



# PET NEWS

## IMPACTOS DO AQUECIMENTO GLOBAL: COMO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS AFETAM SOLO, AGRICULTURA E ECOSISTEMAS

Programa de Educação Tutorial - Engenharia Florestal  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos

### APRESENTAÇÃO

No encontro promovido pelo Programa de Educação Tutorial - Engenharia Florestal, tivemos o privilégio de receber uma convidada especial, Larissa Topanotti, especialista em Mudanças Climáticas e seus impactos. Com olhares voltados para a interseção entre meio ambiente e desenvolvimento, Larissa mostrou complexas relações entre o aquecimento global e sua influência no solo, na agricultura e nos delicados ecossistemas que sustentam nossa vida no planeta.

#### NESTA EDIÇÃO:

- APRESENTAÇÃO PÁG.01
- IMPACTO NO SOLO PELO AQUECIMENTO GLOBAL PÁG.01
- MANEJO CORRETO DO SOLO PÁG.03
- DESASTRES NATURAIS PÁG.04

- IMPACTOS CLIMÁTICOS NOS ECOSISTEMAS E MITIGAÇÃO PÁG.05
- REVERTENDO IMPACTOS CLIMÁTICOS PÁG.08
- CONSEQUÊNCIA NA FAUNA E NA FLORA PÁG.09
- MANEJO FLORESTAL E DESASTRES PÁG.09

### IMPACTO NO SOLO PELO AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global é um fenômeno natural que tem por função manter o planeta aquecido através do efeito estufa. No efeito estufa, parte da radiação é absorvida pela terra e oceanos e outra parte é devolvida para o espaço.

Porém, com a crescente concentração de gases, principalmente a partir da Revolução Industrial (séculos XVIII-XIX), parte desse calor não retorna para o espaço, fazendo com que a temperatura aumente cada vez mais. Então, aqui, todas as informações se referem ao agravamento desse fenômeno, que tem sido observado com maior intensidade a partir do século XX. Além disso, esse agravamento vem gerando mudanças globais em todos os níveis (biodiversidade, clima, solo etc.), e pode ser usado como um sinônimo para o termo mudanças climáticas. Assim, o agravamento do aquecimento global acaba por gerar diversos efeitos na composição do solo e atividades agrícolas desenvolvidas nele. O primeiro está relacionado ao aumento da erosão do solo, onde o aumento das temperaturas e as alterações nos padrões de precipitação associadas ao aquecimento global acabam intensificando a ocorrência de eventos de chuvas intensas e ventos mais fortes (Almagro et al., 2017). Com a erosão no solo, há redução de matéria orgânica e nutrientes disponíveis para plantas, o que, por sua vez, pode sobrecarregar corpos d'água com essa carga orgânica e causar problemas para a biodiversidade aquática (proliferação exacerbada de algas, por exemplo). Além disso, a matéria orgânica e nutrientes no solo também

podem permanecer menos tempo no solo devido ao aumento nas taxas de decomposição e da atividade microbiana



**Fonte: Lamyai Shutterstock (2017)**

O segundo se refere a um certo ressecamento do solo, pois temperaturas mais elevadas acabam contribuindo para o aumento das taxas de evaporação do solo.



**Fonte: Arne Hoel/Banco Mundial(2021)** Isso afeta a germinação das sementes, desenvolvimento das raízes e absorção de nutrientes pelas plantas. Combinado a isso, também pode ocorrer um processo de salinização do solo, onde conforme a água evapora, os sais permanecem no solo, o que pode prejudicar o desenvolvimento das plantas.

O terceiro é um dos mais perceptíveis efeitos está relacionado tanto à dinâmica de pragas e doenças, alterações nas estações de cultivos e quanto a redução da área apta para cultivo de determinadas

culturas. As alterações na temperatura e padrão de distribuição de chuvas poderão ter efeitos diretos e indiretos tanto nos patógenos como nas plantas hospedeiras e na interação entre ambos, ou mesmo contribuir (ou não) para a expansão geográfica de pragas pode ser maior e para a ocorrência de fungos e outros patógenos.



**Fonte: Large (2018)**

Um vasto documento criado por diversos pesquisadores com relação aos impactos das mudanças climáticas sobre doenças de diversas culturas brasileiras foi divulgado pela Embrapa e está disponível online (EMBRAPA 2011). Já o desenvolvimento das plantas pode ser antecipado e a duração das estações de cultivo pode ser alterada com temperaturas mais elevadas. Além disso, também há o risco de geadas inesperadas, ou “fora de época”, em períodos em que as culturas já estão em fases avançadas de desenvolvimento, o que pode danificar seriamente a produtividade das culturas agrícolas. Para o cultivo de certas culturas, espera-se uma mudança na área apta para produção, com um cenário de redução para as culturas de soja, arroz, feijão, café e

milho no Brasil (Pellegrino et al., 2007)

## MANEJO CORRETO DO SOLO

Há diversas formas de manejar o solo para mantê-lo saudável. Dentre elas, podemos citar a rotação de culturas, uso de plantas de cobertura, manejo da matéria orgânica, práticas de conservação do solo/controla da erosão, e manejo integrado de pragas, por exemplo.

A rotação de culturas se refere a alternância de diferentes culturas em uma área ao longo do tempo. Como cada cultura tem necessidades nutricionais e impactos diferentes no solo, a rotação ajuda a diversificar a demanda de nutrientes, diminuir a ocorrência de pragas e doenças específicas para cada cultura e melhorar a estrutura do solo.

As plantas de cobertura são fundamentais para manter a saúde do solo. Geralmente, elas são utilizadas para cobrir o solo na ausência de cultivos comerciais, auxiliando na proteção do solo contra erosão, na quantidade de matéria orgânica do solo, e na infiltração de água. Quando incorporadas ao solo, também fornecem nutrientes adicionais, que são utilizados pela cultura seguinte.

O manejo da matéria orgânica também é muito importante. Isso geralmente se dá através do uso e



incorporação de adubos orgânicos, como composto, esterco ou mesmo resíduos de plantas, que melhoram a estrutura do solo, a retenção de água e disponibilidade de nutrientes.

As práticas de conservação do solo se referem ao manejo adequado do solo para evitar a erosão.



**Fonte: Marques (2023)**

Nisso, se enquadram medidas como plantio em curvas de nível, uso de terraços/terraceamento, plantio direto, e cultivo mínimo, os quais ajudam a reduzir a erosão, preservar a umidade, melhorar a estrutura e fertilidade do solo e promover a biodiversidade associada ao solo.



**Fonte: Florestas (2021)**

O manejo integrado de pragas engloba várias estratégias para minimizar o uso de produtos químicos e reduzir os impactos destes no solo e ambiente. Dentre as estratégias, estão a rotação de culturas, o uso de variedades resistentes, o monitoramento de pragas e doenças, uso racional de pesticidas e o controle biológico.

## DESASTRES NATURAIS

O agravamento do aquecimento global tem alterado os padrões climáticos no mundo todo. A frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como tempestades, furacões, enchentes, secas e ondas de calor, tem sido cada vez maior. O aumento do nível do mar, por exemplo, resultado do derretimento das geleiras e calotas polares, tem aumentado a vulnerabilidade de áreas costeiras a inundações costeiras durante tempestades e furacões. As alterações no ciclo de chuvas, com maior capacidade de retenção de água na atmosfera devido ao aquecimento global, têm ocasionado chuvas mais intensas e prolongadas, o que pode causar inundações repentinas, deslizamentos de terra e danos significativos às áreas urbanas e rurais. Por outro lado, essa alteração no ciclo de chuvas também promove a intensidade de duração de secas em



algumas regiões, levando até mesmo a desertificação, em alguns casos. No Brasil, segundo dados do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), espera-se maior frequência e intensidade de enchentes e deslizamento nas regiões Sul e Sudeste e menor quantidade de chuvas combinada a maior frequência de secas na região Nordeste com as mudanças do clima (PBMC 2014). Há, também, um aumento no risco e propagação de incêndios florestais com as temperaturas mais altas e condições de seca, em que há maior evapotranspiração das florestas.



Fonte: Minervino Júnior (2021)

É importante ressaltar que nem todos os desastres naturais estão diretamente relacionados ao agravamento do aquecimento global, já que eventos extremos sempre ocorreram na história da Terra. No entanto, o que observamos agora é um aumento na frequência e a intensidade desses eventos, tornando-os mais devastadores e prejudiciais para as comunidades e o meio ambiente.

Além disso, vale destacar que os impactos de eventos como inundações ou deslizamentos de terras também estão associados à ocupação inadequada do solo, extrema impermeabilização do solo com construções e ruas asfaltadas, moradias em áreas de preservação permanente, áreas inclinadas ou de vegetação ripárias, impermeabilização/canalização de rios, etc, que, por sua vez, estão conectados à falta de planejamento urbano em muitas cidades, mas isso é assunto para uma outra entrevista.

## IMPACTOS CLIMÁTICOS NOS ECOSISTEMAS

### E MITIGAÇÃO

As mudanças climáticas têm impactos significativos nos ecossistemas em todo o mundo. As mudanças climáticas podem afetar a distribuição geográfica das espécies, levando a desequilíbrios nos ecossistemas. Algumas espécies podem não ser capazes de se adaptar ou migrar rapidamente o suficiente para acompanhar as mudanças nas condições climáticas, resultando na perda de biodiversidade e na extinção de espécies. Um exemplo é o prognóstico de distribuição geográfica da nossa Araucária, *Araucaria angustifolia*, onde estudos mostram que a combinação de uso da terra e mudanças climáticas poderão levar essa

espécie a um estágio de grande risco de extinção nas próximas décadas (Marchioro et al., 2020).

As mudanças climáticas também provocam alterações nos habitats e na cadeia alimentar. Com o derretimento das calotas polares e aumento do nível do mar, por exemplo, ocorre a perda de habitat para animais marinhos, como ursos polares, que por sua vez, já enfrentam maiores dificuldades.



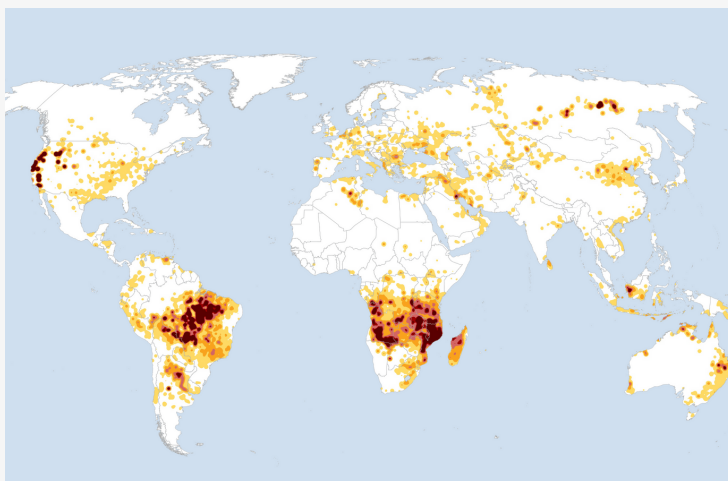
Fonte: Unsplash (2019)

Além disso, há efeitos nos ciclos de vida das plantas e animais, afetando seus padrões de reprodução, migração e hibernação. Por exemplo, o aquecimento das temperaturas pode afetar o momento da floração das plantas, afetando as interações entre plantas e polinizadores, especialmente para culturas agrícolas (Giannini et al., 2012), que dependem fortemente de polinizadores para produzir. Outro exemplo: para a relação entre Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e uma abelha polinizadora, a Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), com uma redução de 94% na associação espacial

entre as duas espécies prevista para os próximos anos (Marchioro et al., 2020).

A mesma tendência foi observada para as relações entre as abelhas *Xylocopa* e o maracujazeiro: redução na sobreposição de áreas adequadas para ambas, aumentando o desencontro espacial entre a cultura e os polinizadores (Bezerra, 2018).

Soma-se a isso, o risco maior de incêndios florestais, em todos os locais do planeta como Canadá, Austrália, Europa, Brasil, por exemplo, incluindo o Paraná (Batista et al., 2014), que resultam diretamente na perda de habitat, destruição de florestas e da biodiversidade nelas presente, e as alterações nos padrões de chuva, que afetam diretamente o desenvolvimento da vegetação, os cursos d'água, e as espécies que dependem e interagem com ambos.



Fonte: Nasa (2020)

Para evitar impactos mais graves, são necessárias ações em diferentes áreas. A primeira delas se refere à mitigação das mudanças climáticas em geral, com redução de emissão de

gases do efeito das mudanças climáticas em geral, com redução de emissão de gases do efeito estufa com uso de energias renováveis, maior eficiência energética, redução do desmatamento, e práticas agrícolas sustentáveis, por exemplo.

Nisso, podemos citar também ações individuais, como buscar utilizar meios de transporte coletivos ou que não gerem emissões, como bicicletas, porém isso também depende da iniciativa pública para organização de transportes públicos mais eficientes e construção de ciclovias.



**Fonte: Conexão Planeta (2020)**

Entretanto, mesmo que enquanto indivíduos, nós adotemos práticas mais sustentáveis, é importante ser críticos com relação ao sistema em que vivemos, exigindo mudanças nos padrões de produção de grandes empresas.

Além disso, a colaboração e cooperação entre os países são essenciais para enfrentar os desafios das mudanças climáticas. Acordos internacionais, como o Acordo de Paris,

buscam unir esforços globais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover ações coletivas para proteger os ecossistemas, e é nosso papel como cidadão reivindicar ações governamentais comprometidas com o clima.



**Fonte: Oca Energia (2021)**

Com relação aos ecossistemas, a conservação e a restauração destes desempenham um papel crucial na absorção de carbono e na proteção da biodiversidade. Conservar florestas, manguezais, pântanos e outros ecossistemas naturais ajuda a mitigar as mudanças climáticas, por meio do sequestro de carbono, proteção do solo, estabilização de encostas etc. Além disso, há algumas estratégias para proteger e gerenciar ecossistemas vulneráveis, como a criação e/ou expansão de áreas protegidas, que é uma das soluções esperadas para a proteção de espécies como a Araucária (Castro et al., 2020), restauração de habitats/áreas degradadas, gestão de recursos hídricos, implementação de práticas de manejo sustentável,



corredores ecológicos, conservação de áreas naturais, o combate à caça ilegal e ao comércio de espécies ameaçadas, e a promoção de práticas agrícolas e pesqueiras sustentáveis.

## REVERTENDO IMPACTOS CLIMÁTICOS

Embora a situação com relação as mudanças climáticas seja alarmante, ainda é possível tomar ações para limitar os piores impactos e trabalhar em direção a um futuro mais sustentável.

Embora certos efeitos das mudanças climáticas sejam irreversíveis no curto prazo, é importante lembrar que as ações tomadas agora podem fazer a diferença no longo prazo.

Dentre elas, estão a 1) redução das emissões de gases de efeito estufa, com uso de energias renováveis;



Fonte: Sustentável (2019)

2) medidas de adaptação e resiliência para enfrentar os impactos inevitáveis das mudanças climáticas, como o desenvolvimento de infraestrutura resistente ao clima, o gerenciamento

sustentável dos recursos naturais e a implementação de práticas agrícolas e florestais adaptadas; 3) conservação e restauração de ecossistemas; 4) cooperação internacional, onde os países devem estabelecer metas ambiciosas de redução de emissões, compartilhar conhecimentos e tecnologias, e apoiar financeiramente os países mais vulneráveis a se adaptarem e mitigarem os impactos das mudanças climáticas; 5) ação individual e engajamento cívico, onde podemos adotar escolhas sustentáveis em sua vida diária, como reduzir o consumo de energia, optar por transportes mais limpos, reduzir o desperdício e apoiar iniciativas e políticas ambientais;



Fonte: Paiva (2023)

6) ação de governos, empresas e organizações não governamentais para transitar para uma economia de baixo carbono; 7) incentivo e financiamento de projetos de pesquisa nas mais diferentes áreas voltado aos impactos das mudanças climáticas, zoneamento

e monitoramento do clima e da mudança do uso da terra e estratégias de mitigação dos mesmos e prevenção de desastres naturais.

## CONSEQUÊNCIA NA FAUNA E NA FLORA

De maneira semelhante aos ecossistemas, pois fauna e flora fazem parte dos mesmos, o aumento da temperatura tem efeitos significativos na fauna e na flora. A começar pela migração de espécies, onde várias espécies de plantas e animais são forçadas a se mover para locais onde as condições sejam mais favoráveis.

Entretanto, isso, para as plantas, ocorre de maneira muito mais lenta. De qualquer maneira, isso acaba resultando em mudanças na distribuição geográfica das espécies, provocando um desequilíbrio nos ecossistemas e afetando a interação entre espécies. Outro aspecto se refere a alterações nos ciclos de vida, onde as datas de floração e frutificação de plantas podem ser afetadas, com efeito direto na disponibilidade de alimentos para polinizadores, por exemplo.

No caso de cultivos agrícolas, onde as abelhas cumprem papel fundamental na polinização, espera-se grandes alterações na interação entre esses grupos, prejudicando, também, a produção agrícola. Nesse sentido, muitas espécies provavelmente não

serão capazes de se adaptar na mesma velocidade que as mudanças climáticas estão acontecendo, acarretando também na extinção e/ou perda de diversidade genética de muitas delas.

Com relação ao aumento do nível do mar, muitos habitats costeiros e espécies adaptadas a essas áreas ficam ameaçados; o padrão é semelhante para os organismos associados à água doce, como rios e lagos, onde as alterações no ciclo de chuva também podem afetar seu desenvolvimento e sobrevivência.



Fonte: Meteored (2020)

## MANEJO FLORESTAL E DESASTRES

Antes de falar sobre o manejo florestal, vamos falar da importância das florestas nesse contexto. As florestas são fundamentais para amenizar os efeitos de chuvas fortes e de secas, evitando e/ou retardando a formação de enxurradas ou inundações. O volume de água retido pelas florestas depende de características como área de cobertura florestal, a composição de espécies, densidade de árvores, idade e número



de camadas verticais na floresta. Parte da água da chuva acaba permanecendo nas copas e depois evapora a partir da copa mesmo.



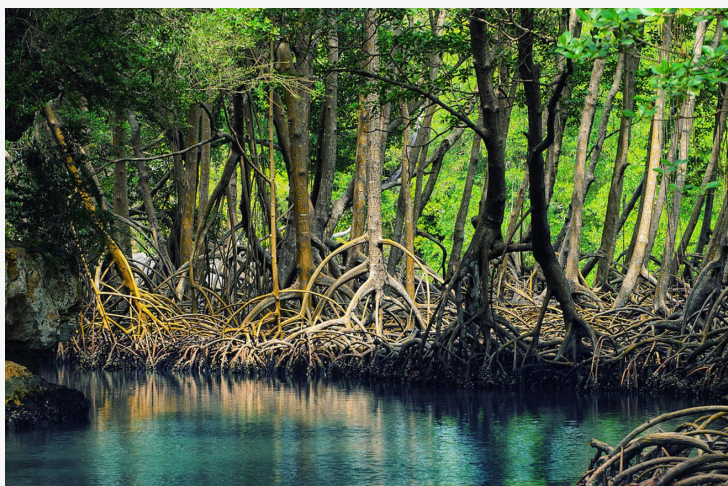
**Fonte: Servioeste (2019)**

Já as raízes das árvores auxiliam na aeração e consequente infiltração da água no solo, além da serrapilheira, que também auxilia a manter a água e umidade do solo. Tudo isso faz com que a água das chuvas demore muito mais tempo para chegar a rios ou águas subterrâneas. Em geral, estudos apontam que florestas podem manter em torno de 75% da água da chuva através de suas diferentes estruturas (folhas, troncos, raízes, serrapilheira, etc) (Çelik 2008).

Dessa forma, as florestas contribuem diretamente para a conservação da umidade do solo, estabilidade de encostas, redução de erosão, e na proteção das bacias hidrográficas, servindo como uma fonte de água limpa. Além disso, as florestas estocam carbono, o que é fundamental para mitigar as mudanças climáticas e, diferentemente de oceanos, florestas

são possivelmente o único instrumento que podemos manejar, já que podemos plantar e cortar árvores.

Além disso, outros tipos de vegetação também têm papel importante na mitigação das mudanças climáticas. Os manguezais e dunas de areia, por exemplo, auxiliam a reduzir as ressacas de tempestades, ventos fortes, energia das ondas (juntamente com recifes de corais) e, conseqüentemente, os danos causados por potenciais inundações costeiras. Com espaço suficiente disponível, os manguezais são possivelmente mais baratos que paredões e podem facilmente acompanhar o nível do mar devido à sedimentação (Tijssen, 2017).



**Fonte: WkiMedia (2019)**

Nessa conjuntura de mudanças climáticas, o manejo florestal é de suma importância para a mitigação e prevenção de desastres naturais. É através do manejo florestal adequado que se pode manter uma diversidade estrutural nas florestas para aumentar o volume de água retido pelas mesmas, ou aumentar a capacidade de



estocagem de carbono de determinada área através de projetos de reflorestamento e restauração de áreas degradadas, por exemplo. Algo que definitivamente aumenta a resiliência das florestas e auxilia na mitigação das mudanças climáticas é a adoção de florestas com maior diversidade (duas ou mais espécies ao invés de um monocultivo, ou blocos com diferentes espécies em uma área grande), o que, devido a diferentes características e necessidades nutricionais das espécies, promove maior diversidade estrutural, maior aeração do solo, maior biodiversidade associada (habitat para diferentes espécies de animais, por exemplo), etc. Além disso, a capacidade de filtração e retenção de águas pelas florestas é bem maior em um sistema de cobertura florestal contínua do que em um sistema de rotação (com corte caso, como é adotado na maioria das florestas plantadas no Brasil) (Seidl et al., 2014). Na Europa, o manejo florestal tem focado no sistema de cobertura florestal contínua, em que a ideia é sempre manter uma cobertura florestal, com árvores no dossel.

Dentro disso, há também a adoção de práticas que aumentem a diversidade das florestas, como o manejo voltado a florestas mistas, que consistem na adoção de duas ou mais espécies de árvores cultivadas na mesma área, como uma estratégia para aumentar a resiliência dessas florestas às mudanças climáticas e a desastres

naturais (Pretzsch et al., 2017), como tempestades, ventanias e fogo, que são as principais fontes de distúrbio nas florestas europeias (Seidl et al., 2014). Ainda nesse contexto, estratégias de adaptação ativa às mudanças do clima adotadas na Europa se referem a buscar a combinação de espécies tolerantes com espécies menos tolerantes (à seca, por exemplo) ou diminuir o período de rotação das florestas para mitigar o risco de queda pelo vento (Bolte et al., 2009). Para as florestas plantadas no Brasil, uma estratégia seria também promover florestas mais diversas, mesmo que, a princípio, a nível experimental, mas é fundamental buscarmos opções mais diversas do que monocultivos de Pinus ou Eucalipto. Além disso, também é urgente ampliar sistemas de cultivo mais diversos, como agroflorestas ou sistemas agrosilvopastoris, reduzir o desmatamento e restaurar os milhões de hectares de áreas degradadas que temos, contribuindo, assim, para um aumento no processo de estoque de carbono.



Fonte: Ecoporé (2020)



# PET NEWS

## PRODUÇÃO

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL EM  
ENGENHARIA FLORESTAL - UTFPR-DV

## TEXTO

LARISSA TOPANOTTI

## REVISÃO

PROF<sup>a</sup>. DRA. MARIA MADALENA SANTOS DA SILVA

## EDIÇÃO

GABRIEL MICHALICHEN  
GUILHERME ATILA RIBEIRO SÁRKÁNY  
JAQUELINE CAVALLI  
WELLIGTON MATEUS RIBEIRO DZINDZIK  
ROSIELE FARIAS DA SILVA

**INSTAGRAM:** [@PET\\_FLORESTAL](https://www.instagram.com/PET_FLORESTAL)

**SITE:** [PETFLORESTALUTFPR.COM.BR](http://PETFLORESTALUTFPR.COM.BR)



Engenharia  
Florestal