

PROJETO DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO: O AUMENTO DO EFEITO ESTUFA E OS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA

RESUMO

Compreender a interação entre clima e dinâmica de uso da terra é uma preocupação fundamental para avaliar a vulnerabilidade da Amazônia às mudanças climáticas. Neste estudo, analisamos séries temporais mensais e anuais derivadas de satélite de precipitação, incêndios e desmatamento para quantificar explicitamente os padrões sazonais e as relações entre essas três variáveis, com um foco particular na seca amazônica de 2005. Nossos resultados demonstram uma acentuada sazonalidade com um pico por ano para todas as variáveis analisadas, exceto desmatamento. Para o ciclo anual, encontramos correlações acima de 90% com defasagem de tempo entre as variáveis. O desmatamento e as queimadas atingem os maiores valores três e seis meses, respectivamente, após o pico da estação chuvosa ($r^2 = 0,84, p = 0,004$). Durante a seca de 2005, o número de pixels quentes aumentou 43% em relação ao valor esperado para uma área desmatada semelhante (aprox. 19 000 km²). Demonstramos que formantes antropogênicas, como mudanças no uso da terra, são decisivas para determinar a sazonalidade e os padrões anuais de ocorrência de incêndios. Além disso, as secas podem aumentar significativamente o número de incêndios na região, mesmo com a diminuição das taxas de desmatamento. Podemos esperar que o desmatamento em curso, atualmente baseado em procedimentos de corte e queima, e o uso de queimadas para manejo da terra na Amazônia irão intensificar o impacto das secas associadas à variabilidade climática natural ou mudança climática induzida pelo homem e, portanto, uma grande área da orla da floresta estará sob maior risco de incêndios.

Palavras-Chave: Incêndios; Amazonia; Seca; Desmatamento.

1. INTRODUÇÃO

Há uma preocupação crescente com os impactos das mudanças climáticas sobre a estabilidade dos processos ecológicos na Amazônia, os feedbacks resultantes do sistema de circulação local para o global e as conseqüências daí decorrentes para as populações vegetais, animais e humanas.

Alguns modelos de circulação global sugerem que a Amazônia pode ser vulnerável à secagem extrema em resposta a mudanças de circulação induzidas pelo aquecimento global (Li et al. 2006), possivelmente levando à morte da floresta tropical com potencial aceleração do aquecimento global (Cox et al. 2004)

As secas amazônicas têm sido fortemente relacionadas aos eventos El Niño, como em 1982/1983, 1986/1987 e 1997/1998 (Marengo 1992; Uvo et al. 1998; Ronchail et al. 2002; Marengo 2004) e mais recentemente ao tropical Anomalias da temperatura da superfície do mar no Atlântico (TSM) associadas à Oscilação Multidecadal do Atlântico (Li et al. 2006; Good et al. 2008; Marengo et al. No prelo). O aumento da TSM do Atlântico

tropical sozinho foi implicado como um fator causal da severa seca que afetou a Amazônia em 2005 (Marengo et al. no prelo).

Os impactos da redução das chuvas sobre a Amazônia são provavelmente exacerbados pelas interações sinérgicas entre outros fatores antrópicos forçantes, como desmatamento e incêndios (Cochrane & Laurance 2002; Hutyra et al. 2005).

Feedbacks positivos entre desmatamento, incêndios e secas foram relatados anteriormente (por exemplo, Cochrane et al. 1999; Laurance & Williamson 2001) A seca por si só reduz o crescimento das árvores, aumenta a mortalidade das árvores (principalmente nas bordas da floresta) e aumenta a queda de folhas.

Esse processo leva ao aumento da abertura do dossel e da insolação do sub-bosque com conseqüente secagem da serapilheira acumulada. Quando essas condições são combinadas com intensa degradação florestal por meio de efeitos de borda e exploração madeireira, o risco de incêndios florestais pode aumentar dramaticamente na Amazônia (Uhl & Kauffman 1990; Cochrane & Schulze 1999; Cochrane et al. 1999; Laurance & Williamson 2001; Barlow & Peres 2004; Nepstad et al. 2004).

Por outro lado, a conversão florestal em grande escala (Nobre et al. 1991; Laurance & Williamson 2001; Laurance et al. 2002; Silva Dias et al. 2005; Costa et al. 2007) e a fumaça de incêndios (Rosenfeld 1999; Ackerman et al. 2000; Artaxo et al. 2005) podem promover uma redução nas chuvas nessas áreas. Essa cadeia de eventos gera um ciclo de feedback positivo que aumenta a vulnerabilidade da Amazônia às mudanças climáticas.

Neste estudo, focamos na Amazônia brasileira, onde os dados estão prontamente disponíveis. Aqui, usamos séries temporais derivadas de satélite de chuva, incêndios e desmatamento para quantificar explicitamente os padrões sazonais dessas três variáveis e suas relações, com um foco particular na seca de 2005 na Amazônia.

Além disso, investigamos como a chuva e o desmatamento influenciam a dinâmica do fogo nas escalas de tempo mensal e anual. Por fim, discutimos como a variabilidade climática e a ocorrência de secas, desmatamento e incêndios podem potencialmente aumentar a vulnerabilidade da Amazônia às mudanças climáticas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo é levar conhecimento de algumas iniciativas, como a criação do estatuto de Reservas Extrativistas, o Programa Piloto de Conservação da Floresta Tropical Brasileira (PPG7), e o projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

Em menor escala, levar aos interessados o conhecimento sobre o projeto '**Roça sem Queimar**', que significa cultivo sem uso de fogueira, liderado por uma organização não governamental em associação com agricultores locais, é uma experiência pioneira que tem sido utilizada como alternativa ao tradicional corte e processo de queima em alguns municípios amazônicos da região do Xingu (Silva et al. 2006).

Fornecer também conhecimentos necessários para que a população em questão possa fazer uma série temporal, que inclui dados mensais de desmatamento, fornecer uma descrição de alta resolução temporal das interações entre a dinâmica do uso da terra e o clima.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar uma discussão sobre chuvas, incêndios e desmatamento.
- Entender sobre as interações entre o uso da terra e as mudanças climáticas e a vulnerabilidade da Amazônia.
- Discutir e apresentar dados sobre a Influência da precipitação mensal e anual e do desmatamento na dinâmica do fogo.
- Sinalizar os efeitos ambientais de incêndios florestais.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. UMA DISCUSSÃO SOBRE CHUVAS, INCÊNDIOS E DESMATAMENTO

Nossa análise indica que, em média, a estação seca (precipitação abaixo de 100 mm por mês, com base em Aragão *et al.* 2007) persiste de julho a setembro na maior parte dos anos analisados, exceto 2005, quando a estação seca começou em junho, em associação com a seca que atingiu a bacia neste ano. Tanto o desmatamento quanto os pixels quentes atingiram o pico durante a estação seca na Amazônia. O maior pico de desmatamento é observado em maio, enquanto o pico de pixels quentes coincide com os meses de menor precipitação, agosto e setembro.

O sinal sazonal de incêndios observado aqui pode ser decomposto em três tipos distintos: (i) áreas que foram desmatadas e queimadas no mesmo ano, (ii) áreas que foram desmatadas em anos anteriores e queimadas posteriormente, e (iii) incêndios em vegetação natural e outras áreas não florestais que não estão incluídas no conjunto de dados do INPE. Para investigar a contribuição relativa de cada uma dessas categorias para o número total de pixels quentes observados, o mapa de pixels quentes de 2005 foi sobreposto ao mapa de desmatamento derivado dos dados do INPE-DETER e subdividido em classes de cobertura do solo.

Nossos resultados demonstram que incêndios em áreas desmatadas contribuíram com 60% do número total de detecções de pixels quentes em 2005. Dos 40% restantes de detecções, 28% ocorreram em florestas e 12% em áreas consideradas não florestais nas terras do INPE classificação de capa.

Os pixels quentes em áreas desmatadas durante 2005 e até 2004 contribuíram com 8 e 92%, respectivamente, do número total de detecções em áreas desmatadas. Por outro lado, a grande porcentagem de pixels quentes detectados nas florestas durante 2005 foi associada ao vazamento de incêndios das áreas desmatadas para as bordas da floresta sob pressão da seca (Aragão et al. 2007).

A análise espectral dos dados mensais enfatizou uma variação sazonal clara em todas as séries temporais analisadas, já que todos os espectros de potência mostraram um pico para uma frequência de um ciclo ano. O desmatamento, no entanto, é dominado por outro pico em dois ciclos ano.

Os espectros de coerência que a correlação entre todas as séries temporais foi superior a 90% para uma periodicidade anual (ou seja, um ciclo ano). Focando na frequência anual coerente, o espectro de fase mostrou uma mudança de fase de aproximadamente $\pi / 2$ para a relação entre pixels quentes e desmatamento, o que significa que o desmatamento levou à presença de pixels quentes por aproximadamente três meses (observe que em um ciclo ano, 2π , π e $\pi/2$ são equivalentes a 12, 6 e 3 meses de defasagem, respectivamente).

Da mesma forma, a relação entre chuva e desmatamento teve uma mudança de fase de aproximadamente $\pi / 2$, o que indica que o pico da chuva precede o pico do desmatamento em três meses; no entanto, o segundo pico de desmatamento destacado nos espectros de energia coincide com o pico da estação seca. Por fim, a comparação entre chuva e pixels quentes revelou, como esperado, que a chuva estava negativamente correlacionada (mudança de fase

de π) com o número de pixels quentes. Portanto, o pico de detecção de pixels quentes corresponde ao pico da estação seca na Amazônia sem intervalo de tempo.

Esses resultados elucidaram a interação entre clima e práticas de uso da terra, descrevendo o momento das atividades de corte e queimada na Amazônia brasileira. Em resumo, aproximadamente três meses após o pico da estação chuvosa, o desmatamento atinge seus maiores valores anuais.

Nesse caso, há uma ação prognóstica em relação ao pico da estação seca, dando tempo para a madeira caída secar até o mês mais seco. Posteriormente, durante o pico da estação seca (valores mínimos de chuva), os agricultores atearam fogo ao material seco do solo e os valores de pixel quente atingiram seu máximo.

(b) Influência da precipitação mensal e anual e do desmatamento na dinâmica do fogo

Na escala de tempo mensal, a área desmatada aumenta exponencialmente com a diminuição da chuva assumindo a defasagem de três meses definida na análise espectral no material suplementar eletrônico.

(c) Interações entre o uso da terra e as mudanças climáticas e a vulnerabilidade da Amazônia

Na última década, a Amazônia experimentou duas secas, em 1997/1998 e 2005. Ambas as secas causaram anomalias significativas nas chuvas e estresse hidrológico, aumentando significativamente o número de incêndios detectados nesta região (Aragão et al. 2007). Espera-se que as áreas afetadas por incêndios se tornem mais vulneráveis a incêndios recorrentes (Uhl&Kauffman 1990; Cochrane &Schulze 1999; Nepstad et al. 1999).

A interação entre o uso da terra e as mudanças climáticas provavelmente gerará um feedback positivo (por exemplo, Cochrane et al. 1999), aumentando a vulnerabilidade da Amazônia às mudanças climáticas, e terá efeitos significativos no ciclo global do carbono. Por exemplo, o fluxo global estimado de CO₂ para a atmosfera a partir da mudança no uso da terra foi de 1,6 (0,5–2,7) Pg C ano⁻¹ para a década de 1990, 22% do total de emissões antrópicas (Denman et al. 2007). A Amazônia brasileira sozinha pode produzir um fluxo líquido de carbono da biosfera para a atmosfera de 0,1–0,4 Pg C ano⁻¹, devido à mudança no uso da terra (Houghton et al. 2000) Isso é equivalente a 6–25% do total de emissões de

carbono das mudanças no uso da terra. Essas emissões podem ultrapassar o sumidouro de carbono calculado para os ecossistemas não perturbados nesta região (Nepstad et al. 1999; Barlow & Peres 2004; Malhi & Phillips 2004; Phillips et al. 2008).

O efeito do desmatamento sobre os impactos do fogo provavelmente será exacerbado por eventos de seca, que podem se tornar mais frequentes em alguns cenários de mudanças climáticas (Timmermann 1999; Cox et al. 2004; Li et al. 2008). Com base na relação encontrada entre área desmatada e pixels quentes (figura 4, equação (3.3)), investigamos o impacto da seca e do desmatamento nos padrões de fogo, não considerando quaisquer variáveis políticas e econômicas que possam influenciar a dinâmica do fogo na região. Estimamos que durante a seca de 2005, o número de pixels quentes (160 464 detecções) foi 43% maior do que o valor esperado para uma área desmatada semelhante (aproximadamente 19.000 km²). Usando a equação (3.3), calculamos os valores esperados em condições 'normais' e 'secas' para estimar o impacto da seca com o aumento do desmatamento nas contagens de pixels quentes.

Descobrimos que a taxa de detecção de pixels quentes por quilômetro quadrado de área desmatada anualmente dobraria sob condições semelhantes à seca de 2005. Além disso, a diferença entre o número de pixels quentes em condições normais e secas aumenta linearmente com o aumento da área desmatada a uma taxa de 6,3 detecções por quilômetro quadrado de área desmatada anualmente (figura S2 no material eletrônico suplementar). Com base nessas estimativas, pode-se antecipar que o aumento da taxa de contagens de pixels quentes sob condições de seca provavelmente aumentará a área de florestas afetadas por incêndios e, conseqüentemente, levará ao aumento de CO₂ emissões para a atmosfera devido à queima de biomassa.

3.2. EFEITOS AMBIENTAIS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

O efeito imediato dos incêndios é a produção e liberação na atmosfera de gases e partículas resultantes da combustão da biomassa, proveniente de florestas (tropicais, temperadas e boreais), pastagens e terras agrícolas submetidas a preparo do solo. Depois do vapor d'água, o dióxido de carbono é o gás de efeito estufa mais importante, e sua concentração está aumentando a uma taxa média anual de 0,5%. As razões para esse aumento são muitas. No caso florestal, o mais importante é a combustão sustentada das florestas

tropicais do cinturão equatorial terrestre, que gera enormes emissões de dióxido de carbono, monóxido de carbono, gás metano e outros vestígios de gases.

Durante a queima de uma floresta, o dióxido de carbono armazenado por árvores por décadas é liberado na atmosfera em questão de horas. Conseqüentemente, se a vegetação queimada não se regenerar, o dióxido de carbono liberado permanece na atmosfera. Esses gases liberados contribuem para o aquecimento global, desencadeando gradualmente as mudanças climáticas globais.

No entanto, deve-se observar que atualmente as emissões de dióxido de carbono por incêndios e queimadas são responsáveis por menos de 25% das emissões totais desse gás no mundo. Por meios computacionais, prevê-se que, no futuro, os incêndios florestais se tornarão cada vez mais frequentes e agressivos, visto que a mudança das condições climáticas vai favorecer cada vez mais a iniciação e propagação do fogo, causando efeitos nocivos à saúde humana, especialmente em doenças respiratórias.

Por outro lado, os incêndios florestais liberam grandes quantidades de material particulado na atmosfera. Nesse sentido, pode-se questionar qual é o valor real das emissões de gases de efeito estufa atribuíveis a essa causa e qual a magnitude de seus efeitos na atmosfera e na saúde humana, em comparação com outras fontes importantes de poluição. Os cientistas da NASA têm trabalhado para elucidar essas questões.

Por exemplo, foi determinado que a composição e a quantidade de gases emitidos por incêndios florestais variam muito de acordo com o tipo de ecossistema afetado. Como resultado, os cientistas classificaram os tipos de ecossistemas e grupos de vegetação, bem como modelos de combustão para determinar as emissões de cada ecossistema, com base na temperatura atingida pelo fogo.

Da mesma forma, foi determinado que, ao nível do solo, a ação do fogo promove um aumento da emissão de gases com efeito de estufa em resultado do aumento da atividade bacteriana pós-incêndio. A quantidade desses gases produzidos pelas bactérias após um incêndio pode até mesmo exceder as emissões produzidas durante a própria combustão.

Por mais de duas décadas, agências internacionais se os cientistas têm estudado o efeito dos incêndios florestais na paisagem, seus sistemas ecológicos, saúde humana e atividade econômica e sociocultural. A questão é particularmente importante dada a enorme taxa de emissões para a atmosfera.

Isto é Por esse motivo, têm sido desenvolvidos modelos preditivos e grandes bancos de dados que procuram representar de forma espacial e temporal a liberação de gases na atmosfera em decorrência de incêndios, bem como sua contribuição e relações com o efeito estufa, o movimento de massas para diferentes camadas da atmosfera, a sazonalidade dos eventos, a caracterização dos gases liberados de acordo com o tipo de vegetação presente nos grandes ecossistemas, o efeito das queimadas no ciclo hidrológico, perdas de solo, fauna e paisagem

Nesse sentido, não há dúvida de que muitos ecossistemas naturais dependem em grande medida da dinâmica natural do fogo, principalmente para os processos de semente e sucessão ecológica. Os efeitos negativos, no entanto, são perceptíveis em ambientes não adaptados ao fogo e com o fator humano como agente iniciador do fogo.

Além da poluição do ar pelas emissões durante e após os incêndios, outros efeitos negativos se refletem na perda da cobertura vegetal, processos de sedimentação de canais, perda de biodiversidade, poluição da água, processos de erosão, mudanças microclimáticas, alteração nos processos migratórios e outros inúmeros efeitos, muitos dos quais só aparecem após dezenas de anos.

3.3. POSSIBILIDADE DE RESOLVER O PROBLEMA

O cenário mundial em torno do assunto mudou substancialmente nos últimos cinco anos. As consequências negativas do chamado “efeito estufa” no planeta e sua relação com as mudanças climáticas, a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997 por grande parte das nações desenvolvidas, os efeitos crescentes da globalização e a preocupação com a conservação da biodiversidade, têm favorecido a criação de alianças internacionais e a troca de experiências entre especialistas sobre a necessidade de enfrentar a questão dos incêndios florestais de uma perspectiva global.

Por outro lado, e em um contexto mais amplo, as emissões de gases de efeito estufa - incluindo aquelas derivadas de Os incêndios florestais - e a adaptação das nações industrializadas e dos países em desenvolvimento às mudanças climáticas são questões que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas já se propôs abordar com a colaboração de nações, incluindo o Brasil.

Nesta mesma área, entre os acordos assinados entre os governos do Brasil e do Canadá, está implícito o compromisso com a cooperação e a proteção do meio ambiente,

como parte das metas e objetivos ambientais contemplados no âmbito do Acordo de Livre Comércio.

Sem dúvida, o problema dos incêndios florestais apresenta nuances diferentes dependendo da região, magnitude e oportunidade em que ocorrem. Mesmo assim, existem aspectos comuns a muitos países que possuem extensas áreas florestais e que são repetidamente afetados por desastres. Portanto, é isso

Os organismos internacionais e as políticas de cada nação devem abordar temas tão importantes como a promoção de políticas de educação e divulgação em diferentes níveis socioculturais, investindo ainda mais na conservação florestal, avançando na consolidação de redes internacionais de cooperação em pesquisa, estudando os expansão de áreas urbanas para áreas florestais, restauração de ecossistemas queimados, fortalecimento de mecanismos de previsão, detecção e monitoramento de incêndios, capacitação da população rural para o uso responsável do fogo e promoção da pesquisa local

inseridos em políticas claras e adequadamente articulados com outras instituições. Muitos foram os avanços dos países industrializados, e não menos os desafios para o resto das nações que apresentam este tipo de problemas ambientais. Somente pelos caminhos descritos acima será possível materializar inúmeros aspectos que ainda estão pendentes no estudo dos efeitos dos incêndios florestais sobre o meio ambiente, um problema atual e de conotação global.

3.4. SÍNTESE GLOBAL

A ação do fogo sobre o meio ambiente sofreu mudanças importantes em sua própria concepção. Seu papel ecológico no funcionamento e manutenção dos ecossistemas tem sido ofuscado pelos enormes desastres que uso e ignorância de seus efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Muitas espécies de animais e plantas estão desaparecendo devido a incêndios e desmatamentos, causando efeitos devastadores nos delicados ecossistemas do planeta.

O progresso das nações industrializadas aliado a uma crescente demanda por alimentos e bens e serviços das florestas, tem favorecido a emissão de poluentes e com ela o aumento dos gases de efeito estufa. As mudanças climáticas que estão ocorrendo atualmente no planeta são parcialmente atribuíveis aos incêndios florestais.

Embora seja verdade, ainda há muitos questionamentos sobre a magnitude dos efeitos dos incêndios florestais nas mudanças climáticas, sem dúvida que estes sempre ocorrerão, por isso é necessário continuar avançando na busca de novas alternativas de educação e prevenção de incêndios, ele o reconhecimento do papel benéfico do fogo sob uso responsável, a coleta, avaliação e troca de experiências em informações globais sobre incêndios, e um impulso ao desenvolvimento e fortalecimento de políticas nacionais de manejo do fogo, especialmente nos países em desenvolvimento.

A integração territorial e cultural como elemento prevenção de incêndio florestal

Os incêndios florestais em muitas regiões do mundo e em nosso país são uma importante causa de destruição florestal, constituindo uma ameaça ao manejo sustentável dos recursos naturais e ao cuidado com o meio ambiente. Além do impacto negativo que causam nos ecossistemas e recursos associados, os incêndios contribuem para a degradação do meio ambiente

rural e / ou urbano onde ocorrem. O principal agente na geração de incêndios florestais é o ser humano, causando-os muitas vezes de forma consciente e deliberada, como aponta Miguel Castillo em seu artigo, identificando as causas, impactos e a forma de abordar a prevenção dessas catástrofes.

No Brasil, os incêndios florestais ocorrem principalmente nas zonas Centro e Centro-Sul, especialmente entre a Região V, com alta densidade populacional, e a Região X, com maior índice de biodiversidade. A temporada de maior risco de incêndios florestais é entre novembro e março, meses em que, em média, são registrados cerca de 5.500 acidentes desse tipo, afetando uma área de cerca de 50 mil hectares de pastagens, arbustos, plantações florestais e florestas. nativo.

A monocultura de grandes áreas com pinheiro radiata, eucalipto e outras espécies introduzidas entre a Região V e X, além de sua importância econômica e sua contribuição para o setor florestal industrial, tem sido um fator que tem aumentado o risco de incêndios florestais.

Se considerarmos que grande parte dos incêndios são causados intencionalmente, as relações entre a comunidade local e as empresas florestais tornam-se cada vez mais importantes para preveni-los.

catástrofes, bem como programas de educação e prevenção ambiental. Neste sentido, as empresas florestais da Região do Biobío têm obtido bons resultados com a aplicação das chamadas políticas de “boa vizinhança”, que visam fortalecer os laços de cooperação mútua entre as comunidades locais e as comunidades locais.

O negócio. No entanto, continuam ocorrendo incêndios intencionais na mesma região e na Região de Araucanía, como resultado de conflitos não resolvidos entre comunidades rurais e empresas florestais.

Muitos desses conflitos são de origem histórica e estão relacionados à posse e ao acesso ao uso da terra, água, subsolo, vegetação e fauna, o que tem contribuído para gerar um clima de tensão nessas áreas.

No Brasil, fala-se do "conflito Mapuche" e sua suposta relação com ataques à propriedade privada e as graves consequências que esses eventos tiveram sobre os ativos de grandes consórcios madeireiros. Desta forma, e por meio de uma campanha para estigmatizar os grupos Mapuche das VIII e IX Regiões, a imprensa noticiou que os incêndios originados na área do conflito Mapuche, especialmente entre 1998 e 1999, foram intencionais e tiveram causado prejuízos que ultrapassaram os 11 milhões de dólares com a queima de florestas, edifícios, veículos e instalações, atribuindo essas ações a grupos subversivos Mapuche CORMA (Corporación de la Madera) reconheceu a multiplicidade das causas dos incêndios, entre as quais se destacam as queimadas ilegais, o uso indevido do fogo e a negligência das pessoas que diariamente transitam pelas instalações, não atribuindo diretamente a sua causalidade para grupos Mapuche. No entanto, a própria CORMA denunciou a ação concertada de grupos que "agindo de forma terrorista" têm atacado os ativos florestais de empresas na região do Biobío e La Araucanía, particularmente em áreas de conflito com comunidades indígenas, situação que teria sido observada em voos preventivos realizados por empresas florestais.

Em suma, o que estamos observando atualmente é apenas a manifestação de um problema histórico que poderíamos resumir em um permanente “divórcio cultural” entre a sociedade nacional e a sociedade mapuche, cuja origem tem sido a contínua desapropriação de seus territórios e a aplicação sistemática por parte de do estado Brasileiro políticas integracionistas e assimilacionistas. As empresas florestais têm atuado dentro dessa lógica, herdando conflitos do passado e contribuindo, de outra forma, para restringir ou limitar os direitos territoriais dos grupos Mapuche, expressão final da sua cultura.

Para avançar na superação desses problemas, deve-se reconhecer que o conflito existe, com todas as suas nuances e fatores causais. Em outras palavras, o objetivo não seria evitar conflitos em um lugar ou em uma situação onde eles necessariamente devam ocorrer, mas permitir que o conflito se desenvolva dentro de um contexto de trabalho no qual soluções apropriadas podem surgir.

Uma perspectiva encorajadora sobre o assunto está ligada aos compromissos que as empresas assumem ao certificar as suas plantações pelas normas internacionais de Gestão Florestal Sustentável, situação que contribui para reduzir os riscos de incêndio ao melhorar substancialmente as relações entre as empresas e comunidades locais onde estão inseridas atividades florestais

4. METODOLOGIA

(a) Conjuntos de dados de chuva, incêndio e desmatamento

Usamos uma série temporal (janeiro de 1998 a dezembro de 2006) de precipitação mensal cumulativa (mm por mês) derivada dos dados de missão de medição de chuva tropical (TRMM 3B43-v6) com resolução espacial de $0,25^\circ$ (NASA 2006). A validação deste conjunto de dados mostrou que o produto TRMM captura os padrões de chuva da região amazônica com precisão (Aragão *et al.* 2007).

O conjunto de dados INPE-DETER (Detecção de Áreas Desmatadas em Tempo Real) (INPE 2006 *a*) foi usado para quantificar a área mensal acumulada (km^2) de polígonos desmatados (abril de 2004 a outubro de 2005 e março de 2006 a setembro de 2006). Os valores de desmatamento para quatro meses ausentes (novembro de 2005 a fevereiro de 2006) foram estimados usando valores proporcionais entre os meses subsequentes do ano anterior. Além disso, a série temporal (1998–2005) de área desmatada acumulada anual foi obtida do conjunto de dados INPE-PRODES (Avaliação do Desmatamento na Amazônia Brasileira) (INPE 2005).

As contagens de pixels quentes foram derivadas do banco de dados NOAA-12 (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional) do Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE) do projeto *Queimadas* (meados de 1998–2005; INPE 2006 *b*) diariamente com resolução espacial de 1 km. Pixels quentes são indicadores de incêndios e podem subestimar sua ocorrência devido às nuvens e cobertura da floresta, mas as contagens de pixels quentes permitem a avaliação dos padrões ao longo do tempo.

(b) Análise de dados

Extraímos das superfícies de sensoriamento remoto os valores acumulados mensais da área de polígonos desmatados e o número de pixels quentes, bem como a precipitação média dentro dos limites da Amazônia Legal Brasileira (aprox. 4.000.000 km²). Essa região inclui os estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Pará, Amapá, Maranhão e Tocantins.

Analizamos o comportamento da precipitação mensal, área desmatada e pixels quentes ao longo do tempo para identificar possível sazonalidade nos dados. Como um suporte adicional para a interpretação desses dados, geramos quatro mapas mostrando primeiro o desmatamento acumulado total na Amazônia, com base nos dados do INPE-DETER, e posteriormente os pixels quentes e contagens em 2005 para cada uma das três classes de cobertura do solo definidas no mapa de desmatamento. As séries temporais foram analisadas e comparadas usando análise (cruzada) -espectral (Presley 1981 ; Diggle 1989) Esta abordagem bem estabelecida estende a metodologia de espectros de potência para a comparação de pares de séries temporais. Os valores em um espectro de potência, calculado como a amplitude quadrada da transformada de Fourier do sinal, correspondem à quebra da variância do sinal em compartimentos de frequência. Em outras palavras, a força relativa de um componente periódico de uma determinada frequência no sinal é dada pelo valor do espectro de potência nessa frequência. Para um par de sinais, pode-se calcular de maneira equivalente um espectro de potência combinado (ou espectro cruzado), o que permite explorar periodicidades compartilhadas (ciclos ano⁻¹) entre os dois sinais. Nesse caso, é a covariância entre os sinais, que pode ser investigada em escalas temporais específicas (frequências). O espectro cruzado resultante pode ser analisado em termos de amplitude e fase. O espectro de coerência, que é a amplitude normalizada entre 0 e 1, pode ser interpretado como um coeficiente de correlação produto-momento de Pearson entre as séries, calculado para cada frequência. O espectro de fase indica o atraso de fase entre os sinais. Uma forte coerência para uma frequência temporal específica, combinada com uma mudança de fase nula, indica uma correlação positiva, enquanto uma mudança de fase de π corresponde a uma correlação negativa. As estimativas de variância podem ser calculadas para os espectros de coerência e fase (Diggle 1989), para permitir a construção de ICs pontuais para essas estimativas.

Após identificar as conexões entre as variáveis, conduzimos uma análise de regressão usando os dados mensais e anuais para explorar a forma da relação entre as variáveis.

5. CONCLUSÃO

Nossos resultados enfatizam uma clara sazonalidade e interação sinérgica entre clima, desmatamento e incêndios. Demonstramos aqui que forçantes antropogênicas, como mudanças no uso do solo, são decisivas para determinar a sazonalidade e os padrões anuais de ocorrência de incêndios. Além disso, eventos de seca podem aumentar significativamente o número de incêndios na região, mesmo com a diminuição das taxas de desmatamento.

Podemos esperar que o desmatamento em curso, atualmente baseado em procedimentos de corte e queima, e o uso de queimadas para o manejo da terra na Amazônia irão intensificar o impacto das secas associadas à variabilidade climática natural ou mudança climática induzida pelo homem e, portanto, uma grande área de as bordas da floresta estarão sob maior risco de incêndio.

Os impactos dos incêndios na região amazônica poderiam ser reduzidos com o apoio dos governos, uma vez que os incêndios aqui são principalmente induzidos por atividades humanas e poderiam ser evitados e / ou diminuídos por: introdução de técnicas de manejo de terras sem fogo; reforço do monitoramento, controle e aplicação da atual legislação brasileira às queimadas ilegais; criação de áreas protegidas (Nepstad et al. 2006); e programas de educação ambiental.

Algumas iniciativas, como a criação do estatuto de Reservas Extrativistas, o Programa Piloto de Conservação da Floresta Tropical Brasileira (PPG7), e o projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) têm sido implementadas no Brasil na tentativa de aproximar as ideias de desenvolvimento sustentável e planejamento territorial na Amazônia (Alves 2008).

Em menor escala, o projeto 'Roça sem Queimar', que significa cultivo sem uso de fogueira, liderado por uma organização não governamental em associação com agricultores locais, é uma experiência pioneira que tem sido utilizada como alternativa ao tradicional corte e processo de queima em alguns municípios amazônicos da região do Xingu (Silva et al. 2006).

A agricultura mecanizada e as plantações de safras normalmente não são acompanhadas por incêndios subsequentes (Eva & Lambin 2000), o que pode reduzir potencialmente o risco de incêndios florestais na Amazônia. Apesar de suas implicações ecológicas negativas, este seria um fator importante a ser considerado uma vez que o ZEE da região amazônica esteja bem estabilizado. No entanto, é importante lembrar que as práticas de

queima são comuns em algumas culturas, como a cana-de-açúcar, amplamente utilizada para a produção de bicombustíveis no Brasil.

Em última análise, este estudo mostrou que a série temporal usada, incluindo dados mensais de desmatamento, fornece uma descrição de alta resolução temporal das interações entre a dinâmica do uso da terra e o clima. Essas informações devem ser incluídas nos modelos atuais para melhor compreensão do impacto das mudanças climáticas nos ecossistemas amazônicos.

No entanto, medições intensivas da dinâmica do carbono em florestas afetadas por incêndios e o mapeamento preciso da área e do grau de dano das florestas queimadas ainda são necessários para a quantificação total das emissões de carbono dos incêndios nesta região.

Os dados usados neste estudo foram adquiridos como parte do projeto TRMM patrocinado em conjunto pela Agência de Desenvolvimento Espacial Nacional do Japão (NASDA) e o Escritório de Ciências da Terra da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) dos EUA. Agradecemos aos programas INPE PRODES, DETER e *Queimadas* por disponibilizarem gratuitamente seus dados e imagens. Este trabalho foi financiado por uma bolsa de Urgência do Natural EnvironmentResearchCouncil (NE/D01025X/1).

6. REFERÊNCIAS

ANGELSEN, Arlid, Brockhaus, María, Sunderlin, William y, Verchot, Louis, editores (2013), Análisis de REDD+: Retos y opciones, en, www.cifor.org, Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

ARAMBURU, Mikel, (1995), La deforestación en la amazonia, en, www.magrama.gob.es, 1995. Barrios, Miguel, director, (2009), Diccionario latinoamericano de seguridad y geopolítica, Buenos Aires, Biblos.

BENÍTEZ, Juan (1995), La localización. Un factor de producción, en, Benítez, Juan, Gejo, Omar y, Liberali, Ana, Fundamentos de Geografía Económica, Buenos Aires, Ediciones Pharos.

BRAVO, María (2010) Introducción, en, A.A.V.V, Los señores de la soja: la agricultura transgénica en América Latina, Buenos Aires, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.

CARUSO, Emily (2005), Los caminos de la deforestación en Brasil: cómo la soja y la ganadería están destruyendo la Amazonía con la ayuda de la CFI, en, www.wrm.org.uy, boletín n° 93 del WRM, abril.

MARTINO, Diego (2007), Deforestación en la Amazonía: principales factores de presión y perspectivas, América del Sur, en, Revista del Sur, n° 169, enero/febrero.

MULLER, Geraldo (1982), La agricultura y el complejo agroindustrial en el Brasil: cuestiones teóricas y metodológicas, en, aleph.academica.mx. Norambuena González Hernán, Orellana Molina, Daniel (2012), Determinantes de la deforestación en la Amazonia, en, www.riat.otalca.cl, Universidad de Talca, Chile, volumen 8, número 1.

OBSERVATORIO SOCIOAMBIENTAL DE LA SOJA, en, www.observatoriosoja.org. Pacheco, Luiz (2011), Soja, producción y comercialización en Brasil, en, www.bcr.com.ar, Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario, Rosario, n° 1515. Parquis, Richard (2006), Mercado y medio ambiente: el caso de la soja en la Amazonía brasileña, en, www.revistas.flacsoandes.edu, Iconos, Revista de Ciencias Sociales, Quito, n°25, mayo.

PROCOPIO, Argemiro (2009), Quo Vadis, Amazonia?, Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano, p. 25. Reboratti, Carlos. (2010), Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias, en, Revista de Geografía Norte Grande, n° 45, Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

SANTOS, Eduardo (1992), La internacionalización de la producción agroalimentaria y el comercio agrícola mundial. Implicancias para el desarrollo agrícola y rural de América Latina y el Caribe, Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.