

# ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GENÉTICA DAS FLORESTAS E ARGUMENTOS PARA REDUÇÃO DO DESMATAMENTO

---

ROSANE APARECIDA KULEVICZ<sup>1</sup>  
OZENI SOUZA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>  
NATÁLIA POMPEU<sup>3</sup>  
BENEDITO ALBUQUERQUE DA SILVA<sup>4</sup>  
ÉDILA CRISTINA DE SOUZA<sup>5</sup>

## Introdução

Inúmeros são os desafios encontrados em todo o globo terrestre para diminuir os impactos nas florestas tropicais causados por alterações provocadas por desmatamentos, fragmentação de habitat, aquecimento global, mudanças climáticas e risco de extinção de espécies. As florestas têm um papel importante para o meio ambiente, em razão de oferecerem proteção para os recursos naturais, incluindo solo, água e serviços ambientais (FAO, 2016). Em ambientes florestais, as árvores realizam importantes funções na conservação do microclima e na paisagem da floresta e alterações nesses ambientes podem influenciar nas variações e dinâmica do ambiente como perturbações e fragmentação antrópicas (PESSOA; ARAÚJO, 2014).

Silva et al. (2016) destacam o uso múltiplo florestal e os benefícios que a população pode usufruir das florestas e aponta como meio de subsistência a manutenção do clima, melhoria da qualidade de vida, fornecimento de alimentos, madeira, medicamentos, impactos econômicos e sociais.

O desmatamento é um processo de perda ou retirada de cobertura de árvores de uma floresta com o propósito de transformar em madeira para comércio ou conversão em áreas para agropecuária.

Essa degradação ambiental resulta em uma perda líquida de estoque de carbono ou redução da densidade florestal (CHEN et al., 2015). A destruição de habitats é apontada

---

1. Doutora em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, e-mail [rosaneakulevicz@gmail.com](mailto:rosaneakulevicz@gmail.com)

2. Mestra em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Católica Dom Bosco – UCDB, e-mail [ozenisouzaoliveira@gmail.com](mailto:ozenisouzaoliveira@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-8737>

3. Doutora em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul - FADIR/Campo Grande/MS, e-mail [natipompeu17@gmail.com](mailto:natipompeu17@gmail.com)

4. Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, e-mail [ba.silva@terra.com.br](mailto:ba.silva@terra.com.br)

5. Doutora em Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, e-mail [edilacr@ufmt.br](mailto:edilacr@ufmt.br)

como uma das maiores ameaças à biodiversidade e perturba várias espécies no meio ambiente. Essa perda pode se dar a partir da borda ou dentro com impactos negativos para manutenção das espécies (RIVERS et al., 2014).

Na Amazônia Legal, a pecuária está diretamente ligada ao desmatamento da floresta em todas suas regiões. No norte do estado do Mato Grosso e sudeste do Pará, a produção de grãos é responsável pela redução da área florestal. A retirada da madeira para comercialização e abertura para estradas também é um fator negativo, e apenas áreas sob proteção ambiental legal permanecem em pé (JUSYS, 2016).

A vulnerabilidade das florestas difere entre espécies, tamanho, idade, taxa de crescimento e localização. Árvores de grande porte e mais antigas são mais vulneráveis aos riscos provocados pelas secas em florestas estacionais e estresse hídrico, florestas de habitats úmidos também são mais suscetíveis, enquanto espécies tolerantes à sombra, com uma estratégia mais conservadora na utilização de recursos, são menos instáveis (CORLETT, 2016).

A redução no tamanho de uma população de espécies vegetais pode acarretar uma perda de alelos raros e menor diversidade genética, pois ocorrerá a variação genética para seleção atuar, assim como menor endogamia. Fato esse que pode acontecer em plantas raras ou endêmicas de uma região e permitir a sobrevivência em condições de autofertilização e/ou clonagem. Espécies vegetais em áreas que foram fragmentadas ou isoladas são vulneráveis às consequências genéticas negativas do desmatamento (NOREEN; WEBB, 2013).

Um dado importante que tem merecido atenção em debates sobre as mudanças que vêm ocorrendo em áreas de florestas no mundo é que tem aumentado as áreas de florestas plantadas e diminuído as de florestas naturais. Isso é preocupante, uma vez que a floresta natural contribui para a conservação da biodiversidade genética e a manutenção das espécies arbóreas, formação e dinâmica ecológica (JANES; HAMILTON, 2017). Em contrapartida, a floresta plantada contribui com a proteção do solo, serviços ambientais e reduz a pressão sobre as florestas naturais (FAO, 2016).

De acordo com Hubert e Cottrell (2007), variações genéticas em áreas florestais são em decorrência de diferentes influências ambientais. A variação genética pode ser neutra e adaptativa. A neutra resulta da diferença entre os genes que não afeta a capacidade reprodutiva e de sobrevivência, e a adaptativa corresponde às diferenças na aptidão dos indivíduos.

Há uma preocupação com todos os fatores aqui relatados para os riscos de extinção e perda de diversidade no planeta, pois não se tem conhecimento do nível de extinção que a terra pode tolerar e por quanto tempo ou se essas alterações são irreversíveis ao sistema terrestre florestal a longo prazo (STEFFEN et al., 2015).

Pouca atenção tem sido dada ao discernimento das diferentes estratégias de manejo florestal tropical, como a redução do desmatamento, o avanço genético de fortalecimento de espécies e também a adaptabilidade das árvores a mudanças climáticas. O objetivo deste estudo foi compreender as definições que envolvem a problemática da cobertura florestal nos trópicos e sua vulnerabilidade e apresentar recomendações e argumentos para redução do desmatamento florestal na Amazônia Legal.

## Definições que envolvem a problemática de cobertura arbórea e sua vulnerabilidade

Durães et al. (2013) constataram que, em uma área de hotspot de biodiversidade Neotropical florestal, a região com maior perturbação e fragmentação foi a mais afetada pela perda de riquezas de espécies. Segundo os autores, as principais consequências sobre as comunidades de aves foram a perda de habitat pelas espécies.

Wheeler et al. (2016) estudaram o sequestro de carbono e biodiversidade após 18 anos em uma floresta tropical em processo de restauração e os resultados revelaram que a restauração florestal é benéfica para diversidade de plantas; apesar disso, a riqueza de árvores e mudas ainda é maior em florestas naturais. À medida que a floresta vai se reestabelecendo da perturbação, melhora a biodiversidade, mas está demora mais tempo para atingir os níveis da floresta natural.

Estudos realizados por Chen et al. (2015) em padrões de espaços temporais de desmatamento e degradação em florestas tropicais resultantes de hidrelétrica construída na bacia amazônica concluíram que as perdas de florestas, ao longo de 25 anos, foram promovidas por ações do homem, especificamente assentamentos, sendo transformadas áreas para agricultura, pecuária, construção de estradas e barragens.

Segundo o relatório de Avaliação Global dos Recursos Florestais 2015 (FAO, 2015), nos últimos 25 anos, as áreas de floresta do mundo diminuíram 3,1%, de 4,1 bilhões de hectares para menos de 4 bilhões.

Abertura de novas estradas em diferentes regiões, como Amazônia, Ásia e África, com objetivo de abertura de fronteiras são responsáveis por perda de biodiversidade de várias espécies. A fragmentação de áreas florestais abre clareiras nas florestas densas que são ricas em espécies que habitam especificamente as copas das árvores e evitam as bordas das clareiras, isso impede a movimentação de animais e, conseqüentemente, o desenvolvimento de propágulos de plantas (LAURANCE et al., 2009).

Gross (2016) destaca o desmatamento como um problema global que ameaça a vida selvagem, bem como os múltiplos serviços que a floresta oferece e benefícios às atividades econômicas. O autor adverte para o desaparecimento de florestas na Indonésia, Austrália, Europa Oriental, florestas de mangue e floresta amazônica. E, se a biodiversidade é importante para os serviços ambientais, esforços para preservação e conservação devem ser o foco de todos envolvidos.

O desmatamento é resultado de muitos processos e estimulado por pretextos. As causas subjacentes abrangem o desenvolvimento econômico, tendências demográficas e elementos tecnológicos e causas diretas incluem as pastagens e desenvolvimento urbano. O desmatamento ocorre especialmente nos trópicos e uma das principais causas é a expansão agrícola (ANNUNZIO et al., 2015).

Desmatamento e degradação ambiental, segundo Stork et al. (2009), possibilitam uma maior vulnerabilidade da floresta, visto que espécies de epífitas, monoicas, hermafroditas e mamíferos são mais predispostas a extinção. Os animais têm um papel importante após a perturbação de uma floresta, pois são responsáveis pela dispersão de 70% das sementes em florestas tropicais. Animais vertebrados também podem polinizar várias

espécies vegetais, porém, quando ocorre um declínio nesse grupo devido ao crescimento lento e baixa densidade, menos sistemas de polinização estarão disponíveis para os vegetais presentes na floresta e, conseqüentemente, haverá um crescimento no número de pragas e indivíduos hermafroditas (FAO, 2017). De acordo com Allen et al. (2015), o aquecimento global tem causado a morte de várias árvores, e a seca e altas temperaturas nos ecossistemas terrestres têm favorecido o aparecimento desses desequilíbrios ecológicos. Essas conseqüências incluem redução de folhas, estresses e mortalidade das florestas (ESQUIVEL e MUELBERT et al., 2019). Supõe-se que a oscilação de temperatura seja o causador de mudanças na distribuição de ecossistemas vegetais, com algumas espécies se tornando endêmicas de determinadas áreas e outras extintas (STORK et al., 2009).

Mudanças climáticas alteram em larga escala os ecossistemas florestais, com essas perturbações que englobam incêndios, inundações, secas e situações meteorológicas extremas, como geada e ventos. Esse estresse afeta o crescimento da madeira e impacta na oferta e preços, uma vez que diminui sua produtividade (HANDMER et al., 2012).

No Quadro 1, são listados os principais artigos encontrados que apontam fatores de risco responsáveis pela vulnerabilidade de florestas nos trópicos.

### Quadro 1 – Análise de artigos com os principais fatores de risco responsáveis pela vulnerabilidade e a mortalidade de florestas nos trópicos

Artigo	Fatores de risco	Autores	Principais Conclusões
Genetics and genetic resources. Population, Conservation and Ecological Genetics, In Encyclopedia of Forest Sciences.	Adaptação	Mátyás (2004).	A diversidade genética determina o ritmo de adaptação e microevolução em uma população.
The Role of Forest Genetic Resources in Helping British Forests Respond to Climate Change.	Mudanças climáticas	Hubert e Cottrell (2007).	Estratégias para auxiliar as florestas a se adaptarem aos efeitos das mudanças climáticas.
Impacts of roads and linear clearings on tropical forests	Fragmentação Antrópica	Laurance et al. (2009).	A fragmentação de áreas florestais abre clareiras nas florestas, impede a movimentação de animais e o desenvolvimento de propágulos de plantas, provoca extinção de algumas espécies, uma vez que o isolamento pode reduzir a variabilidade genética das populações.
Vulnerability and Resilience of Tropical Forest Species to Land-Use Change.	Aquecimento global	Stork et al. (2009).	Oscilações nas temperaturas causam mudanças nos ecossistemas vegetais: extinção, endemias, modificações adaptativas e fenologia.
Effects of forest disturbance and habitat loss on avian communities in a Neotropical biodiversity hotspot.	Fragmentação Antrópica	Durães et al. (2013).	Quanto maior perturbação, maior a fragmentação e a perda da biodiversidade.
High Genetic Diversity in a Potentially Vulnerable Tropical Tree Species Despite Extreme Habitat Loss.	Erosão Genética	Noreen e Webb (2013).	A redução no tamanho de uma população acarreta perda de alelos raros e menor diversidade genética, a variação genética para seleção será menor.
Do species conservation assessments capture genetic diversity? Global Ecology and Conservation.	Desmatamento	Rivers et al. (2014).	A destruição de habitats é apontada como uma das maiores ameaças a biodiversidade.
Tree community dynamics in a submontane forest in southeastern Brazil: growth, recruitment, mortality and changes in species composition over a seven-year period	Fragmentação Antrópica	Pessoa e Araújo (2014).	Alterações no ambiente florestal podem influenciar nas variações e na dinâmica, como perturbações e fragmentação antrópicas.

Spatiotemporal patterns of tropical deforestation and forest degradation in response to the operation of the Tucuruí hydroelectric dam in the Amazon basin.	Desmatamento	Chen et al. (2015).	Degradação ambiental resulta em uma perda líquida de estoque de carbono ou redução da densidade florestal.
On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene	Aquecimento global	Allen et al. (2015).	Mortalidade de árvores em floresta associada devido à seca acompanhada por altas temperaturas.
Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet.	Ausência de Resiliência	Steffen et al. (2015).	Atividades humanas estão afetando o funcionamento do sistema terrestre em um grau que ameaça a resiliência do sistema e sua capacidade de persistir.
How can we save forest biodiversity?	Desmatamento	Gross (2016).	Problema ambiental global, ameaça a vida selvagem e a biodiversidade e sua importância para os serviços ambientais.
Climate-Related Local Extinctions Are Already Widespread among Plant and Animal Species	Aquecimento global	Wiens (2016).	Nos próximos 100 anos, as mudanças climáticas antropogênicas serão um dos principais motivadores de perda de biodiversidade no planeta.
Carbon sequestration and biodiversity following 18 years of active tropical forest restoration	Ações antrópicas: restauração	Wheeler et al. (2016).	Os resultados revelaram que restauração florestal é benéfica para diversidade de plantas, contudo, a riqueza de árvores e mudas ainda é maior em florestas naturais.
Global climate change impacts on forests and markets.	Ações Antrópicas: econômica e comércio	Sohngen e Tian (2016).	Madeiras disponíveis são oriundas de plantações de florestas, regiões que investem em silvicultura conseguem se beneficiar com alterações climáticas.

Fonte: Autores (2017).

## Recomendações para a problemática da vulnerabilidade genética arbórea e permanência da floresta tropical na Amazônia Legal

### Conservação Genética

A conservação genética possibilita a sobrevivência das espécies, evolução e adaptação às mudanças e condições ambientais (FAO, 2016). Da mesma forma, permite reservatório genético, maior produtividade e saúde das florestas, além de ser importante para o funcionamento das espécies arbóreas. A diversidade permite a evolução das espécies durante períodos de extensas mudanças genéticas, isso ocorre devido à adaptação em regimes climáticos diferentes (RATNAM et al., 2014; FAO, 2014). O material genético também permite a resiliência e continuação da floresta após uma perturbação antrópica (STEFFEN et al., 2015).

A cultura de tecido vegetal e micropropagação são métodos que vem sendo utilizados para armazenamento de germoplasma e advêm de fatores biológicos como morfologia, organogênese e embriologia. A morfogênese possibilita a produção de plantas transgênicas e reduz o seu valor comercial, no entanto, a organogênese e a embriologia podem afetar a variação genética das espécies.

Para Sebben et al. (2008), as consequências da exploração madeireira com relação a diversidade genética só podem ser medidas e compreendidas em meta-população, pois muitas espécies de árvores tropicais têm fluxo gênico de longa distância por pólen e sementes.

Compreender o sistema genético dos vegetais é primordial para o planejamento e gestão de recursos florestais de uma floresta, ainda que muitas espécies sejam capazes de regenerar vegetativamente.

## O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como instrumento de proteção florestal

Os serviços ambientais ou ecossistêmicos podem ser definidos como o conjunto de benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, tais como: controle de erosão do solo, captura de CO<sup>2</sup>, regulação do clima, prevenção de fenômenos de desertificação, a melhoria da qualidade do ar, cultura, lazer, paisagem, etc. (MEA, 2005). O conceito tem implícito a ideia de valor econômico ou valor de uso e dos benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

O Pagamento por Serviços Ambientais - PSA envolve uma relação entre o usuário e o provedor. O usuário é aquele indivíduo ou coletividade que pagará pelo serviço ambiental oferecido, por sua vez, o provedor será o prestador do serviço de proteção ambiental, seja de um recurso ambiental em especial, a água ou mesmo de um ecossistema. Tais relações envolvem cooperação e/ou coercibilidade, podendo ser estruturadas de forma voluntária ou coercitiva.

Na forma voluntária, podemos encontrar uma relação de cooperação no sentido mais puro, onde o(s) indivíduo(s) se propõe(m) a “pagar” pela proteção ambiental, motivado(s) por suas convicções pessoais, ou mesmo instituir em sua propriedade uma proteção ambiental além das determinações legais, que seria, por exemplo, a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Nacional.

No modelo coercitivo, temos uma imposição estatal na forma de lei que se apresenta de diversas formas, como as imposições legais, estabelecimento de reserva legal ou área de preservação permanente, por exemplo, que impõe ao cidadão sua cota-parte para a proteção do meio ambiente.

Os pagamentos por Serviços Ambientais se apresentam na legislação brasileira como uma das estratégias ou linhas de ação do Programa de Apoio e Incentivo à Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, previsto no atual Código Florestal, em seu art. 41, I (BRASIL, 2012).

Na visão de Wunder et al. (2008), a implantação de PSA na Amazônia Legal é muitas vezes impossibilitada pela falta de regulação agrária em propriedades privadas, visto que dificultaria a colocação do PSA em prática, pois em terras públicas não são viáveis. Segundo os autores, a implantação do PSA na Amazônia Legal colaboraria com a redução do desmatamento da floresta.

Os pagamentos ou incentivos a serviços ambientais podem se dar de forma monetária ou não, sendo que, para ilustrarmos melhor essas possibilidades, são apresentados alguns modelos onde pode-se perceber a ocorrência, até mesmo conjunta, desses pagamentos, os quais se apresentam como modelos interessantes de gestão ambiental florestal.

## Programa Bolsa Floresta (PBF) /AM

Como exemplo de um modelo voluntário, temos o programa Bolsa Floresta, instituído no estado do Amazonas. O Bolsa Floresta foi criado pela Lei do Estado do Amazonas nº 3.135/2007, que criou a Política Estadual de Mudanças Climáticas e da Lei Complementar n. 53, ambas promulgadas em 5 de junho de 2007.

Tal política tem como objetivo instituir o “pagamento por serviços e produtos ambientais às comunidades tradicionais pelo uso sustentável dos recursos naturais, conservação, proteção ambiental e incentivo às políticas voluntárias de redução de desmatamento” (AMAZONAS, 2007).

O programa é gerenciado pela Fundação Amazonas Sustentável (FAS), instituição não governamental e sem fins lucrativos, que assim o faz junto à Secretaria do estado de Meio Ambiente do Amazonas. Frise-se que essas leis se apresentam de forma inovadora, promovendo legalmente uma estruturação da economia dos serviços e produtos ambientais de origem florestal e o alcance da justiça social com conservação ambiental.

O programa atua por meio de quatro subprogramas: Renda, Social, Familiar e Associação. A partir da adesão voluntária das famílias, provedores, que estão dentro e no entorno de unidades de conservação (UCs) e, cumpridos os compromissos assumidos, os referidos subprogramas lhes asseguram ganhos diretos, benefícios sociais em nível comunitário, apoio ao associativismo, atividades de produção e geração de renda sustentável.

Assim, os provedores participam de oficinas visando a capacitação em mudanças climáticas e serviços ambientais; se comprometem a não abrirem novas áreas de roçado em áreas de florestas primárias; e o ingresso ou permanência dos filhos na escola. O programa visa apoiar e potencializar respostas às demandas sociais e econômicas das populações ribeirinhas das UCs estaduais do Amazonas, com vistas a proporcionar um empoderamento das comunidades assistidas, por meio da valorização da floresta em pé (AMAZONAS, 2007).

Segundo o relatório da Fundação Amazonas Sustentável de 2011, os resultados do Programa podem ser exemplificados pela redução de desmatamento nas UCs onde o programa foi implementado em relação às UCs onde não foi implementado. O percentual de desmatamento em UCs com o PBF foi de 0,011%, sendo que o desmatamento sem o PBF foi de 0,036% (FAS, 2011, p. 5).

Portanto, é possível afirmar que o PSA é um instrumento econômico eficiente e que pode contribuir significativamente para a proteção do meio ambiente, sustentabilidade do uso dos bens comuns e preservação dos serviços ecossistêmicos por ele oferecidos.

## Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

A integração entre lavoura, pecuária e floresta (ILPF) é uma estratégia voluntária que atribui características de sustentabilidade ao setor agropecuário porque envolve elementos de produção economicamente viável, proteção dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida, elemento social. Integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado e apresenta vários

benefícios, tais como: a recuperação e a manutenção de ambientes produtivos; diversificação da produção; redução de custos e riscos e diminuição no uso de defensivos por meio da manutenção de cobertura verde durante a maior parte do ano; promove a recuperação de áreas degradadas, que chegam a 80% do território destinado para esse fim no Brasil; promove a produção durante todo o ano, aumenta a rentabilidade e a diversificação sem aumentar a área de plantio (HERMANN, 2014).

Quanto às políticas que instituem tais sistemas, o marco regulatório é o compromisso voluntário que o Brasil estabeleceu em 2009 na COP-15, em Copenhague, de redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9% e ratificado na Lei 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), regulamentada pelo Decreto nº 7390/2010 que, em seu art. 6º, definiu ações para alcançar a redução proposta, entre elas a ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares.

## **Programa ABC**

A partir da COP 15, Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2009, foi estruturado o Programa ABC. Em âmbito nacional, o Programa ABC se apresenta como um importante elemento das políticas públicas nacionais visando a mitigação das mudanças climáticas, tendo como objetivo o aperfeiçoamento contínuo das práticas agropecuárias que reduzem a emissão de GEE e, para atingir o objetivo proposto, são destacadas duas ações de mitigação importantes: o ILPF, acima apresentado, e regularização fundiária com vistas a identificar os donos das terras em todo o país de forma a incentivá-los ao uso adequado e responsável, o que evita o desmatamento e a adoção de práticas agrícolas de baixa produtividade e elevado custo ambiental.

Assim, por meio da Resolução nº 3896, foi instituído no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) o Programa para Redução de Emissão dos Gases de Efeito Estufa na agricultura (Programa ABC), subordinado às normas gerais de crédito rural, entre outras. Os beneficiados são os produtores rurais e suas cooperativas, inclusive para repasse a cooperado (Res. nº 3896, art. 1º), tendo por finalidade, entre outras, o sistema de ILPF.

As metas do Plano ABC (Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura) estão contidas no art. 6º do Decreto nº 7.390, no qual está previsto que, para alcançar o compromisso nacional voluntário de que trata o art. 12º da Lei nº 12.187/2009, serão implementadas ações que almejam a redução entre 1.168 milhões de t CO<sub>2</sub>eq e 1.259 milhões de t CO<sub>2</sub>eq, do total das emissões estimadas para o ano de 2020 (3.236 milhões de t CO<sub>2</sub>eq).

## **Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)**

Como exemplo de um modelo coercitivo, imposto pela lei, temos o ITR. A Lei Federal nº 9.393/1996 determina que o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural



(ITR), de apuração anual, tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de imóvel por natureza, localizado fora da zona urbana do município, em 1º de janeiro de cada ano. O ITR é calculado com base no valor da terra nua (VTN) (BRASIL, 1996).

Para levantar o VTN do imóvel rural, deve ser considerada a exclusão dos itens elencados nas alíneas dos incisos do artigo 10, da Lei Federal nº 9.393/1996, dentre elas, Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), bem como as áreas cobertas por florestas nativas, primárias ou secundárias em estágio médio ou avançado de regeneração. Isto posto, é possível afirmar que a lei dispõe de incentivos econômicos, na forma tributária, para os proprietários rurais que estejam em conformidade legal ambiental, ou, neste caso, representa manter suas áreas de APP e Reserva Legal devidamente regularizadas.

Com isso, o proprietário tem como benefícios econômicos a diminuição no valor do imposto a ser pago e a coletividade também é protegida no seu direito de usufruir dos benefícios sociais e ambientais que os recursos florestais ofertam, enquanto bens de na categoria de bem de uso comum do povo.

## Justificativas para redução do desmatamento nos trópicos

A principal alegação para uma mudança no comportamento da sociedade de uma forma genérica, e não somente apontar os culpados por todo esse desequilíbrio que são vivenciados em diversas partes da terra, é que: mudanças no meio ambiente afetarão as florestas de várias maneiras, espécies arbóreas podem ser extintas se alterações continuarem ocorrendo por longos períodos e se continuarem avançando exageradamente de forma rápida.

Provavelmente, as gerações posteriores serão testemunhas de múltiplas catástrofes ambientais. Nesse momento, vários pesquisadores supõem que o planeta se encontra na era do “Antropoceno”, um termo utilizado por Paul Crutzen e Eugene Stoermer no ano 2000, no qual processos geológicos são profundamente alterados por ações antrópicas (WORKING GROUP ON THE ‘ANTHROPOCENE’, 2017).

O aquecimento global modifica o comportamento de plantas e animais, exemplos são de plantas que estão florescendo no início da primavera, esse desequilíbrio pode afetar a fenologia e a capacidade da espécie de habitar novas áreas. Com as modificações causadas pelo aquecimento global, há uma maior probabilidade de introdução de espécies patogênicas e invasoras, pragas e insetos; e esse desequilíbrio é capaz de levar a população à extinção (MORTON; RAFFERTY, 2017).

Para alcançar o objetivo de regeneração e resiliência de uma floresta, o primeiro passo é saber que tipo de floresta era antes e quais suas espécies. A proposta de execução inicia com investimento em compra e aquisição de sementes e mudas, contratação de empresas responsáveis pela restauração de áreas florestais ou organização de comunidades locais, custos e métodos para manejar diferentes tipos de solos e no contexto social e econômico (DURIGAN; GUERIN; COSTA, 2013).

As alterações climáticas associadas ao aumento do desmatamento na floresta amazônica podem estimular mudanças na sua vegetação, pois a floresta depende de um

regime de chuva anual e qualquer impacto que ocorra, como a diminuição de precipitação, desequilibra a resiliência da floresta (ZEMP et al., 2017).

Entre tantos métodos apresentados de conservação florestal e da biodiversidade, é notável que nem sempre as áreas da sustentabilidade conversam para garantir a preservação futura. A área econômica usa de parâmetros comerciais diferentes do ecológico e do social, o que pode ocorrer é uma ação humana para satisfação de uma necessidade momentânea sem pensar nas consequências futuras apenas por visar mais lucro, esquecendo-se da crescente necessidade de preservação ambiental.

Dados do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), indicam um aumento de 20% entre o período de agosto de 2018 a abril de 2019, no entanto, o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), divulgado em março de 2019, detectou uma redução de 10% em relação a abril de 2018 na Amazônia Legal. Nesse período, o estado do Mato Grosso aparece líder na prática de desmatamento (37%), seguido de Roraima (21%), Amazonas (18%, Rondônia (18%), Pará (4%) e Acre (2%). O desmatamento ocorreu em áreas privadas (58%), assentamentos (31%), UCs (9%) e terras indígenas (2%) (IMAZON, 2019). No Brasil, a floresta Amazônica está inserida em oito estados da federação, dentre eles: Mato Grosso, Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, além de alguns municípios do estado do Maranhão. O desmatamento na Amazônia Legal se dá basicamente por remoção da cobertura vegetal para uso em madeireiras, agricultura e pecuária e incêndios florestais (INPE, 2017).

Na Figura 1, são apresentadas duas áreas, sendo uma desmatada para produção de bovinos e a outra caracterizando uma floresta preservada (mata fechada) no município de Alta Floresta – MT.

**Figura 1- Área desmatada para pecuária e floresta preservada na Amazônia Legal – Município de Alta Floresta/MT.**



Fonte: autores.

Conforme a FAO (2017), o Brasil possuía, no ano de 2004, uma área de florestas de 509,642 hectare. No ano de 2014, houve uma redução de 15,120 hectare e a área passou a ser de 494,522 hectare, isso se deve principalmente pelo fato do Brasil se tornar referência na produção de alimentos.

Algumas iniciativas podem contribuir para a proteção das florestas nos trópicos e alterações climáticas, segundo a Union of Concerned Scientists (2014), ajudando na redução do CO<sub>2</sub>, independente da fonte geradora e diminuição do desmatamento florestal, visto que o desmatamento pode colaborar para extinção de várias espécies de plantas e animais e na ocorrência de desastres naturais, como inundações e secas. Além disso, é capaz de afetar diretamente as populações que sobrevivem do extrativismo em áreas de florestas.

Conforme Wiens (2016), nos próximos 100 anos, as mudanças climáticas antropogênicas serão um dos principais motivadores de perda de biodiversidade no planeta. As temperaturas anuais aumentaram aproximadamente 0,85°C entre os anos 1880 e 2012 e há uma previsão de aumento de 1°C a 4°C em 2100. É importante salientar que não se sabe como as espécies responderão às mudanças climáticas; um exemplo a ser considerado é a alteração do nicho ecológico da espécie e como se adaptará às condições abióticas do novo ambiente.

Nobre (2001) concluiu, em seu trabalho de mudanças climáticas globais, que possíveis impactos nos ecossistemas de países em desenvolvimento, como o Brasil, sofreram com as alterações climáticas e ambientais; além disso, principalmente as pessoas mais pobres serão mais vulneráveis a esse desequilíbrio. O autor ainda sugere estudos sobre diferentes vulnerabilidades que integram o meio ambiente e a sociedade, principalmente aquelas que podem afetar a produção de alimentos e atividades agrícolas, e o meio ambiente.

## Considerações Finais

Foram identificados como causas da vulnerabilidade genética arbórea florestal: o desmatamento, bem como a redução de cobertura arbórea florestal; a erosão genética ocasionada pela perda da biodiversidade, implantação de monoculturas e perda de banco de dados naturais; o aquecimento global que altera o habitat e o ecossistema onde a floresta está inserida, modificando a temperatura, precipitação e secas; a falta de adaptabilidade das plantas pela fragilidade do ambiente muitas vezes fragmentado ou com dificuldade de reproduzir-se. As ações antrópicas, econômicas e sociais, como o aumento da área urbana, com a migração do êxodo rural, bem como os assentamentos; aumento da área agrícola, sem técnicas de proteção ambiental juntamente com o aumento do rebanho e criação extensiva de gado; construção de estradas que cortam as florestas e provocam a fragmentação e conseqüente redução genética.

Neste sentido recomenda-se medidas mitigadoras, compensatórias e programas ambientais como instrumento de preservação da floresta tropical, inovações e pesquisas para dar continuidade ao tema vulnerabilidade genética arbórea.

## Referências

- AMAZONAS. Lei N.º 3.135, de 05 de junho de 2007. Estado do Amazonas, Secretaria de Estado de Fazenda, 2007.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma 'Economia dos Ecossistemas'**. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 2009. 24 p.
- ALLEN, C. D.; BRESHEARS, D. D.; MCDOWELL, N. G. On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. **Ecosphere**, v. 6, n. 8, p. 1-55, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1890/ES15-00203.1>>. Acesso em: 10 mai. 2016.
- ANNUNZIO, R; SANDKER, M.; FINEGOLD, Y.; MIN, Z. Projecting global forest area towards 2030. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 124–133, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112715001346>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- BRASIL. Lei N.º 9.393, de 19 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1996.
- \_\_\_\_\_. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012.
- CORLETT, R. T. (2016). The Impacts of Droughts in Tropical Forests. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 7, p. 584-593, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2016.02.003>>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- COMMISSION ON GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE-FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. **The state of the world's forest genetic resources**. 2014, 304 p.
- CHEN, G.; POWERS, R. P.; CARVALHO, L. M. T.; MORA, B. Spatiotemporal patterns of tropical deforestation and forest degradation in response to the operation of the Tucuruí hydroelectric dam in the Amazon basin. **Applied Geography**, v. 63, p.1-8, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.06.001>>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- DURÃES, R.; CARRASCO, L.; SMITH, T. B.; KARUBIAN, J. Effects of forest disturbance and habitat loss on avian communities in a Neotropical biodiversity hotspot. **Biological Conservation**, v. 166, p. 203–211, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2013.07.007>>. Acesso em: 25 mar. 2016.
- DURIGAN, G.; GUERIN, N.; COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions B**, p. 1-9, 2013.
- ESQUIVEL-MUELBERT, A. et al. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, v. 25, n. 1, p. 39-56, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990–2011 Analysis. **FAO Statistics Division Working Paper Series**, 2014. UN FAO, Rome, Italy, <[http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/](http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf)

i3671e.pdf>.

\_\_\_\_\_. (2016). GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT 2015. How are the world's forests changing? Second edition, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **The pollination of cultivated plants a compendium for practitioners**. Volume 1. Roma, 2017.

FUNDAÇÃO AMAZONAS SUSTENTÁVEL – FAS. **Relatório de gestão**, 2011. 110 P.

GROSS, M. How can we save forest biodiversity? **Current Biology**, v. 26, p. 1167-1176, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982216313343>>. Acesso em: 24 jul. 2016.

HANDMER, J. et al. **Chapter 4 in Impacts of Climate Extremes: Human Systems and Ecosystems. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 231-290; 2012.

HERMANN, P. ILPF: A revolução da agricultura sustentável brasileira. **Revista Agroanalysis**. Ed. junho, 2014. Disponível: <[ttp://www.agroanalysis.com.br/6/2014/conteudo-especial/ilpf-a-revolucao-da-agricultura-sustentavel-brasileira](http://www.agroanalysis.com.br/6/2014/conteudo-especial/ilpf-a-revolucao-da-agricultura-sustentavel-brasileira)>. Acesso em: 04 mar. 2016.

HUBERT, J.; COTTREL, J. The role of forest genetic resources in helping British forests respond to climate change. Edinburgh: **Forestry Commission**, p. 1-12, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**, 2017. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA – IMAZON. **Sistema de Alerta de Desmatamento**, 2019. Disponível em: <<https://imazongeo.org.br/#/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

JANES, J. K.; HAMILTON, J. A. Mixing It Up: The Role of Hybridization in Forest Management and Conservation under Climate Change. **Forests**, v. 8, p. 2-16, 2017.

JUSYS, T. Fundamental causes and spatial heterogeneity of deforestation in Legal Amazon. **Applied Geography**, v. 75, p.188-199, 2016.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; SUSAN G. W. LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

- MÁTYÁS, C. (2004). GENETICS AND GENETIC RESOURCES. Population, Conservation and Ecological Genetics, *Encyclopedia of Forest Sciences*, p. 188-197, 2004.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT - MEA. **Ecosystems and Human Well-being**, 2005, 155 p.
- MORTON, E. M.; RAFFERTY, N. E. Plant-pollinator interactions under climate change: The use of spatial and temporal transplants. **Applications in plant sciences**, v. 5, n. 6, p. 1-9, 2017.
- NOBRES, C. Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, p. 240-258, 2001.
- NOREEN, A. M. E.; WEBB, E. L. High Genetic Diversity in a Potentially Vulnerable Tropical Tree Species Despite Extreme Habitat Loss. **Koompassia Genetic Diversity**, v. 8, n.12, p.1-10, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0082632>>. Acesso em: 22 mar. 2016.
- NUSDEO, A. M. O. **Pagamento por Serviços Ambientais**. Sustentabilidade e Disciplina Jurídica. São Paulo: Atlas, 2012.
- PESSOA, S. V. A.; ARAUJO, D. S. D. Tree community dynamics in a submontane forest in southeastern Brazil: growth, recruitment, mortality and changes in species composition over a seven-year period. **Acta Botanica Brasílica**. v. 28, n. 2, p. 190-197, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v28n2/a06v28n2.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2017.
- RATNAM, W. et al. Genetic effects of forest management practices: Global synthesis and perspectives Wickneswari. **Forest Ecology and Management**, v. 333, p. 52–65, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112714003697>>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- RIVERS, M. C.; BRUMMITT, N. A.; LUGHADHA, E. N.; MEAGHER, T. R. Do species conservation assessments capture genetic diversity? **Global Ecology and Conservation**, v. 2, p. 81–87, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989414000183>>. Acesso em: 02 fev. 2016.
- SEBBENN, A. M. et al. Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, v. 254, p. 335–349, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.08.009>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- SILVA, B. A.; GOMES, N. M. G.; SKOWNSKI, L.; OLIVEIRA, M. A. C.; COSTA, R. B. Multiple uses of forest resources in small and medium farms in the tropics: Economic and social contributions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 41, p. 4162-4171, 2016.
- SOHNGEN, B.; TIAN, X. Global climate change impacts on forests and markets. **Forest Policy and Economics**, v. 72, p. 18–26, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2016.06.011>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, p. 1-17, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

STORK, N. E. et al. Vulnerability and Resilience of Tropical Forest Species to Land-Use Change. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1438–1447, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01335.x>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

WIENS, J. J. Climate-Related Local Extinctions Are Already Widespread among Plant and Animal Species. **PLOS Biology**, v. 14, n. 12, p. 1-18, 2016.

WORKING GROUP ON THE ANTHROPOCENE. 2017. Disponível em: <<https://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>>. Acesso em 19 ago. 2017.

WUNDER, S.; BORNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. S. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Estudos Series N°10. Brasil, Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2008.

WHEELER, C. E.; OMEJA, P. A.; CHAPMAN, C. A.; GLIPIN, M.; TUMWESIGYE, C.; LEWIS, S. L. Carbon sequestration and biodiversity following 18 years of active tropical forest restoration. **Forest Ecology and Management**, v. 373, p. 44–55, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.025>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

ZEMP, D. C.; SCHLEUSSNER, C. F.; BARBOSA, H. M. J.; RAMMIG, A. Deforestation effects on Amazon forest resilience. **Geophysical Research Letters**, v. 44, p. 1-9, 2017.

Submetido em: 18/09/2017

Aceito em: 11/12/2019

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20170222r2vu2020L1AO2020;23e:02222>

Artigo Original





# ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GENÉTICA DAS FLORESTAS E ARGUMENTOS PARA REDUÇÃO DO DESMATAMENTO

---

ROSANE APARECIDA KULEVICZ  
OZENI SOUZA DE OLIVEIRA  
NATÁLIA POMPEU  
BENEDITO ALBUQUERQUE DA SILVA  
ÉDILA CRISTINA DE SOUZA

## ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GENÉTICA DAS FLORESTAS E ARGUMENTOS PARA REDUÇÃO DO DESMATAMENTO

**Resumo:** As florestas têm um papel importante para o meio ambiente, em razão de oferecerem proteção aos recursos naturais, incluindo solo, água e serviços ambientais. O objetivo deste estudo foi compreender as definições que envolvem a problemática da cobertura florestal e sua vulnerabilidade e apresentar argumentos para redução do desmatamento florestal. Como atenuantes, são apresentadas soluções para a vulnerabilidade arbórea: a conservação genética e a criação local de bancos de dados genéticos de florestas naturais, busca por máxima diversidade genética para manter índice de reprodução evitando os efeitos da clonagem; estudar cientificamente como auxiliar a adaptabilidade das árvores frente a alterações ambientais; utilizar o melhoramento genético e programas como Pagamento por Serviços Ambientais, Programa Bolsa Floresta, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Programa ABC que contribuíssem para redução do desmatamento nas florestas tropicais.

**Palavras-chave:** Florestal tropical; Amazônia Legal; desmatamento; conservação genética.

## FOREST AND ARGUMENT GENETIC VULNERABILITY ANALYSIS FOR DEFORESTATION REDUCTION

**Abstract:** Forests play an important role in protecting the environment, including soil, water and environmental services. The objective of this study was to understand the definitions that surround the problem of forest cover and its vulnerability and to present arguments for the reduction of forest deforestation. As mitigating factors, solutions for tree vulnerability are presented: genetic conservation and local creation of genetic databases

of natural forests, search for maximum genetic diversity to maintain reproduction index avoiding the effects of cloning; to study scientifically how to help the adaptability of trees to environmental changes; use of genetic improvement and programs such as Payment for Environmental Services, Forest Bag Program, Crop-Livestock-Forest Integration and ABC Program that contributed to reduce deforestation in tropical forests.

**Keywords:** Tropical forest; Amazônia Legal; deforestation; genetic conservation.

## ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD GENÉTICA DE LOS BOSQUES Y ARGUMENTOS PARA REDUCIR LA DEFORESTACIÓN

**Resumen:** Los bosques desempeñan un papel importante en la protección del medio ambiente, incluidos los servicios del suelo, el agua y el medio ambiente. El objetivo de este estudio fue comprender las definiciones que rodean el problema de la cubierta forestal y su vulnerabilidad y presentar argumentos para la reducción de la deforestación forestal. Como factores atenuantes, se presentan soluciones para la vulnerabilidad de los árboles: conservación genética y creación local de bases de datos genéticos de bosques naturales, búsqueda de la máxima diversidad genética para mantener el índice de reproducción evitando los efectos de la clonación; estudiar científicamente cómo ayudar a la adaptabilidad de los árboles a los cambios ambientales; uso de mejoras genéticas y programas como el Pago por Servicios Ambientales, el Programa Bolsa Floresta, la Integración de Cultivos, Ganadería y Bosques y el Programa ABC que contribuyó a reducir la deforestación en los bosques tropicales.

**Palabras clave:** bosque tropical; Amazon legal; deforestación Conservación genética.

---