



## **Florestas Tropicais, Resiliência e Adaptação: Prognósticos e Ferramentas que Permitam a Análise dos Impactos Ambientais**

*Tropical Forests, Resilience and Adaptation: Prognostics and Tools that Allow the Analysis of Environmental Impacts*

TIBURTINO-SILVA, Lorene<sup>1</sup>; NARCISA-OLIVEIRA, Jeniffer<sup>1</sup>; SILVA, Juliane Gonçalves da<sup>1</sup>; MACHADO, Beatriz dos Santos<sup>1</sup>; MACIEL, Josemar de Campos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Católica Dom Bosco, [lorenetiburtino@yahoo.com.br](mailto:lorenetiburtino@yahoo.com.br), [juliane.esa@gmail.com](mailto:juliane.esa@gmail.com), [beatriz\\_santos1415@hotmail.com](mailto:beatriz_santos1415@hotmail.com), [ra159284@ucdb.br](mailto:ra159284@ucdb.br), [maciel50334@yahoo.com.br](mailto:maciel50334@yahoo.com.br)

**Resumo:** O texto tem por objetivo contribuir no esforço de sistematização de informações sobre a questão da preservação de áreas florestais. Para alcançar o objetivo, foram analisados artigos a partir de uma varredura de cinco bases de dados: Google Acadêmico, Portal De Periódico Capes, Scielo, Science Direct, Scopus- Document Search e Web of Science, orientada por palavras-chave específicas. Dentro da temática de preservação de áreas florestais, optamos por elencar três critérios de discussão: I) Florestas tropicais, resiliência e adaptação, II) prognósticos e ferramentas que permitam a análise dos impactos ambientais e III) alternativas para minimizar o impacto sobre as florestas. A manutenção das florestas e dos ecossistemas é imprescindível para assegurar a vida na Terra. Sendo necessárias elaborar formas estratégicas de manejo e construir para uma adaptação planejada. De forma a manter a diversidade genética, e das comunidades. Essa diversidade, poderá, por exemplo, refrear e mitigar de forma eficiente as emissões globais de carbono. Dentro do conhecimento do manejo florestal, adaptar-se às alterações climáticas (e mitigar os seus efeitos) requer a adoção do "princípio da precaução" e a manutenção das florestas, incluindo a diversidade intraespecífica.

**Palavras-chave:** Conservação Florestal, Vulnerabilidade, Impactos ambientais.

**Abstract:** The purpose of the text is to contribute to the systematization of information on the preservation of forest areas. In order to reach the objective, articles were analyzed from a scan of five databases: Google Academic, Capes Portal, Scielo, Science Direct, Scopus-Document Search and Web of Science, oriented by specific keywords. Within the theme of forest preservation, we chose to list three discussion criteria: I) Tropical forests, resilience and adaptation, II) prognosis and tools that allow the analysis of environmental impacts and III) alternatives to minimize the impact on forests. The maintenance of forests and ecosystems is essential to ensure life on Earth. It is necessary to elaborate strategic forms of management and to build for a planned adaptation. In order to maintain genetic diversity, and communities. Such diversity could, for example, effectively curb and mitigate global carbon emissions. Adapting to climate change (and mitigate its effects) requires the adoption of the "precautionary principle" and the maintenance of forests, including intraspecific diversity, within the knowledge of forest management.

**Keywords:** Forest Conservation, Vulnerability, Environmental Impacts.



## Introdução

O esforço para proteger áreas florestais tem se intensificado em todo o planeta. As florestas desempenham um papel fundamental em vários sentidos. Entre eles, destacam-se a minimização da insegurança alimentar, a redução da pobreza em áreas rurais, mediante a promoção da subsistência das comunidades locais, além de constituírem o principal fator na minimização das alterações climáticas e outros impactos ambientais negativos. Estas informações são praticamente de domínio comum, mas vem sendo objeto de investigação sistemática por parte de vários pesquisadores, aumentando a confiabilidade e o grau de sistematização do que se conhece.

O texto que segue possui caráter exploratório, buscando explicitar, condensar e realizar uma discussão crítica, sobre a conservação em espécies arbóreas florestais, com base nos critérios de prognóstico, ferramentas para mensuração e alternativas para minimizar os impactos ambientais.

## Metodologia

As principais bases digitais utilizadas para busca de artigos científicos foram: Google Acadêmico, Portal De Periódico Capes, Scielo, Science Direct, Scopus- Document Search e Web of Science.

As buscas foram realizadas durante o segundo semestre de 2017. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: vulnerabilidade genética, vulnerabilidade em florestas tropicais, mudanças climáticas, adaptabilidade arbórea, resiliência florestal e variabilidade genética, as buscas foram feitas com os termos em inglês.

Dentro da temática de vulnerabilidade genética florestal, optamos por elencar três critérios de discussão: I) Florestas tropicais, resiliência e adaptação, II) prognósticos e ferramentas que permitam a análise dos impactos ambientais e III) alternativas para minimizar o impacto sobre as florestas.

## Discussões

### *Florestas tropicais, resiliência e adaptação*

O relatório mais recente da FAO (2015), aponta uma melhor conscientização dos governos em relação à legislação de proteção e manejo. No espaço de 25 anos as regiões de florestas pouco diminuíram, de 4.128 milhões de hectares para 3.999 milhões de hectares, o que corresponde a 1%. Atualmente as florestas cobrem



30,6% da superfície do planeta. Ainda nesse relatório destaca-se que as florestas movimentam anualmente cerca de seiscentos milhões de dólares americanos e empregam mais de 50 milhões de pessoas no mundo.

A resiliência das florestas e a estabilidade dos ambientes são necessárias para assegurar o fluxo dos serviços ecossistêmicos as sociedades mundiais (FAO, 2015). Porém, com os alarmantes dados de previsão para mudanças climáticas, e sabendo como essas, podem causar impactos negativos sobre as florestas (FIELD et al., 2014), ainda estamos longe do ideal para conversação dos recursos vegetais.

Adotamos neste artigo a mesma interpretação de áreas florestais da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). São consideradas áreas florestais regiões com mais de 0,5 ha e com árvores maiores que 5 m de altura e uma copa foliar superior a 10% ou árvores que possuem potencial para alcançar esses padrões, excluindo-se terras de uso predominante agrícola ou urbano (FAO, 2015).

A atual distribuição de recursos genéticos florestais na Terra é resultado de uma combinação de processos naturais e ações antrópicas. Destaca-se que cerca de 60% da área florestal no mundo encontra-se somente em sete países (Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Indonésia e República Democrática do Congo), os quais serão afetados em maior ou menor grau pela mudança do clima (KRUG, 2008).

Conforme o planeta entra em uma fase de mudança climática de velocidade e magnitude sem precedentes. As mudanças climáticas vêm constituindo uma preocupação crescente em fóruns sobre o meio ambiente, pois são causadoras de impactos sobre as florestas, em menor ou maior intensidade. A relação entre as ações antrópicas nas florestas (emissões de gases e uso da terra) e as mudanças climáticas é cíclica: uma desencadeia a outra, que reforça a primeira, gerando uma espiral de consequências e impactos ambientais.

Todo sistema vegetal tem capacidade de reagir a determinados impactos ambientais (KRUG, 2008). Um dos fatores que interferem se o sistema vegetal terá maior ou menor flego de resposta, é a diversidade genética (CARVALHO, SILVA e MENDEIROS, 2008). Estudos relatam que ações antrópicas como: desmatamento, desertificação, expansão agrícola, entre outras, tem contribuído para uma perda acelerada dos recursos genéticos das populações vegetais (CARVALHO, SILVA e MENDEIROS, 2008).

Outro fator preocupante para perda da diversidade genética é atribuído à fragmentação florestal, Costa e outros pesquisadores (2003), propondo uma análise das ações e consequências da mesma sobre a reprodução e variabilidade genética, salientam que, com a diminuição das áreas vegetais, tem se tornado comum



encontrar fragmentos florestais, gerando a sensação, em um primeiro momento, de que a comunidade original irá se perpetuar. Porém, em função de seu pequeno tamanho efetivo populacional, as espécies encontram-se vulneráveis, uma vez que vão perdendo sua variabilidade genética ao longo do tempo.

Torna-se crucial analisar, portanto, as condições de vulnerabilidade florestal, em todos os locais, sobretudo, na área dos já citados países detentores de extensas áreas florestais. Segundo Field et al. (2014), uma consequência dos fatores mencionados acima é o aumento exponencial da suscetibilidade das florestas aos impactos negativos. Neste caso, precisa-se de trabalhos que relacionem o estudo da vulnerabilidade de florestas com uma adaptação planejada.

#### *Prognósticos e ferramentas que permitam a análise dos impactos ambientais e áreas florestais*

As florestas ajudam a refrear as alterações climáticas. Esse papel é ainda mais claro quando combinado com ações que incluem reflorestamento, redução do desflorestamento, usos múltiplos florestais e melhoria da biomassa (KRUG, 2008). Devido à comprovada importância de áreas florestais, durante as últimas décadas, é possível observar um esforço da comunidade acadêmica no trabalho de gerar dados sobre as perdas da biodiversidade, assim como abordagens de avaliação que quantifiquem e informem as possíveis adaptações e vulnerabilidade em resposta a essas mudanças.

Por vulnerabilidade e adaptação, adotamos os conceitos do artigo de Krug (2008), por mérito de sua clareza e parcimônia. Ali, vulnerabilidade refere-se ao grau que um sistema se encontra sensível aos impactos ambientais, nesse caso, os oriundos das mudanças climáticas. Enquanto o processo de adaptação começa com uma avaliação das vulnerabilidades, que relaciona os impactos esperados com os fatores, social, ambiental e econômico de um local. Sendo ambos os conceitos, interligados, pois quanto maior a capacidade adaptativa de um sistema, menor sua vulnerabilidade.

Outro mecanismo de interação para responder as mudanças ambientais, citada por Jump et al. (2006), encontra-se na plasticidade fenotípica das espécies vegetais. Os traços fenotípicos de importância adaptativa, como resistência ao frio, a seca, pragas e doenças, mostraram-se mutáveis entre diferentes locais geográficos. E são alcançados por meio das mudanças de frequência genômica entre gerações. Assim muitas árvores tem alta variabilidade genética de traços adaptativos e, portanto, podem crescer em uma certa variada gama de condições (GUTSCHICK E BASSIRIRAD, 2003).

Muitos estudos de prognósticos para vulnerabilidade florestal fundamentam-se em dados do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change ou Painel



Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), como será ilustrado no decorrer do texto. O painel intergovernamental, é um desdobramento da ONU e da Organização Meteorológica Mundial, criado em 1988. Com o objetivo de fornecer aos tomadores de decisões (formuladores políticos), é oferecida uma síntese das principais pesquisas sobre as mudanças climáticas globais, seus impactos e riscos futuros, opções para adaptação e mitigação. O último relatório foi lançado em 2014 e contou com o apoio de 309 cientistas, representando um total de 70 países (ABC, 2016).

Uma pesquisa em Bornéu (SCRIVEN, 2015), feita por cientistas da universidade de York - UK, descreve uma projeção de como os fragmentos florestais pode reagir às mudanças climáticas, apontadas pelo relatório IPCC de 2013. A pesquisa destacou que a tarefa de conservar a biodiversidade das florestas não será atingida apenas com as áreas de conservação legais.

Os pesquisadores observam, ainda, que a região florestal está em situação de vulnerabilidade, mesmo quando se usam apenas dados menos alarmantes do relatório. Esse estado de coisas se deve à pouca conectividade entre os fragmentos, além de se tratar de uma região pobre em dispersores. Os autores sugerem medidas de manejo florestal para que se alcance uma adaptação planejada. Para tanto, são necessárias ferramentas que informem possíveis ações (SCRIVEN, 2015).

Um exemplo encontrado é a ferramenta chamada “Ecosystem vulnerability assessment approach” (EVAA). Ela foi elaborada e aplicada em oito regiões no leste dos Estados Unidos (Midwestern), com o objetivo de informar eventuais ações de adaptação das comunidades florestais em resposta às mudanças climáticas. O teste consistiu em determinar o potencial de vulnerabilidade dos ecossistemas florestais às mudanças climáticas. Para isso foi usada uma combinação de modelos quantitativos e qualitativos, com o auxílio de peritos locais.

Os autores observaram que a vulnerabilidade de cada tipo de floresta à mudança climática varia de acordo com a região devido às diferenças regionais e à forma como a comunidade florestal reage às pressões ambientais. Nesse caso, então, o diagnóstico por EVAA apresentou-se como um primeiro passo para o manejo florestal, objetivando minimizar os danos sofridos pela comunidade florestal devido a mudanças climáticas (BRANDT et al, 2016).

Outra ferramenta que pode ser considerada, na mesma linha, é descrita por Licuanan et al. (2015), especialmente para comunidades florestais de ilhas. Os autores criaram um sistema de ‘scores’, que podem ser lidos por não especialistas, o que pode ajudar na tomada de decisões para o manejo. Dentre os objetivos da ferramenta, está o de avaliar os impactos das mudanças climáticas, sobretudo as que ocorrem em períodos curtos (1 a 3 anos) e as atividades humanas.



As pesquisas que usam ferramentas de análise, podem ser usadas para o que a pesquisadora Krug (2008) chama de adaptação planejada. Para a autora, a habilidade das florestas em adaptar-se naturalmente a mudanças climáticas dependerá da taxa de magnitude desta mudança. A expressão se refere ao conjunto de estratégias e ações conscientes implementadas para minimizar os impactos, especialmente em regiões em que o sistema não tenha capacidade suficiente para superá-los.

Importante notar que a adaptação planejada complementa a adaptação autônoma, principalmente onde os sistemas vegetais não possuem tamanhos ou populações suficientes para superar os impactos negativos gerados pelas mudanças climáticas (KRUG,2008).

Os autores Kageyama e Gandara (1995), destacam o tamanho efetivo da população ( $N_e$ ), entre espécies, sendo categorizado como espécies comuns (grande densidade de indivíduos adultos por hectares) e espécies raras (baixa densidade de indivíduos adultos por hectares), esses últimos necessariamente precisam de maiores fragmentos florestais ou de um bom manejo de polinizadores de voo longo.

Em um artigo mais recente os mesmos autores (KAGEYAMA e GANDARA, 1998), comparam e analisam vários estudos com as principais consequências teóricas da fragmentação florestal e redução populacional (deriva genética e diminuição do fluxo gênico), nos resultados é possível identificar esses fatores em duas espécies arbóreas muito raras (*Cedrela fissilis* e *Chorisia speciosa*) e propõem uma série de medidas para diminuir os efeitos, como, o aumento do fragmento e a implantação de corredores de fluxo gênico.

#### *Alternativas para minimizar o impacto sobre as florestas*

Outra estratégia é compreender a interação entre plantas e polinizadores, já que essa interação é útil para a regeneração, manutenção e conservação da biodiversidade. Kumar e Khanduri (2016), realizaram na Índia um estudo para compreender o comportamento de forrageamento de visitantes florais de duas espécies florestais, a saber, *Schima wallichii* Choisy e *Lagerstroemia speciosa*.

Ecossistemas florestais tropicais sustentam alto grau de especialização ecológica de influência mútua planta-polinizador e possuem um relacionamento altamente conectado entre fenologia reprodutiva e a disponibilidade dos polinizadores.

A pressão antrópica pode dissociar interações entre espécies durante a polinização, o que pode levar à acelerada extinção de espécies. Os autores concluem que os estudos de observação dos grupos funcionais de polinizadores com análise de fluxo de genes mediada por pólen devem melhorar significativamente a compreensão dos mecanismos envolvidos na polinização árvore.



Além da compreensão de como influencia a polinização, um aspecto importante são as estratégias adotadas para o reflorestamento. Em um artigo recente (CHECHINA; HAMANN, 2015), os autores destacam a importância de selecionar espécies que sejam satisfatórias tanto no quesito social (silvicultura comunitária) quanto nos atributos ecológicos. No local trabalhado (Negros Occidental - Filipinas), várias espécies nativas que se mostraram promissoras para silvicultura, não eram adequadas para o reflorestamento em campo aberto, sendo necessárias diversas intervenções humanas (manejo) para o desenvolvimento florestal.

Outro estudo, (ANDEREGG et al, 2015) tenta estabelecer as relações entre mudanças climáticas e ataques de insetos a árvores, principalmente quando a mudança climática em questão é o aumento dos períodos de seca. O que observou entre dois tipos de insetos (besouros brocadores e desfolhadores) em florestas no norte dos Estados Unidos e cruzou os dados com os períodos de secas. Observa-se que secas mais intensas podem provocar um aumento na proliferação desses insetos e conseqüentemente a mortalidade a milhares de hectares de árvores, na região. No mesmo trabalho ainda encontramos uma ênfase para falta de estudos que relacionem estudos interação planta-inseto, sob o cenário das mudanças climáticas.

## Conclusões

A manutenção das florestas e dos ecossistemas é imprescindível para assegurar a vida na Terra. Sendo necessário elaborar formas estratégicas de manejo para uma adaptação planejada. De forma a manter a diversidade genética, e das comunidades. Essa diversidade, poderá, por exemplo, refrear e mitigar de forma eficiente as emissões globais de carbono.

Do ponto de vista do manejo florestal, adaptar-se às alterações climáticas (e mitigar os seus efeitos) requer a adoção do "princípio da precaução" e a manutenção das florestas, incluindo a diversidade intraespecífica.

## Agradecimentos

A capes pela bolsa de estudo concedida.

## Referências bibliográficas

ANDEREGG, W. R. L.; HICKE, J. A.; FISHER, R. A.; ALLEN, C. D.; AUKEMA, J.; BENTZ, B.; HOOD, S.; LICHSTEIN, J. W.; MACALADY, A. K.; MCDOWELL, N.; PAN, Y.; RAFFA, K.; SALA, A.; SHAW, J. D.; STEPHENSON, N. L.; TAGUE, C.;



ZEPPEL, M. Tree Mortality from Drought, Insects, and Their Interactions in a Changing Climate. **New Phytologist**, v. 208, n. 3, p. 674–683, nov. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA. **Relatório do IPCC: a mudança climática cria riscos generalizados, mas existem oportunidades para respostas eficazes.** Disponível em: <<https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5136.pdf>>. Acesso em: agosto. 2018.

BRANDT, L. A.; BUTLER, P. R.; HANDLER, S. D.; JANOWIAK, M. K.; SHANNON, P. D.; SWANSTON, C. W. Integrating Science and Management to Assess Forest Ecosystem Vulnerability to Climate Change. **Journal of Forestry**, v. 115, n. 3, p. 212–221, 30 maio 2017.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. de A.; LACERDA E MEDEIROS, M. J. **Perda e Conservação dos Recursos Genéticos Vegetais.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

CHECHINA, M.; HAMANN, A. Choosing Species for Reforestation in Diverse Forest Communities: Social Preference versus Ecological Suitability. **Ecosphere**, v. 6, n. 11, p. art240, nov. 2015.

COSTA, R. B. da (ed.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste.** Campo Grande: Editora da UCDB, 2003.

FAO. **Global forest resources assessment 2015.** Roma: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2015.

FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (ed.). **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability: Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** New York: Cambridge University Press, 2014.

GUTSCHICK, V. P.; BASSIRIRAD, H. Extreme Events as Shaping Physiology, Ecology, and Evolution of Plants: Toward a Unified Definition and Evaluation of Their Consequences: Tansley Review. **New Phytologist**, v. 160, n. 1, p. 21–42, 12 ago. 2003.

JUMP, A. S.; HUNT, J. M.; MARTÍNEZ-IZQUIERDO, J. A.; PEÑUELAS, J. Natural Selection and Climate Change: Temperature-Linked Spatial and Temporal Trends in Gene Frequency in *Fagus Sylvatica*: SELECTION BY CLIMATE IN FAGUS SYLVATICA. **Molecular Ecology**, v. 15, n. 11, p. 3469–3480, 25 jul. 2006.



KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. In: **ANAIS DO SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA**. 3. ed. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1995. p. 1–9.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. de. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **SÉRIE TÉCNICA IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65–70, 1998.

KRUG, T. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 43–72, 2008.

KUMAR, K. S.; KHANDURI, V. P. Flower Pollinator Interactions within Two Tropical Tree Species of Mizoram, North East India. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 8, n. 2, 17 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/9789>>. Acesso em: 11 set. 2018.

LICUANAN, W. Y.; SAMSON, M. S.; MAMAUAG, S. S.; DAVID, L. T.; BORJA-DEL ROSARIO, R.; QUIBILAN, M. C. C.; SIRINGAN, F. P.; STA. MARIA, M. Y. Y.; ESPAÑA, N. B.; VILLANOY, C. L.; GERONIMO, R. C.; CABRERA, O. C.; MARTINEZ, R. J. S.; ALIÑO, P. M. I-C-SEA Change: A Participatory Tool for Rapid Assessment of Vulnerability of Tropical Coastal Communities to Climate Change Impacts. **Ambio**, v. 44, n. 8, p. 718–736, dez. 2015.

SCRIVEN, S. A.; HODGSON, J. A.; MCCLEAN, C. J.; HILL, J. K. Protected Areas in Borneo May Fail to Conserve Tropical Forest Biodiversity under Climate Change. **Biological Conservation**, v. 184, p. 414–423, abr. 2015.