

## FLORESTAS BRASILEIRAS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Sidney Araujo Cordeiro<sup>1</sup>,  
Celso Coelho de Souza<sup>1</sup>,  
Záira M.S.H. Mendoza<sup>2</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo evidenciar possíveis correlações entre as Florestas Brasileiras e as mudanças climáticas globais, tendo como base a literatura existente sobre o assunto. Utilizou-se o método de pesquisa rápida, em que os dados e as informações necessárias para a realização deste estudo foram obtidos em diferentes fontes, como: livros, revistas, teses e material disponível na internet, e em “sites” de renome na área ambiental. As florestas brasileiras e sua manipulação pelo homem interagem com as mudanças climáticas amenizando-as ou agravando-as, além de, ao mesmo tempo, sofrer suas conseqüências. Para minimizar os problemas ocasionados pelas mudanças climáticas o Brasil deveria: conter as queimadas e os desmatamentos na Amazônia, reduzindo suas emissões; intensificar os programas de conservação e uso sustentável e regenerar pelo menos parte das florestas e cerrados perdidos, visando a descarbonização atmosférica. Palavras – chave: florestas, mudanças climáticas, Amazônia, desmatamento, queimadas.

### BRAZILIAN FORESTS AND THE CLIMATIC CHANGES

**SUMMARY** - This work aimed to evidence the possible correlations between the Brazilian Forests and the Global Climatic Changes, tends as base the existent literature about this

---

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal – Mestrando em Ciência Florestal/UFV. [celsoenf01@yahoo.com.br](mailto:celsoenf01@yahoo.com.br),  
[sidneyufv@yahoo.com.br](mailto:sidneyufv@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Engenheira Florestal – Doutoranda em Ciência Florestal/UFV. [zaíra@ufmt.br](mailto:zaíra@ufmt.br)

subject. It was used the method of fast research: the data and the necessary information for the accomplishment of this study they were obtained in different sources, as: books, magazines, theses and available material in the internet, in “fame sites” in the environmental area. The Brazilian forests interact with the climatic changes softening or worsening them, besides, at the same time suffering your consequences. To minimize the problems caused by the climatic changes, Brazil it would owe: to contain the burned ones and the deforestations in the Amazonian, reducing your emissions; to intensify the conservation programs and maintainable use and to regenerate at least it leaves of the forests and lost savannahs, seeking the atmospheric descarbonização.

Key words : forests, climatic changes, Amazon Forest, deforestation, burnings.

## **1. INTRODUÇÃO**

O mundo está passando por mudanças drásticas que afetam diretamente a humanidade, em sua maneira de produzir, consumir e interagir com a natureza. Nos últimos 150 anos a temperatura do Planeta aumentou em  $0,75^{\circ}\text{C}$  (pesquisas sugerem que deverá aumentar mais 2 ou  $3^{\circ}\text{C}$  até o fim deste século), o oceano se elevou de 10 a 20 cm e sua temperatura aumentou em  $0,36^{\circ}\text{C}$  até 300m de profundidade; a espessura da cobertura de gelo do Ártico diminuiu em 40% e as geleiras terrestres vêm se retraindo de forma contínua (FBDS, 2006).

Indiscutivelmente, o clima do planeta Terra oscilou significativamente nos últimos 65 milhões de anos. Estas flutuações incluem processos lentos (numa escala de 10<sup>5</sup> a 10<sup>7</sup> anos) de aquecimento ou de resfriamento impulsionados pela tectônica de placas, processos graduais, quase cíclicos, derivados de alterações orbitais (numa escala de 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup> anos), em alguns raros casos alterações abruptas com transições na escala de 10<sup>3</sup> anos. Este padrão de flutuações alterou-se, significativamente, desde a revolução industrial do século XIX, quando a Terra entrou em um processo de aquecimento em função do crescente acúmulo de gases, especialmente CO<sub>2</sub>, na atmosfera do planeta (FBDS, 2006).

Segundo a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC), mudanças climáticas são as alterações do clima, atribuídas direta ou

indiretamente às atividades antropogênicas, as quais alteram a composição da atmosfera global e que são adicionais às variações climáticas naturais. Estas mudanças são observadas e comparadas por períodos de tempo (Carbono Brasil, 2006).

Desde 1979, quando ocorreu a primeira Conferência Internacional sobre o Clima, pesquisas em todos os pontos do planeta confirmam que a Terra está em um processo de aquecimento. Este processo, que vem sendo monitorado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) desde 1988, está provocando mudanças climáticas em uma velocidade sem precedentes (Comciência, 2006).

A vegetação é intimamente dependente do clima. As Mudanças climáticas, principalmente no que se refere à alteração do balanço hídrico de regiões, ou ainda, à variação de temperatura fora dos padrões normais, podem causar grandes modificações não só nos limites dos biomas, mas também na distribuição e sobrevivência de espécies dentro destes.

O clima também é influenciado pela vegetação (principalmente as formações florestais), uma vez que esta é capaz de: contribuir para a precipitação em uma região; atuar na descarbonização atmosférica, realizando a mitigação do efeito estufa; e ainda oferecer diferentes micro-climas para manutenção da biodiversidade de fauna, flora e microrganismos.

O Brasil atualmente possui uma das maiores áreas florestais do mundo, aproximadamente 27,5% da cobertura florestal do planeta. Territorialmente está dividido em 500 milhões de hectares de florestas nativas e 6 milhões de hectares de florestas plantadas (NOBRE, 2001).

As florestas tropicais, são responsáveis por cerca de 40% da capacidade de assimilação de carbono no ambiente terrestre (NOBRE & NOBRE, 2002).

Nesse contexto, é importante se evidenciar as transformações que as mudanças climáticas globais podem causar nas florestas (no presente caso, focando-se as florestas brasileiras), assim como, as formas através das quais, estas podem contribuir para a minimização ou agravamento dos sintomas de tais mudanças climáticas.

O objetivo deste trabalho é evidenciar possíveis correlações entre as Florestas Brasileiras e as mudanças climáticas globais, tendo como base a literatura existente sobre o assunto.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Método de pesquisa rápida**

A literatura sobre estudos da relação entre as florestas brasileiras e as mudanças climáticas, mostra que diversos métodos de busca de informações e análise têm sido empregados, isoladamente ou de forma combinada. Entretanto, a diversidade de objetivos desses estudos e a multiplicidade de questões relacionadas com recursos físicos, financeiros e humanos, disponíveis para os estudos, impedem uma recomendação universal de opção metodológica para a busca de informações. Em geral, métodos mais precisos de coleta de informações são mais caros e demorados (IEL/CNA/SEBRAE, 2000).

Assim, segundo essas instituições, os objetivos do estudo, sua abrangência e a limitação do período de execução, torna-se recomendável a adoção do enfoque metodológico denominado “pesquisa rápida”.

Para o levantamento de informações necessárias ao estudo da relação entre as florestas brasileiras e as mudanças climáticas, foram utilizados métodos de pesquisa rápida. A exemplo de IEL/CNA/SEBRAE (2000) e Silva (2001), o método empírico baseou-se na utilização desse enfoque metodológico de busca de informações, associado ao uso intensivo de informações de fontes secundárias.

Os dados e as informações necessárias para a realização deste estudo foram obtidos em diferentes fontes, como: livros, revistas, teses e material disponível na internet, em “sites” de renome na área ambiental. Cada um dos autores pesquisou sobre determinado assunto dentro do tema central, e, posteriormente, efetivaram-se reuniões onde os conhecimentos adquiridos separadamente foram compartilhados pelos mesmos. Após intensas discussões, o trabalho foi sendo aprimorado através das diversificadas opiniões dos autores. Finalmente, foi escrito sob a forma de artigo.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Mudanças climáticas globais**

As longas séries temporais reconstruídas a partir de dados geológicos indicam que variações climáticas intensas já ocorreram no passado. Essas mudanças ocorreram, em sua grande parte, na ausência dos seres humanos, podendo ser chamadas de mudanças climáticas naturais. A compreensão das mudanças naturais é um desafio e um problema importante que auxilia a previsão das mudanças climáticas naturais e daquelas provocadas pela ação do homem. Se o conjunto formado pela atmosfera, oceano e superfície da Terra é definido como sistema climático, as variações da constante solar, as variações na órbita da Terra ao redor do sol e as erupções vulcânicas são consideradas forçantes externas ao sistema que podem alterar o clima (Hartman, 1994).

As mudanças climáticas são normais ao comportamento do planeta Terra e as suas principais causas são geológicas. O mais importante impulso às mudanças climáticas é a deriva dos continentes, especialmente a amalgamação destes em grandes supercontinentes e a sua fragmentação. Isto é causado pela tectônica de placas. Uma área continental grande esfria, porque o efeito aquecedor dos oceanos não alcança as partes internas do supercontinente. Os continentes podem também migrar às regiões polares, quando então as suas condições serão árticas; o movimento das placas tectônicas podem também mudar o sentido de correntes marinhas e atmosféricas. A colisão de continentes gera novas cordilheiras, o que pode impedir o acesso de correntes atmosféricas quentes de uma região à outra e as áreas montanhosas podem gerar geleiras alpinas, tendo estas um efeito de resfriador da atmosfera (Eerola, 2003).

Os dados de medições meteorológicas de temperaturas existentes cobrem um período de apenas aproximadamente cem anos, ou seja, parte do período industrial. Porém, cem anos é um período completamente desprezível do ponto de vista geológico. O planeta vive atualmente em um período posterior à glaciação que terminou somente há 10.000 anos atrás. Caminha rumo à uma nova glaciação que ocorrerá daqui a 23.000 anos. Portanto, presencia-se hoje, um período inter-glacial, quando as temperaturas podem oscilar ciclicamente entre mais altas e mais baixas. Esta alternância é completamente natural. Porém, levando-se em conta estas medições, existem dois fatos sobre a mudança climática: a temperatura média e o teor de dióxido de carbono estão em ascensão mundialmente. Isto é

apontado também pelos anéis de crescimento das árvores, isótopos de oxigênio das geleiras e o recuo de geleiras alpinas (Veríssimo, 2003).

De fato, os teores pré-industriais de dióxido de carbono, medidos de geleiras continentais são 280 000 ppbv. O nível atual é de 366 000 ppbv, ou seja, o teor de dióxido de carbono sofreu um aumento nunca antes visto, demonstrando que algo de muito incomum está acontecendo atualmente (Skinner & Porter 2000). Teores tão altos não são conhecidos da história recente da Terra. Mesmo assim, existem evidências de que estes teores em ascensão não são devidos apenas à atividade antrópica. Existe uma correlação forte com algumas outras fontes de dióxido de carbono e o aumento de temperaturas globais, como os oceanos e atividade vulcânica, por exemplo. De qualquer modo, ao que parece, o homem está contribuindo à ascensão natural de dióxido de carbono. Isto é causado pela indústria, desmatamento e desertificação. A ação do homem aumenta também a quantidade de outros gases de efeito estufa na atmosfera. Estes gases são ainda mais eficazes no aquecimento global do que o dióxido de carbono: o CFC é produzido somente pelo homem, o cultivo de arroz e criação de gado aumentam o teor de metano e tráfego de automóveis aumenta o teor de ozônio. Óxidos de nitrogênio são produzidos pela utilização de fertilizantes e fabricação de nylon (Eerola, 2003).

O efeito estufa que aquece a superfície da Terra é consequência da absorção eficiente de radiação infravermelha por constituintes atmosféricos. A intensificação do efeito estufa provoca o aquecimento da superfície da Terra. Quando os efeitos de *feed back* internos ao sistema climático são levados em conta, torna-se claro que as atividades humanas estão conduzindo uma mudança climática global que pode produzir variações muito intensas na temperatura da superfície da Terra, que durariam por milhões de anos (Hartman, 1994).

O aquecimento global, provocado pela emissão de gases de efeito-estufa é um dos maiores paradigmas científicos da atualidade. Nos países industrializados o debate em torno da questão e as suas possíveis consequências é intenso. Infelizmente o debate tem sido caracterizado por uma forte carga ideológica. Simplificando, ocorre uma bipolarização em duas frentes antagônicas. Os da esquerda consideram que o possível efeito estufa é, sem dúvida, causado pela atividade industrial, fornecendo a estes uma ferramenta no combate ao

capitalismo e globalização. Baseado nisto, estes exigem restrições às emissões de gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano, CFC, etc.) e, conseqüentemente, restrições às atividades industriais. Porém, este ponto de vista é também defendido pelos ONGs, Painel Inter-Governamental de Mudança Climática (IPCC) e a maioria dos governos. Por sua vez, a direita ignora o problema e defende o direito de continuar com as atividades industriais e suas emissões, de acordo com os seus próprios interesses e a mentalidade “*laissez-faire*”. O governo dos EUA está na frente deste linha, juntamente com a indústria de produção de combustíveis fósseis, que querem garantir a obtenção e consumo de energia barata a qualquer meio e custo, até militarmente (Vogt, 2002).

Comparadas de modo separado, as atividades humanas podem ser considerados como desprezíveis dentro de uma perspectiva global e de tempo geológico, mas a ação conjunta destas, juntamente com outros agentes atmosféricos, podem ser significantes (Merritts *et al.*, 1997). Os processos geológicos são lentos, ao serem comparados com a influência do homem. Apesar de a influência humana ocorrer dentro de um período de tempo geológico relativamente curto, o seu efeito acumulado e “repentino” pode ser mais forte do que o de agentes naturais, mais lentos (Skinner & Porter 2000).

Diante das incertezas apresentadas, não sabemos ao certo se o aquecimento global é provocado pelo homem, ou se estamos vivendo em um período de aumento de temperatura natural de um período interglacial. Estas incertezas podem ser, por si só, consideradas como ameaças por décadas (Eerola, 2003). Ao se iniciar, uma mudança climática é difícil de ser impedida ou interrompida. A transição a um período de efeito-estufa pode ocorrer de repente e não aos poucos. As conseqüências disto ao homem e ao meio ambiente podem ser catastróficas (Salati, 2002).

É um grande desafio da climatologia global prever as mudanças climáticas com detalhe adequado e antecedência suficiente para permitir à humanidade ajustar seu comportamento e evitar as piores conseqüências de tais mudanças. Globalmente, tem-se definido as características das mudanças climáticas observadas e apontado suas possíveis conseqüências e impactos sociais. Cada região do globo apresenta mudanças distintas, com variações no volume e distribuição espacial da precipitação, aumento da temperatura,

elevação do nível do mar e demais efeitos causados pelas mudanças climáticas (Bbc Brasil, 2006).

### **3.2. O desmatamento e as queimadas como agravantes das mudanças climáticas**

O desmatamento tem impactos ambientais severos, inclusive perda de biodiversidade (Myers, 1992), exposição do solo à erosão (Barbosa & Fearnside, 2000, citado por Fearnside, 2003), perda das funções da floresta na ciclagem da água (Lean *et al.*, 1996) e no armazenamento de carbono (Fearnside, 2000).

A principal causa de incêndios na floresta tropical é a ação desordenada provocada pelo homem que, ao promover o desmatamento e utilizar o fogo de maneira desordenada, cria condições favoráveis para ocorrência de grandes incêndios (Minas On Line, 2006).

Em 1500, a Floresta Atlântica ocupava 15% do território nacional. Hoje essa área se resume a cerca de 1%. Entre 1990 a 1995, a floresta sofreu uma devastação de cerca de 500 mil hectares. Isso equivale a 390 campos de futebol por dia ou 1 campo de futebol a cada 4 minutos.

O Rio de Janeiro foi o estado que mais destruiu a floresta nos últimos anos: foram devastados cerca de 13,3% dos seus remanescentes e São Paulo é o estado que tem a maior quantidade de remanescentes da floresta: aproximadamente 1 milhão e 700 mil hectares (Volpi, 2002).

Cerca de 62% do solo da Amazônia são de baixo ou nulo potencial agrícola. Em apenas 20 anos foram destruídos 13,5% da floresta amazônica. Essa área corresponde à soma dos estados da Bahia e Pernambuco. Cada árvore derrubada na Amazônia significa a queda de outras 18, que se apóiam nela (Nobre, 2001).

As negociações internacionais sobre mudanças climáticas têm se dado no âmbito da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas das Nações Unidas e do Protocolo de Quioto, os principais instrumentos existentes para promover a mitigação das mudanças climáticas e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, em particular o dióxido de carbono. Entretanto, o texto do referido Protocolo não contém qualquer mecanismo específico que contemple as emissões de carbono por uso do solo, o que está relacionada às emissões resultantes do desmatamento e fogo (incêndios florestais) em áreas de floresta tropical, o que, por sua vez, representa aproximadamente 20% das emissões globais. Neste

contexto, a Amazônia assume um papel importante nos esforços para redução de emissões de gases de efeito estufa (IPAM, 2006).

As florestas da Amazônia contêm quantidade de carbono equivalente a mais de uma década de emissões globais, e pequenas mudanças no seu metabolismo, seja através do aquecimento ou seca severa, podem contribuir para inviabilizar as metas de redução de gases estufa consubstanciadas nos instrumentos do Protocolo de Quioto. Quando o desmatamento ou fogo afetam a floresta, uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> é liberado para a atmosfera. Atualmente, as florestas da Amazônia brasileira têm sido desmatadas a uma taxa anual de 2 milhões de hectares, liberando cerca de 200 milhões de toneladas de carbono (TC) para a atmosfera (2-3 % das emissões globais), muito mais do que as emissões brasileiras por queima de combustíveis fósseis (95 milhões TC / ano) (IPAM, 2006).

O desmatamento é a atividade humana que afeta diretamente as maiores áreas na parte florestada da Amazônia brasileira. Dados do satélite LANDSAT, interpretados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), indicam que a área desflorestada até 2000 totalizou  $583,3 \times 10^3 \text{ km}^2$ , incluindo aproximadamente  $100 \times 10^3 \text{ km}^2$  de desmatamento “antigo” (pré - 1970) no Pará e Maranhão. A área desmatada é maior que a França. Já que a área originalmente florestada na Amazônia brasileira era do tamanho da Europa Ocidental, a “França” já desmatada dentro dessa “Europa” ilustra a sua dimensão relativa. A área desmatada representa 14,6% dos  $4 \times 10^6 \text{ km}^2$  originalmente florestados, entre os  $5 \times 10^6 \text{ km}^2$  da Amazônia Legal. Pelo menos 80% das áreas desmatadas estão agora sob pastagens ou sob floresta secundária em pastagens que já foram degradadas e abandonadas (Fearnside, 1996, citado por Fearnside, 2003).

Incêndios florestais representam uma fonte de emissões de gases do efeito estufa. No “Grande Incêndio de Roraima” durante o evento El Niño de 1997-1998, queimaram 11.394 – 13.928 km<sup>2</sup> de florestas primárias (intactas, em pé) (Barbosa & Fearnside, 1999, citado por Fearnside, 2003). O total de carbono equivalente a CO<sub>2</sub> emitido por combustão, quando considerado o potencial de aquecimento global de cada gás em um horizonte de tempo de 100 anos (Schimel et al., 1996), foi de 17,9 – 18,3 x 10<sup>6</sup> t, das quais 67% eram de florestas primárias impactadas pelo fogo, correspondendo a 12,0 – 12,3 x 10<sup>6</sup> t de carbono equivalente a CO<sub>2</sub> (Barbosa & Fearnside, 1999, citado por Fearnside, 2003).

É esperado que o efeito estufa resulte em um aumento de temperatura de 1 – 6 °C na região amazônica (Carter & Hulme, 2000, citado por Fearnside, 2003). Mudanças de precipitação modeladas variam muito entre modelos de circulação global (GCMs) e entre cenários de emissões (Giorgi et al., 2001 citado por Fearnside, 2003). A diminuição da precipitação foi prevista pela maioria dos modelos. Algumas das combinações resultariam em aumento das chuvas (Carter & Hulme, 2000, citado por Fearnside, 2003). Temperatura mais alta aumenta as exigências das plantas por água, portanto aumentando o estresse hídrico resultante da perda de precipitação. Mudanças climáticas afetadas pelo desmatamento incluem a diminuição de chuvas devido à diminuição da reciclagem de água, sobretudo na época seca. A água reciclada pela floresta amazônica também faz uma contribuição substancial às chuvas no centro-sul do País nos meses de dezembro e janeiro, que é a época crítica para recarga das represas hidrelétricas naquela região. A perda de chuva devido à redução da evapotranspiração seria adicional às reduções de precipitação devido ao efeito estufa. Embora menos certo do que as mudanças nos valores médios de temperatura e chuva, a variância destes parâmetros pode aumentar também devido a eventos extremos mais frequentes, tais como El Niño. Isto aumentaria o estresse na vegetação e o perigo de acontecer grandes incêndios na floresta em pé (Fearnside, 2003).

Além da região centro sul do País, a floresta amazônica presta um grande serviço ecológico para a região sudeste através do fornecimento de água. A manutenção do ciclo hidrológico da Amazônia é considerada crítica pela comunidade científica mundial e nacional, pois a Amazônia tem uma enorme importância no clima mundial, especialmente conforme avançam as mudanças climáticas causadas pela ação humana. A estiagem amazônica, que ocorreu em 2005 e secou os rios da Amazônia Central em níveis raramente vistos, chamou a atenção da população brasileira. Alguns cientistas acreditam que esse tipo de estiagem tornar-se-á mais comum conforme avançam as mudanças climáticas durante o século XXI. Além das estiagens, as previsões sobre o desmatamento da Amazônia sugerem que o futuro da floresta será "cinzento", especialmente se não houver mudanças nas políticas públicas. Caso essa previsão se concretize, a população da maior cidade brasileira vai sentir sede. A razão é que entre 25 e 50% das chuvas que caem no Sudeste do Brasil são

oriundas da Amazônia, o que é sempre visível nos mapas climáticos usados nos telejornais durante o verão (Clement & Higuchi, 2006).

O desmatamento tropical mundial libera quase 30% da emissão antropogênica líquida total de gases do efeito estufa. Embora nenhum plano para controlar o efeito estufa possa ter êxito sem alcançar uma redução dos outros 70% das emissões globais, especialmente as da queima dos combustíveis fósseis, também é verdade que a contribuição do desmatamento tropical é significativa e não deveria ser omitida dos planos de mitigação (Fearnside, 2003).

O uso da terra e mudança do uso da terra na Amazônia brasileira no período de 1981 – 1990 contribuiu com 6,6% do total mundial de emissão líquida comprometida de gases causadores do efeito estufa, incluindo combustíveis fósseis e mudanças do uso da terra. As emissões comprometidas líquidas em 1990 eram equivalentes a  $267 - 278 \times 10^6$  t de carbono equivalente a carbono de CO<sub>2</sub> (Fearnside, 2000a). Gases são liberados pelo desmatamento através da queima e decomposição da biomassa, pelos solos, pela exploração madeireira, pelas hidrelétricas, pelo gado e pelas queimadas recorrentes de pastagens e capoeiras. Incêndios florestais também emitem gases, mas não estão incluídos nos cálculos. A perda de um possível sumidouro de carbono no crescimento da floresta também não está incluída. Em 2002, considerando a estimativa oficial preliminar da taxa de desmatamento de 25,5 mil km<sup>2</sup>/ano e valores medianos para gases-traço, as emissões líquidas comprometidas (já descontado o recrescimento e capoeiras) totalizaram 450 milhões de toneladas de carbono—uma quantidade astronômica (Fearnside, 2003).

Os gases-traço das emissões, tais como metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), não entram na fotossíntese. Portanto, quando estes gases são liberados pelas queimadas, eles se acumulam na atmosfera mesmo quando a biomassa se recupera totalmente (Fearnside, 2003).

Os efeitos das mudanças climáticas podem também alterar o status atual da Floresta Amazônica de redutor de carbono para fonte emissora do gás de efeito estufa em patamares perigosos. O desmatamento e os incêndios florestais são já responsáveis por quase 80% das emissões brasileiras dos gases causadores do efeito estufa. Isso torna o país o quarto maior emissor de carbono do mundo (WWF, 2006).

Obviamente, o desmatamento tropical não é o principal fator do aquecimento global e os esforços para reduzir emissões deveriam vir primeiramente dos países desenvolvidos. Entretanto, o desmatamento tropical contribui de forma significativa para o aquecimento global e, portanto, deveria receber um tratamento especial pela comunidade internacional, inclusive no processo de elaboração e implementação do Protocolo de Quioto. Faz-se necessário reconhecer que a floresta em pé não é parte do problema, mas parte da solução para se manter o clima do planeta estável. Neste sentido, a região Amazônica possui um enorme potencial para se desenvolver economicamente, baseado no uso sustentável de suas florestas, na intensificação da agricultura em algumas áreas, e recuperação de áreas degradadas.

Desde o início das discussões sobre as mudanças climáticas, em diferentes fóruns mundiais, o uso da terra e das florestas como mecanismo para mitigar as mudanças climáticas devido ao efeito-estufa sempre foi considerado. No entanto, por causa de incertezas científicas sobre as emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes das atividades de desmatamento e sobre as taxas de desmatamento em todo o mundo, esse assunto gera, ainda, muita polêmica. Somente a partir do estabelecimento dos mecanismos de flexibilização no Protocolo de Quioto, em 1997, na Convenção das Partes - 3 (COP-3), o foco da discussão migrou para o seqüestro de carbono pelas florestas, como uma das alternativas de compensação das emissões dos países industrializados (YU, 2002).

Tendo em vista esse foco, o Brasil poderá assumir uma posição privilegiada em relação aos países que buscam reverter o processo de mudança climática global, tanto do ponto de vista das reduções de emissões (evitando queimadas) quanto do seqüestro de carbono (através de reflorestamentos), uma vez que poucos países possuem condições climáticas e tecnológicas apropriadas para a produção florestal como o Brasil (ROCHA, 2002).

### **3.3. Mudanças climáticas e a manutenção da biodiversidade das florestas**

O Brasil é um dos cinco “países de megadiversidade” no mundo reconhecido pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF) (Mittermeier, 1988). De acordo com a Avaliação dos Recursos Florestais da Organização para Alimentos e Agricultura das Nações Unidas (FAO, 1993, citado por Fearnside, 2003), o Brasil possui 41% de todas as florestas

restantes classificadas como “floresta pluvial tropical”. Calcula-se que o Brasil possui 55.000 espécies de plantas angiospermas, mais do que qualquer outro país (McNeely *et al.*, 1990, citado por Fearnside, 2003). Possui 524 espécies de mamíferos (da Fonseca *et al.*, 1996, citado por Fearnside, 2003), que o coloca como terceiro no mundo. São 1679 as espécies de aves brasileiras (Stotz *et al.*, 1996), um número só excedido pela Colômbia e Peru, enquanto que as 516 espécies de anfíbios presentes no território Nacional é a maior quantia do mundo em um único país (McNeely *et al.*, 1990, citado por Fearnside, 2003). Similarmente, as borboletas e répteis colocam o País em 4º lugar com 467 e 74 espécies, respectivamente. Além disso, invertebrados compõe, sem dúvida, a maior parte da biodiversidade total (Fearnside, 2003).

As formações florestais do Brasil podem ser divididas em dois grupos básicos - as formações atlânticas e as formações amazônicas. As atlânticas, ao longo do tempo geológico, deram origem a Mata Atlântica *sensu lato*. As evidências acumuladas nos últimos anos permitem aceitarmos, hoje, que a Mata Atlântica *sensu lato* é constituída por um conjunto de formações vegetais arbóreas - como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta Estacional Decidual e os Manguezais - e não arbóreas como a vegetação de Duna e de Campos de Altitude (Oliveira Filho & Fontes 2000).

Qualquer que seja o grupo taxonômico considerado, a estimativa do número de espécies na Mata Atlântica está entre os maiores do planeta. Aproximadamente, possui 250 espécies de mamíferos; 1.023 de aves; 197 de répteis; 340 de anfíbios; 350 de peixes e 20.000 de plantas vasculares. Não é possível a determinação do número de espécies de invertebrados e microrganismos que ocorrem no Bioma. Estima-se que pelo menos 40% das espécies de Mata Atlântica são endêmicas, isto é, ali ocorrem exclusivamente. Estas três características - 93% da área originalmente ocupada já ter sido devastada; a riqueza de espécies; e o alto grau de endemismos - caracterizam a Mata Atlântica como um *hotspots* (Miers *et al.*, 2000).

Além de representarem apenas 7% da área originalmente ocupada, os remanescentes de Mata Atlântica encontram-se altamente fragmentados e sob uma forte pressão antrópica, pois 120 milhões de brasileiros vivem na região. Considerando o conjunto de Unidades de

Conservação federais, estaduais e municipais hoje existentes, apenas 1% das áreas que ainda conservam a vegetação nativa está protegido.

Diversos autores (Salis *et al*, 1995, por exemplo) têm demonstrado que a distribuição de espécies arbóreas de Mata Atlântica está diretamente correlacionada com características climáticas, especialmente a temperatura e a precipitação. No estado de São Paulo, por exemplo, nas áreas mais elevadas e, conseqüentemente, mais frias como Atibaia e Japi, a família Myrtaceae substitui a família Leguminosae em termos de importância. A mudança na composição florística dessas matas resulta em uma significativa alteração estrutural, as árvores são mais baixas e com caules, geralmente, de um diâmetro menor.

A bacia amazônica contém uma gama variada de ecossistemas e grande riqueza em termos de diversidade biológica e étnica. Inclui a maior extensão de floresta tropical da Terra, mais de 5 milhões de km<sup>2</sup> e responde por aproximadamente um quarto das espécies animais e vegetais do planeta. Hoje, apenas algumas espécies são usadas pelo homem. A região tem recursos hídricos abundantes. A precipitação atmosférica anual é de 2,3 m, em média, e a descarga média do rio Amazonas no oceano Atlântico é de cerca de 220.000 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 18% da descarga total de água fresca nos oceanos do mundo. A região armazena mais de cem gigatoneladas de carbono em vegetação e solos. Mas, durante os últimos 30 anos, o desenvolvimento rápido levou ao desflorestamento de mais de 550 mil km<sup>2</sup> só no Brasil (Ministério de Ciência e Tecnologia, 2002).

Os ecossistemas naturais não apresentam grande capacidade de adaptação à magnitude das mudanças climáticas. Se estas ocorrerem em um curto intervalo de tempo, os biomas brasileiros sofrerão alterações irreversíveis (IPAM, 2006).

As mudanças climáticas se apresentam como uma nova e considerável ameaça para a floresta Amazônica e sua biodiversidade. Esses ecossistemas possuem uma grande proporção da biodiversidade mundial: 12% de todas as plantas conhecidas são encontradas na região. Portanto, ameaças a ela representam ameaças à biodiversidade como um todo. O mundo precisa urgentemente avaliar os riscos e as vulnerabilidades da biodiversidade perante as mudanças climáticas e integrá-las nos seus esforços de conservação. Sem medidas efetivas, o aquecimento global e o desmatamento, segundo pesquisa do Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), poderiam converter entre 30% e 60% da floresta Amazônica em Cerrado até 2050 (WWF, 2006).

Somando-se o aquecimento global às mudanças no uso do solo, é quase certo que em um futuro breve, acontecerão rearranjos importantes nos ecossistemas e até mesmo na redistribuição dos biomas brasileiros. O número de estudos sobre a resposta de espécies da flora e da fauna amazônica e do cerrado às mudanças climáticas é ainda pequeno, mas estes indicam que para um aumento de 2° a 3°C na temperatura média, até 25% das árvores do cerrado e 40% das árvores da Amazônia poderiam desaparecer (IPAM, 2006).

Resultados catastróficos sobre a sobrevivência da floresta amazônica frente mudanças climáticas previstas sem mitigação, de acordo com simulações do Centro Hadley, do Reino Unido, indicam que o nível de estabilização deve ser abaixo de 550 ppmv de CO<sub>2</sub> para evitar mortalidade maciço de árvores no século XXI. (Fearnside, 2003).

Mudanças climáticas afetam portanto não só o limite de biomas, mas também a distribuição de espécies dentro destes. As flutuações climáticas do Quaternário levaram a retração e expansão dos principais biomas brasileiros. Nos períodos mais frios e secos, que tiveram seu último pico a 18.000 anos atrás, a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica ficaram restritas às áreas hoje conhecidas como refúgios (Brown Jr & Ab'Saber, 1979), enquanto que os Cerrados e a Caatinga se expandiram cobrindo boa parte do território nacional.

A presença de espécies tipicamente amazônicas nas formações atlânticas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo, por um lado, e a presença de espécies típicas da bacia dos rios Paraná e Uruguai, nas formações atlânticas da região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) e no sul do Estado de São Paulo, por outro, sugerem que a Mata Atlântica passou por processos de expansão e retração em função, principalmente de variações climáticas" (Joly et al, 1990). Recentemente, Forni-Martins & Martins (2000) apresentaram evidências citológicas sugerindo conexões entre a vegetação arbórea da Mata Atlântica e a dos Cerrados. As mudanças climáticas podem afetar o comportamento das plantas. É, portanto, esperado que a época de ocorrência de processos fenológicos mude na dependência das mudanças no clima. Como consequência, tem sido reconhecido, cada vez mais, que dados fenológicos proporcionam uma indicação integrada da sensibilidade dos

sistemas naturais às mudanças climáticas e que esses dados têm um valor destacado para acessar impacto climático. O acompanhamento fenológico é, deste modo, um componente essencial dos programas de monitoramento de mudanças climáticas globais. O seu valor como indicador aumenta ainda mais porque mudanças em processos fenológicos têm amplas consequências para biodiversidade, interações bióticas, agricultura e ciências florestais, entre outras. Ademais, mudanças em processos fenológicos como floração e mudança foliar são fáceis de comunicar ao público em geral e, desta forma, podem ajudar na informação do público a respeito de mudanças climáticas.

É preciso desenvolver sistemas de monitoramento com espécies de diversos grupos taxonômicos (plantas, animais & microrganismos) para ajudar a detectar mudanças em padrões e determinar a capacidade de dispersão e/ou migração de espécies em uma paisagem já altamente fragmentada. Estas informações são de fundamental importância para determinarmos políticas que assegurem a conservação e o uso sustentável da biodiversidade tanto imediatamente como no futuro, quando o clima for mais quente e seco. Paralelamente, é preciso gerar uma base de dados climáticos locais que possibilitem o aperfeiçoamento dos modelos de mudanças climáticas em uma escala regional, pois os modelos hoje existentes são extrapolações grosseiras de estimativas globais que não possuem o detalhamento necessário para uma análise mais refinada (Comciência, 2006).

#### **4. CONCLUSÕES**

- ✓ As florestas brasileiras interagem com as mudanças climáticas amenizando ou agravando-as, além de, ao mesmo tempo sofrer suas consequências.
- ✓ A incerteza ainda é grande quanto às verdadeiras causas (antrópicas ou geológicas) das mudanças climáticas globais. O mais provável é que haja a combinação dessas.
- ✓ Para minimizar os problemas ocasionados pelas mudanças climáticas o Brasil deveria:
  - Conter as queimadas e os desmatamentos na Amazônia, reduzindo suas emissões;
  - intensificar os programas de conservação e uso sustentável e

- regenerar pelo menos parte das florestas e cerrados perdidos, visando a descarbonização atmosférica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BBC BRASIL. **Aumenta risco de desastres naturais na AL**. Disponível em: <<http://www.clima.org.br/index.cfm?fuseaction=noticia&IDnoticia=23240>>. Acesso em: 29 ago. 2006.

BROWN JR, K.S.; AB' SABER, A. N. Ice-age forest refuges and evolution in the neotropics: correlation of paleoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism. **Paleoclimas**, 1979. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

CARBONO BRASIL. **Convenção quadro sobre mudanças climáticas – UNFCCC**. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com/textos.asp?Id=98&idioma=1>> . Acesso em: 20 nov. 2006.

CLEMENT, C.R.; HIGUCHI, N. A floresta Amazônica e o futuro do Brasil. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 58, n. 3, p. 44-49, jul./sep. 2006.

COMCIÊNCIA. **A Mata Atlântica e o aquecimento global**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2006.

EEROLA, T.T. Mudanças climáticas globais: Passado, presente e futuro. In: **FÓRUM DE ECOLOGIA**, Florianópolis, 2003, 10 p. Disponível em: <[http://www.helsinki.fi/hum/ibero/xaman/articulos/2004-01/mudancas\\_climaticas-globais.pdf](http://www.helsinki.fi/hum/ibero/xaman/articulos/2004-01/mudancas_climaticas-globais.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2006.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gas emissions from land use change in Brazil's Amazon region. In: LAL, R.; DIMBLE, J. M.; STEWART. (Eds.). **Global Climates Change and Tropical Ecosystems**. Advances in Soil Science. Boca Raton, Flórida, E.U.A.: CRC Press. 2000. p. 231-249.

FEARNSIDE, P. M. **A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais**. Manaus: INPA, 2003. 134 p.

FORNI-MARTINS, E. R.; MARTINS, F. R. Chromosome studies in plants of the Brazilian "cerrado". **Genetics and Molecular Biology**, 2000. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – FBDS. **A Problemática do Desmatamento na Amazônia Legal e seu Papel nas Mudanças Climáticas Globais.** Disponível em:

<[http://www.fbds.org.br/rubrique.php?id\\_rubrique=58](http://www.fbds.org.br/rubrique.php?id_rubrique=58)>. Acesso em: 20 nov. 2006.

HARTMAN, D. **Global Physical Climatology.** San Diego: Academic Press, 1994. 411 p.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM. **Conservação de Floresta e Desenvolvimento Sustentável sob a luz das Mudanças Climáticas Globais.** Disponível em:

<[http://www.ipam.org.br/programas/mudancas/clima/?session\\_id=dd3085d3abd6b96784f61a0a52f209b0](http://www.ipam.org.br/programas/mudancas/clima/?session_id=dd3085d3abd6b96784f61a0a52f209b0)>. Acesso em: 18 nov. 2006.

INSTITUTO EUVALDO LODI-IEL; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA-CNA; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS-SEBRAE. **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil.** Brasília: IEL/CNA/SEBRAE, 2000. 403p.

JOLY, C. A.; AIDAR, M. P. M.; KLINK, C. A.; MCGRATH, D. G.; MOREIRA, A. G.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. C.; OLIVEIRA, A. A.; POTT, A.; RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. **Ciência e Cultura**, 1990. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

LEAN, J.; BUNTON, C. B.; NOBRE, C. A.; ROWNTREE. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L. (Eds.). **Amazonian deforestation and climate.** Wiley, Chichester, Reino Unido, 1996. p. 549-576.

MERRITS, D., DE WET, A. & MENKING, K. **Environmental geology.** An Earth system science approach. New York: W.H. Freeman and Company, 1997. 452 p.

MINAS ON-LINE. **Queimadas.** Disponível em:

<<http://www.bombeiros.mg.gov.br/queimadas.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.** Brasília, 2002, 53 p. (Relatórios de Referência).

MITTERMEIER, R. A. Primate diversity and the tropical forest: Case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: WILSON, E. O. (Ed.). **Biodiversity**. Washington DC, EUA: National Academy Press, 1988. p. 145-154.

MYERS, N. **The primary source**: Tropical Forests and our Future. 2. ed. New York: W.W. Norton. 1992. 416 p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 2000.  
Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

NOBRE, C. Mudanças climáticas globais: Possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias Estratégicas**. n. 12, p. 249-258, set. 2001.

NOBRE, C.A.; NOBRE, A.D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 16, n. 45, p. 34-42. 2002.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in south-eastern Brazil, and the influence of climate. **Biotrópica**, 2000.  
Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

ROCHA, M. T. O aquecimento global e os instrumentos de mercado para a solução do problema. In: SANGUETA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: 2002. p. 1-34.

SALATI, E.; SANTOS, A.A.; NOBRE, C. **As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2006.

SALIS, S.M.; SHEPHERD, G.J.; JOLY, C.A. Floristic comparison between mesophytic forests of the interior of the state of São Paulo, S.E. Brazil. **Vegetatio**, 1995. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

SCHIMMEL, D. Radiative forcing of climate change. In: HOUGHTON, J. T.; MEIRA FILHO, L. G.; CALLANDER, B. A.; HARRIS, N.; KATTENVERG, A.; MASKELL, K. (eds.). **Climate change 1995**: The Science of Climate Change. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1996. 572 p.

SKINNER, B.J. & PORTER, S.C. **The dynamic Earth**. An introduction to physical geology. Fourth edition. New York: John Wiley & Sons, 2000. 112 p.

SILVA, C.A.B. (Coord.). **Diagnóstico da cadeia agroindustrial de frutas selecionadas em Minas Gerais**. Viçosa: UFV/SEBRAE, 2001. 226p. (Relatório Final).

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER, T. A.; MOSKOWITZ, D. K. **Neotropical Birds: Ecology and Conservation**. Chicago, Illinois, EUA: University of Chicago Press, 1996. 481 p.

VERÍSSIMO, M.E.Z. Algumas considerações sobre o aquecimento global e suas repercussões. **Terra Livre**, São Paulo Ano 19, v. 1, n.20, p. 137-143, jan./jul. 2003.  
VOGT, C. **Os ciclos da vida**. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/>>. Acesso em: 27 nov. 2006.

VOLPI, G.; ARMELIN, M. **Desmatamento tropical no contexto dos acordos internacionais do pós-2012 sobre mudanças climáticas**. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2006.

WORLD WIDE FUND OF NATURE (WWF – BRASIL). **Mudanças climáticas**. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/)>. Acesso em: 15 nov. 2006.

YU, C. M. Caracterização e tipologia do projetos de seqüestro de carbono no Brasil. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: 2002. p. 59-87.