAF, A. B. **Tropica, color cyclopedia of exotic plants and trees**. New Jersey, USA: Roehrs Company, 1981.

HOLMSTRÖM, H. ; NILSSON, M. ; GÖRAN S. **Simultaneous estimations of forest parameters using aerial photograph interpreted data and the k nearest neighbour method**. Scandinavia Journal of Forest Research 16, 67-78, 2001.

HOUGHTON, J. *Global Warming, a complete briefing*. 2ª Ed. Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

HULME, M. **Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction and opportunity**. Cambridge. Cambridge University Press, p. 229, 2009.

HUMPHREY, A. & DIANA L., *“Clean Energy - Emissions Trading: Trends and Opportunities”*. Morgan Stanley Research Europe. 18 de Dezembro de 2007

HURREL, A. *On Global Order. Power, Values and the Constitution of the International Society*. Oxford University Press, 2007.

IDD – INSTITUT WALLON DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET SOCIAL ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ASBL. **IDD – Institut Wallon - VITO Greenhouse gas emissions reduction and material flows** – 2001. Disponível em : [http://www.bclspo.be/belspo/home/publ/pub\\_ostc?cg2131/trapp\\_cg31\\_en.pdt](http://www.bclspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc?cg2131/trapp_cg31_en.pdt). Acesso em 02/03/2007

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Custos e benefícios da redução das emissões de carbono**. IPAM, Belém, 2007

**IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001** – Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

**IPCC Fourth Assessment report Climate Change 2007-** Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>

ISAIA, G ; GASTELDINI, A. – **Concreto “verde” com teores muito elevados de adição minerais: um estudo de sustentabilidade**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável x Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído. Anais. São Paulo. Jul/2004

JENKINS, J. C ; CHOJNACKY, D. C.; HEATH, L. S. ; RICHARD A. B. **National-scale biomass estimators for United States tree species**. Forest Science 49,12-35, 2003

JO, HK; McPHERSON E. G. **Carbon storage and flux in urban residential greenspace**. Journal of Environmental Management 45, 109-133, 1995.

JONH, V. M.; **Construção sustentável e Reciclagem**. Trabalho apresentado no Seminário de Construção Sustentável da FGV. São Paulo, 21 de junho de 2005. Disponível em [http://www.ces.fgv.br/arquivos/Moacyr\\_John.pdf](http://www.ces.fgv.br/arquivos/Moacyr_John.pdf). Acesso em 15/03/2007.

JORDAN, C. F. **Root productivity in an Amazonian rain forest**. Ecology, Vol 61, nº 1, 14-18, 1980

- KEOHANE, R. & RAUSTILA K. **Towards a Post-Kyoto Climate Change Architecture: A Political Anasysis** Discussion Paper 2008-1 Harvard Project on International Climate Agreements (2008).
- KOLBERT, E. **Planeta terra em perigo**, Editora Globo, 2008.
- LAERA, L.H. N. – Valoração Econômica da Arborização: a valoração dos serviços ambientais para a eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano – Dissertação, mestrado em Ciência Ambiental – Universidade Federal Fluminense, 2006
- LATOUR, B – *Jamais fomos modernos*. São Paulo, Ed 34, 1994, pg 12
- LEECH, J. **Some aspects of inventory integration**. In *Integrated Tools for Natural 2000*.
- LEIS, H. & E. Viola **America del Sur em el Mundo de las Democracias de Mercado**. Buenos Aires, Homo Sapiens/Cadal, 2008.
- LECOCQ, F.; CAPOOR, K. **State and trends of the carbon market 2005**. Washington, D. C.: TheWorld Bank, 2005.
- LOPES, I.V. (Coord.). **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: guia de orientação**. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 200
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP; Editora Plantarum, 1992.
- LORENZI, H. et al. **Árvores Exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP; Editora Plantarum, 2003
- MACDICKEN, K. G. **Field tests of carbon monitoring methods in forestry projects: field test and inventory planning in Belize**. Winrock International, Arlington, Virginia, 1999 Disponível em <http://www.winrock.org/REEP/BelizeC.html> Acesso em janeiro/2005
- McKinsey Quarterly, **Global Cost Curve Version 1: A Cost curve for greenhouse gas reduction**, 2007
- McKinsey & Company **Pathways to a low carbon economy v 2.0**, 2009
- MAYBE, N. **Delivering Climate Security**. London, Institute of Strategic Studies 2008.
- MARTINHO, C. O.. **A volta do efeito estufa**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 13 de novembro de 1997. Disponível em [www.rainhadapaz.g12.br/projetos/quimica/textos/](http://www.rainhadapaz.g12.br/projetos/quimica/textos/)
- MEADOWS, D. L., MEADOWS, D. H., RANDERS, J. & BEHRENS, W.W. **Limites do crescimento- um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.
- MEIRA, A.M. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010. Disponível em [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Ana\\_Maria\\_de\\_Meira.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Ana_Maria_de_Meira.pdf)
- MELO, J. E. S., **ICMS: teoria e prática**, 9ª ed., São Paulo: Dialética, 2006.
- MILLER, R W. **Urban Forestry : Planning and managing urban greenspaces**. 2nd edition. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
- MONTEIRO, W. B. **Curso de Direito Civil**, v 1, 39 ed, ver e atual. Por Ana Cristina de Barros Monteiro França Pinto, São Paulo: Saraiva, 2003
- MORIN, E.. **A ética do sujeito responsável**. In: CARVALHO, E. de A., ALMEIDA, M. da C. de, COELHO, N. N., FIEDLER-FERRARA, N. & MORIN, E. *Ética, solidariedade e complexidade*. São Paulo, Palas Athena , 1998, pp 67-72.

- MOUTINHO, P. **Desmatamento na Amazonia: desafios para reduzir as emissões brasileiras**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável 2009.
- MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Propostas das pré-conferências votadas nos subgrupos, 2003. Disponível em [www.mma.gov.br/cnma.arquivos/pdf/relatorio\\_rn\\_mudancasclimaticas.pdf](http://www.mma.gov.br/cnma.arquivos/pdf/relatorio_rn_mudancasclimaticas.pdf) Acesso em 22/01/2005
- MURRAY, B. C., PRISLEY, S. P., BIRDSEY, R. A.; SAMPSON R. N.L **Carbon sinks in the Kyoto Protocol**. Journal of Forestry 89, 6-11, 2000.
- NELSON, B.N ; MESQUITA, R. ; PEREIRA, L. G.; BATISTA, G. T.; SOUZA, S. G. A.; COUTO, L. **Allometric regression for improved estimate on secondary forest biomass in the central Amazon**. Forest Ecology Management, 117; 149-167; 1999
- NEPSTAD, D. C.; DAVIDSON, E. A.; JIPP, P. H.; LEFEBVRE, P. A.; NEGREIROS, G. H.; SILVA, E. D.; STONET, A.; TRUNBORE, S. E.; VIEIRA, S.. **The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures**. Nature, V. 372; 666-669,1994
- NORDHAUS, W. *To slow or not slow: the economics of greenhouse effects*. *Economic Journal*, v. 101, p. 920-937, 1991.
- NOWAK, D.J.. **Compensatory value of an urban forest: An application of the tree-value formula**. Journal of Arboriculture.19:173–177. 1993.
- NOWAK, D.J ; CIVEROLO K.L ; RAO S.T, SISTLA G ; LULEY C.J ; CRANE D.E.. **A modeling study of the impact of urban trees on ozone**. Atmosphere. Environment 34, 1601-1613, 2000
- NOWAK, D. J. ; CRANE. D. E . **The urban forest effects (UFORE) model: quantifying urban forest structure and functions** In Integrated Tools for Natural Resource Inventories in the 21st Century. General Technical Report NC-212 (Mark Hansen and Thomas Burk, eds.), pp. 714-720. US Department of Agriculture Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minnesota., 2000.
- NOWAK, D. J ; CRANE D. E. **Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA**. Environmental Pollution 116, 381-389, 2002.
- ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª Ed. Lisboa, Editado por Fundação Calouste Gulbenkian. 2001
- OREN et al. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystem in CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere. *Nature*, n.411, p.469-472, 2001.
- Parker, C.; Mitchell, A.; Trivedi, M.; Mardas, N. **The Little REDD Book: A guide to governmental and non-governmental proposals for reducing emissions from deforestation and degradation**. Oxford, UK: The Global Canopy Foundation, 2008
- PANDEY, D. N. **Global climate change and carbon management in multifunctional forests**. Current Science 83, 593-602, 2002.
- PEARCE, F. That sinking feeling. *New Scientist*, 23 October, 1999. Disponível em: <climate-I@lists.iisd.ca> (Climate Change Info Mailing List). Acesso em: set. 2000.
- PEARMAN, Roger, et al. *Natural Resources and Environmental Economics*. 3. ed. Londrês: Pearson Education Ltd., 2003.
- PIGOU, A.C.**The Economics of Welfare**. Londres: Macmillan, 1920.
- PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997. Disponível em: [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br). Acesso: Fev/2006
- RICKLEFS, R.E., **Economia da Natureza**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, Editora

Guanabara Koogan, 1996.

ROCCELLA, M.; TREU, T., *Direito do Trabalho da Comunidade Européia - Diritto del Lavoro della Comunità Europea*, segunda edição, Casa editora Doutor Antonio Milani (CEDAM), Padova, Itália, 1997, p. 59.

RODRIGUES, S. **Direito Civil. Parte geral.** 2 ed., Rio de Janeiro: Forense, 2004

ROSALES, J.; PRONOVE, G. *A Layperson's Guide to the Clean Development Mechanism: The Rules From Marrakech.* United Nations, New York, 2002.

SAMPSON, R. N ; MOLL, G. A ; KIELBASO J. **Opportunities to increase urban forests and the potential impacts on carbon storage and conservation.** In *Forests and Global Change Volume One: Opportunities for Increasing Forest Cover* (Dwight Hair and R. Neil Sampson, eds.), pp. 51-72. American Forests, Washington, DC, 1992.

SANDOR, R. *The role of climate exchanges in efficient pollution reduction.* NABE WASHINGTON POLICY CONFERENCE, 2005, Washington. Mar. 21-22 de 2005.

Sandroni, P.. *Dicionário de Economia do Século XXI, edição revista e atualizada do Novíssimo Dicionário de Economia*, São Paulo;Record, 2005.

SCHOLLES, R. J.; NOBLE, I. R. **Storing carbon on land.** *Science*, v.294, p.1012-1013, 2 November, 2001  
SEROA DA MOTTA, Ronaldo. *Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais.* Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

SCHUBERT, T. H. **Trees for urban use in Puerto Rico and Virgin Island.** U.S. For – Servo. Gen. Tech. Rep. SO-27, 1979.91 p.

SEROA DA MOTA, R. **Custos e benefícios do desmatamento na Amazônia.** *Ciência & Meio Ambiente*, 32, 2005.

SEROA DA MOTA, R. **A regulação das emissões de gases de efeito estufa no Brasil:** Texto para discussão Nº 1492, IPEa, 2010

SILVA, M. A. R. S. *Economia dos Recursos Naturais.* In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro : Campus, 2003, v. 1, p. 33-60

SISTER, G. **Mercado de créditos de carbono e Protocolo de Kyoto;** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007, 200p (Jurídica).

SIMMONET, Dominique. *O ecologismo.* Lisboa: Moraes Editores, 1979.

SOARES, J. B. **Potencial da conservação de energia e de mitigação das emissões de gases do efeito estufa para a indústria brasileira de cimento Portland até 2005.** Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998. Disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/Jeferson.pdf>.

SPANOU, Calliope. *Fonctionnaires et Militants:* 2008

**State and Trends of the Carbon Market 2007,** Washington D.C., 2007. Disponível em [http://carbonfinance.org/docs/Carbon Trends 2007- FINAL - May 2.pdf](http://carbonfinance.org/docs/Carbon_Trends_2007- FINAL - May 2.pdf)

STAVINS, R. *Transaction costs and tradeable permits.* *Journal of Environmental Economics and Management*, 1995.

**Stern Review on the Economics of Climate Change, 2006,** Acessível em: [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm)

STERN, N. **The global deal: Climate change and the creation of a new area of progress and prosperity,** Nova York, Public Affairs, 2009, p.25.

- STRASSBURG, B. *et al.* **Reducing emissions from deforestation – The “combined incentives” mechanism and empirical simulations.** *Global Environmental Change*, v.19, May, 2009.
- TANIZAKI, K. **Impacto do uso do solo no estoque e fluxo de carbono na área de domínio da Mata Atlântica:** Estudo de caso, Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado – Departamento de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2000
- TANIZAKI, K. **Avaliação do estoque de carbono nas formações florestais e na vegetação secundária do Estado do Rio de Janeiro.** In: Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. Índice de qualidade dos municípios – verde (IQM-Verde) . 2. ed. ampl. rev. Rio de Janeiro, 2003.
- THOMAS, K. *O homem e o mundo natural: mudança de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800)*, Companhia das Letras, São Paulo, 1988
- THOMPSON, et al, **Abrupt tropical climate change: Past and Present.** *PNAS*, vol 103, n 28, 10536-10543,
- TICKELL, O. **Kyoto 2. How to Manage the Global Greenhouse.** London, Zed Books (2008)
- TREXLER, M. C.; HAUGEN, C. **Keeping it green: tropical forestry opportunities for mitigating climate change.** Washington DC: World Resources Institute, 1994
- TOLEDO FILHO, R. D.; REGO, E. M. – **Pesquisa sobre cimento promete reduzir emissão de poluentes.** Disponível em <http://www.cnpq.br/noticias/050902.htm> Acesso em 30/03/07
- TÓRRES, H.T. (coord). *Direito Tributário Ambiental.* São Paulo: Malheiros, 2005, p.887)
- TOTTEN, M. **Getting it right - emerging markets for storing carbon in forests.**
- UNITED NATIONS POPULATION FUND (UNFPA). **State of World Population 2007. Unleashing the Potential of Urban Growth.** Nova York: UNFPA, 2007, 108 p
- UNEP **March Global Green New Deal.** – A Policy Brief 2009.
- Vattenfall’s Global Climate Impact Abatement Map.** Disponível em [http://www.vattenfall.com/www/ccc/ccc/Gemeinsame\\_Inhalte/DOCUMENT/567263vattenfall/P0271636.pdf](http://www.vattenfall.com/www/ccc/ccc/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/567263vattenfall/P0271636.pdf)
- VENOSA, S. S. **Direito Civil: parte geral**, v.1, 6ª ed., São Paulo: Atlas, 2006, p. 304.
- VIOLA, E. **Impasses e Perspectivas da Negociação Climática e Mudanças na Posição Brasileira** (versão preliminar apresentada no Seminário do Cindes, em 27 de novembro de 2009). Cindes, 2010
- Washington, DC: **Forest Trends/World Resources Institute.**, 2000.
- WRI - **World Resources Institute Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0,** 2009
- WORLD BANK. **Estimating Potential Market for Clean Development Mechanism.** Disponível em: <<http://carbonfinance.org.doc>>. Acesso em: junho 2007.
- ZINGGELER, J. **Expenditure of the terrestrial inventory.** In *Swiss National Forest Inventory: Methods and models of the second assessment* (Peter Brassel and Heike Lischke, eds.), pp 88-92. Swiss Federal Research Institute (WSL), Birmensdorf, 2001

