

Integração de dados socioambientais na delimitação de comunidades *Bright* e *Gray spots* na construção de subsídios ao Manejo Integrado do Fogo em Florestas Tropicais Úmidas.

Ana Larissa Ribeiro de Freitas ¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
ana.defreitas@inpe.br

Resumo. Os incêndios florestais decorrentes de escapes no preparo da terra destinada ao plantio das roças tem ganhado espaço nas discussões internacionais entre cientistas, gestores e sociedade. O escopo desta pesquisa abrange Unidades de Conservação destinadas ao uso sustentável por comunidades tradicionais, na Amazônia Central - Floresta Nacional do Tapajós e Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Nessas reservas, houve grandes incêndios florestais durante as secas provocadas pelo evento *El Niño* de 2015/16, recorte temporal da pesquisa. Estes incêndios descontrolados demonstraram uma sinergia entre o uso do fogo em manejo agrícola e extremos climáticos que acentuaram a flamabilidade da paisagem. Nesta pesquisa, objetivou-se identificar dois tipos de comunidades que utilizam o fogo como ferramenta para o preparo da terra em relação à perda do controle do fogo. Onde foram identificadas as comunidades “*bright spots*” e “*gray spots*” a partir do levantamento de dados socioambientais. Foram aplicadas ferramentas do Geoprocessamento no relacionamento destes dados socioambientais em formatos matriciais captados por sensores orbitais, e vetoriais com informações temáticas e quantitativas, ambos disponíveis on-line em Bancos de Dados Geográficos. A relevância em compreender as relações de manejo do fogo para compreender as condições determinantes do sucesso ou insucesso no controle do escape do fogo foi evidenciada pela pesquisa. Além de subsidiar tomadas de decisão informadas que guiam ações mitigadoras dos impactos socioambientais dos incêndios florestais na região Amazônica, priorizando uma efetividade em compartilhar informações e aproximar comunidades e instituições técnicas/educacionais.

Palavras-chave: Aplicações Técnicas, Estudos Socioambientais, Manejo Integrado.

Introdução

As florestas tropicais úmidas possuem uma resistência natural à ocorrência de incêndios, fator que é comprometido pela presença antrópica (Aragão e Shimabukuro, 2010), isto porque áreas de composição florestal mais densas possuem alta capacidade de retenção de umidade, enquanto as mais próximas às comunidades tendem a ser menos resistentes, uma vez que a população faz uso da madeira e do solo para o plantio de roçados.

Além disto, alguns casos de extremos climáticos como o *El Niño* 2015/16 têm sido cada vez mais frequentes e intensos ao longo dos anos, contribuindo para a alteração na dinâmica regional dos ecossistemas, o aumento e intensidade dessas secas contribuem para a intensificação da flammabilidade da paisagem. Estudos utilizam destes eventos para quantificar a sensibilidade da interação seca-incêndio sob a tendência atual de reduzir as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira (Aragão et al., 2018).

Desta forma, conhecer as variáveis ambientais contidas na área da estudo, permite compreender como o comportamento antrópico no manejo da terra, como o preparo do solo destinado ao plantio dos roçados influencia nos escapes do fogo desencadeando incêndios florestais, ou no controle do mesmo. Análise possibilitada a partir da abordagem de comunidades “gray spots” e “bright spots” em relação ao escape do fogo (Bennett et al., 2016; Vries, 2005).

Neste sentido, são aplicadas ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), por permitirem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (Câmara e Davis 2001).

Sendo a elaboração de produtos cartográficos fundamental para subsidiar a gestão do território, uma vez que toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento

Caracterização da Área de Estudo

No Brasil, incentivado em decorrência de acontecimentos mundiais direcionados à preservação dos recursos naturais, houve uma crescente discussão acerca da temática para garantir a preservação e proteção da fauna e flora através de marcos legais como: Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); Art. 225; Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA); Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC); Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT).

No entanto, as discussões não se restringiram apenas ao ambiente, e ficou clara a necessidade de garantir a segurança dos modos de vidas de comunidades que subsistem do uso extrativista dos territórios, levando em consideração de que estas comunidades

não realizam atividades que degradam o território, logo, contribuem para a manutenção da floresta.

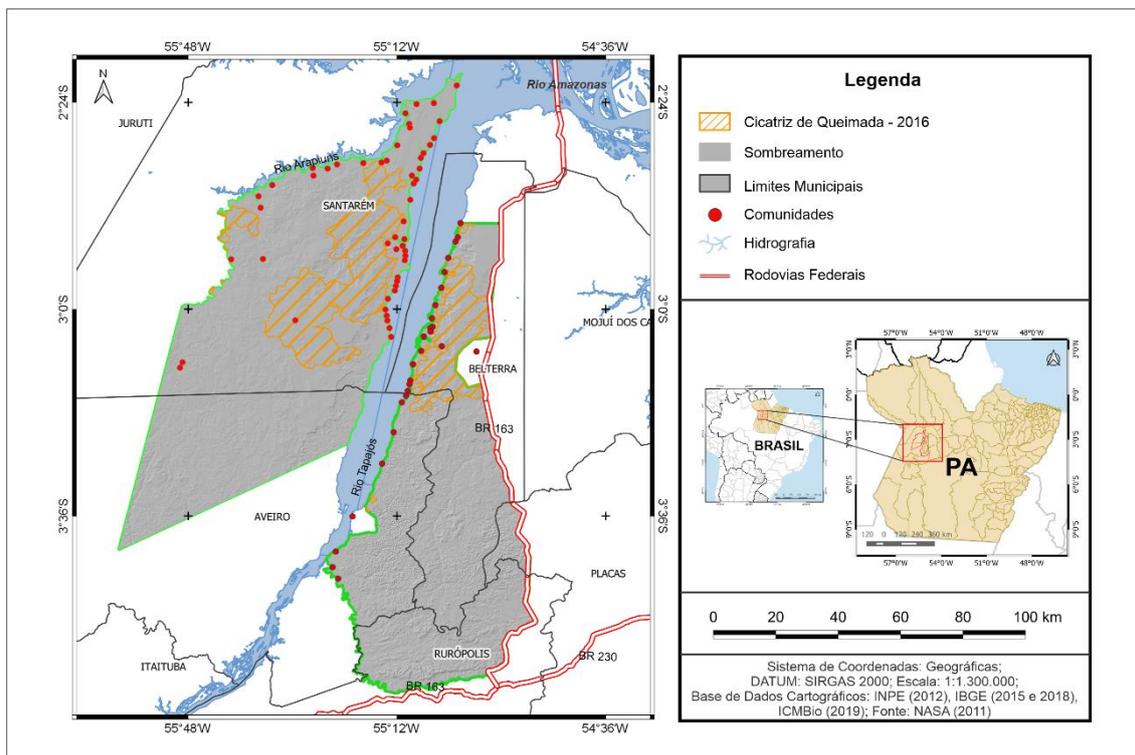
Neste sentido são institucionalizadas as Unidades de Conservação (UCs), como meio de garantir proteção a territórios que apresentam características ecológicas e ambientais relevantes e devem ser mantidos sob um regime especial de administração, bem como oportunidade de garantir a mesma proteção aos povos e comunidades tradicionais, através do SNUC, criado com a promulgação da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que classifica as UCs em dois grupos distintos em vistas do tipo de uso e manejo que podem ser realizados, sendo estes: Proteção Integral e Uso Sustentável.

A primeira possui viés ecológico, e tem por objetivo central a pesquisa científica, educação ambiental e turismo ecológico. A segunda, busca um equilíbrio entre comunidades e meio ambiente através da compatibilidade entre práticas de manejo e produção das comunidades, em que a intervenção social não degrade a natureza existente, uma vez que estas extraem apenas o necessário para subsistirem. Vale ressaltar que o Bioma Amazônia possui 27,74% das áreas de UCs, somando um total de 1.164.761,5km², sendo a maior parte de Uso Sustentável (ICMBio, 2019).

Os Artigos 17 e 18 da Lei n. 9.985/2000 versam sobre duas categorias de UCs de Uso Sustentável, Floresta Nacional e Reserva Extrativista, respectivamente: i) área de cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas; e, ii) área utilizada por populações extrativistas tradicionais, com subsistência baseada no extrativismo, práticas de criação de animais de pequeno porte e agricultura de subsistência, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

Neste contexto, o escopo da pesquisa inclui duas categorias de UCs de Uso Sustentável: Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), criada a partir do Decreto nº 73.684 de 19 de fevereiro de 1974/ Lei nº 12.678 de 25 de junho de 2012, com 5306,2065km², e Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns (RESEX) pelo Decreto s/nº de 06 de novembro de 1998, com 6775,1324km². Ambas sob Coordenação Regional 3 – Santarém/PA (Mapa 01).

Mapa 01: Localização geográfica e região de estudo.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

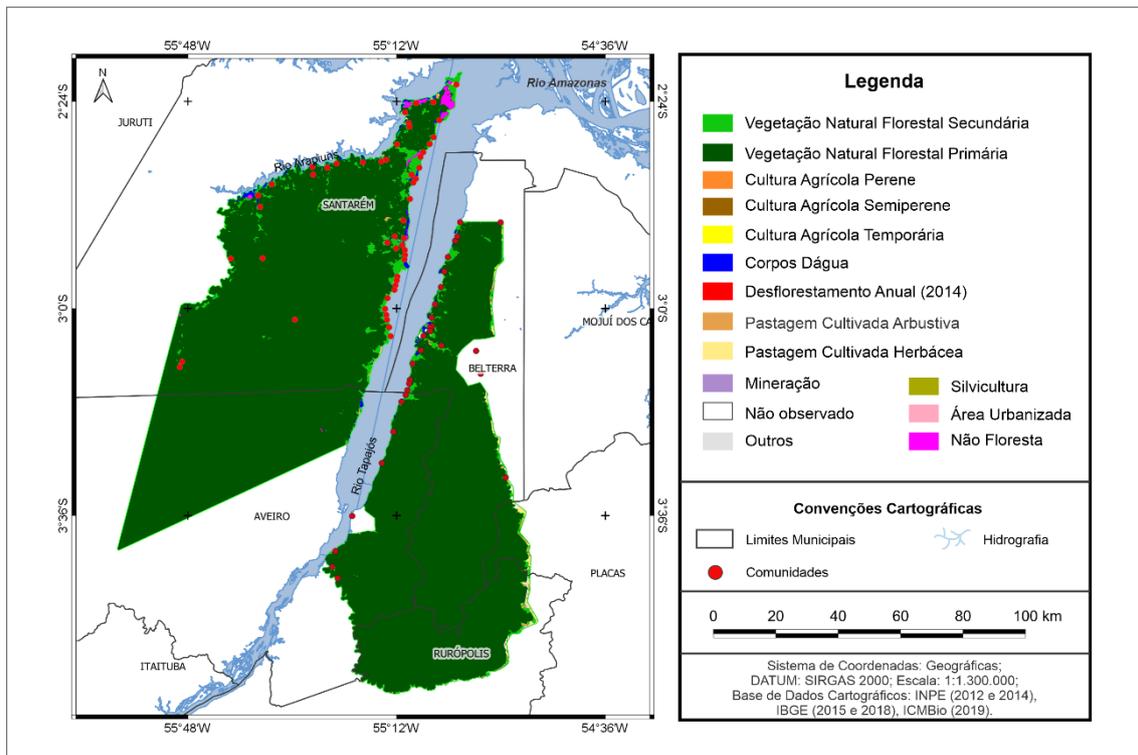
Em 2016, a FLONA possuía em seu interior 21 comunidades tradicionais e três aldeias indígenas, formadas por 923 famílias e 3.889 habitantes, que desenvolvem como uso direto e econômico o manejo florestal comunitário sustentável, a agricultura familiar, o extrativismo de produtos florestais não madeireiros, a pesca, turismo, serviços públicos municipais, programas de transferência de renda e benefícios previdenciários (ICMBio, 2019).

Quanto à RESEX está organizada em 37 associações comunitárias, abrangendo 64 comunidades, com mais de 3 mil famílias e população superior a 18 mil (ISA, 2019). As atividades agrícolas possuem características diferentes entre as desenvolvidas na Bacia do Arapiuns, numa área afastada do núcleo populacional denominada por “colônia”, com cultivos perenes e culturas sazonais (roçados). Enquanto que no rio Tapajós, as comunidades fazem seu plantio em áreas simples de roçado mais próximo às casas, poucas famílias possuem colônia (ICMBio, 2014).

Ainda na RESEX são desenvolvidas atividades de pecuária, criação de peixes em tanques, e de animais de pequeno porte, abelhas nativas, caça (destinada apenas ao consumo interno), pesca, além do extrativismo vegetal voltado para a fabricação de óleos e borracha, construção de casas, e artesanato (ICMBio, 2014).

Quanto ao uso e cobertura, através dos dados obtidos pelo TerraClass (2014) apresentou uma área de floresta primária equivalente a aproximadamente 94,7% e 91,6% das áreas da FLONA e RESEX, respectivamente, seguida de vegetação secundária 3,56% e 6,4%, as pastagens somadas ocupam 1,04% e 0,4%, e o restante por áreas urbanizadas, não florestas, culturas agrícolas, demais usos ou áreas não observadas (Mapa 02).

Mapa 02: Classificações TerraClass contidas nos limites das UCs.

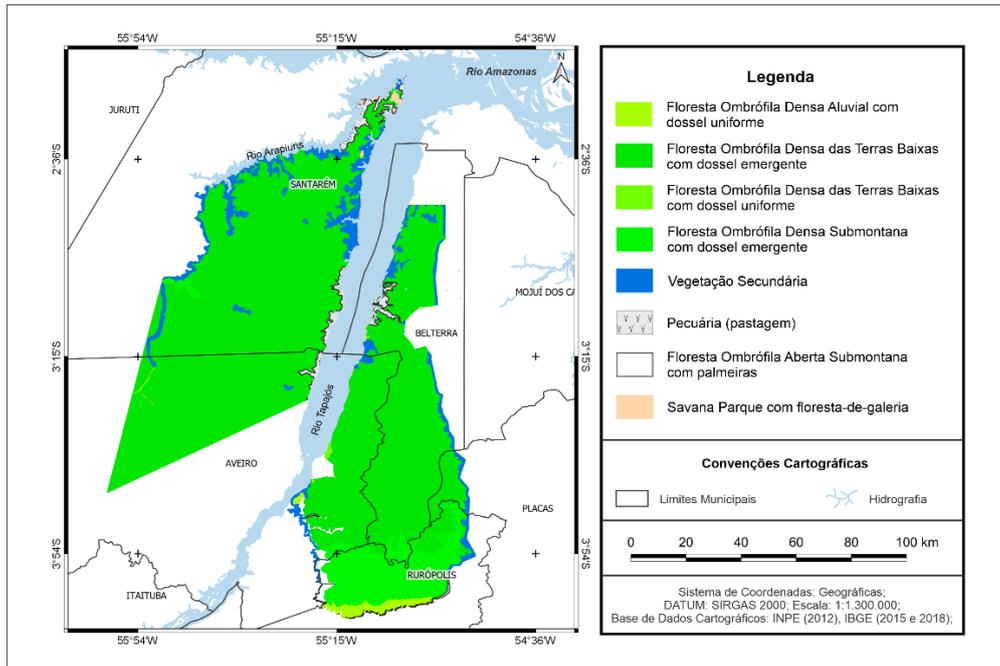


Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Dados de desmatamento obtidos através do PRODES (INPE, 2019), mostram que a FLONA e a RESEX tiveram 260,94km² e 519,54km², respectivamente, de floresta desmatada entre o acumulado até 1997 e 2016. A taxa de desmatamento acumulado é de 4,92% e 7,68%, o que indica uma baixa degradação ambiental, valores estes que sofreram influência de fenômenos como *El Niño* e *La Niña*, bem como incêndios florestais (ICMBio, 2019). O que é corroborado, quando sobrepostos os dados de focos de calor obtidos do Banco de queimadas (BDQueimadas-INPE, 2019) aliados aos dados de cicatriz de queimadas (TREESLAB-INPE, 2019).

A vegetação predominante, de acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE é a Floresta ombrófila densa das terras baixas com dossel emergente (Mapa 03).

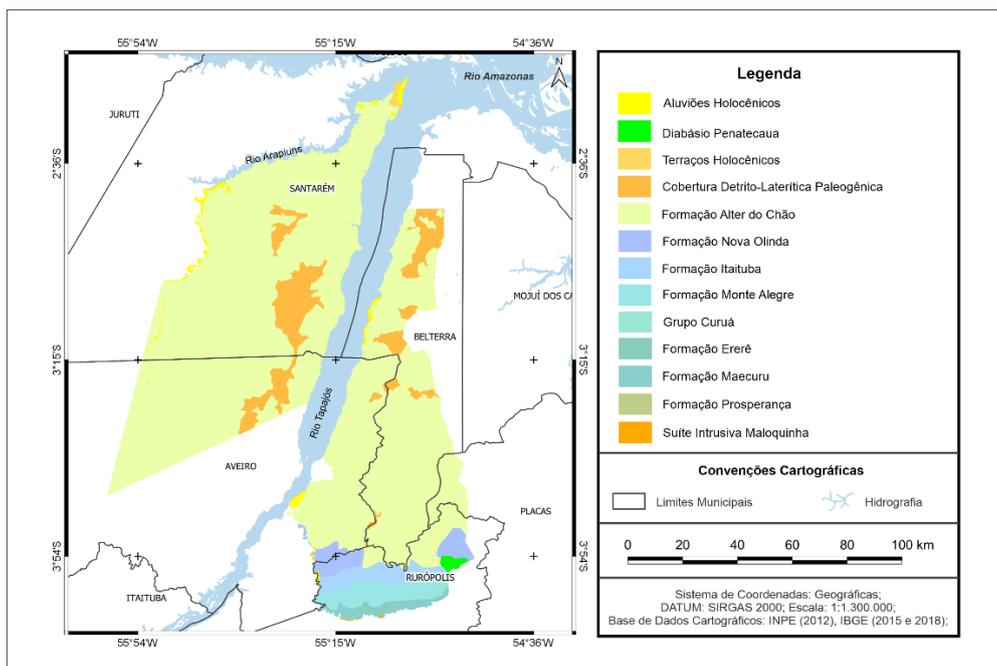
Mapa 03: Classes de vegetação contidas nos limites das UCs.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

De acordo com o Mapa de Geodiversidade do Brasil ao milionésimo disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM - <http://geobank.cprm.gov.br/>, a área das UCs, está predominantemente inserida no domínio geológico de sequências sedimentares consolidadas, (arenitos, siltitos, argilitos, conglomerados) do paleozoico e mesozoico de grandes bacias sedimentares, com cerca de 89% de sua área, dividida em treze unidades geológicas ambientais como destacado no Mapa 04.

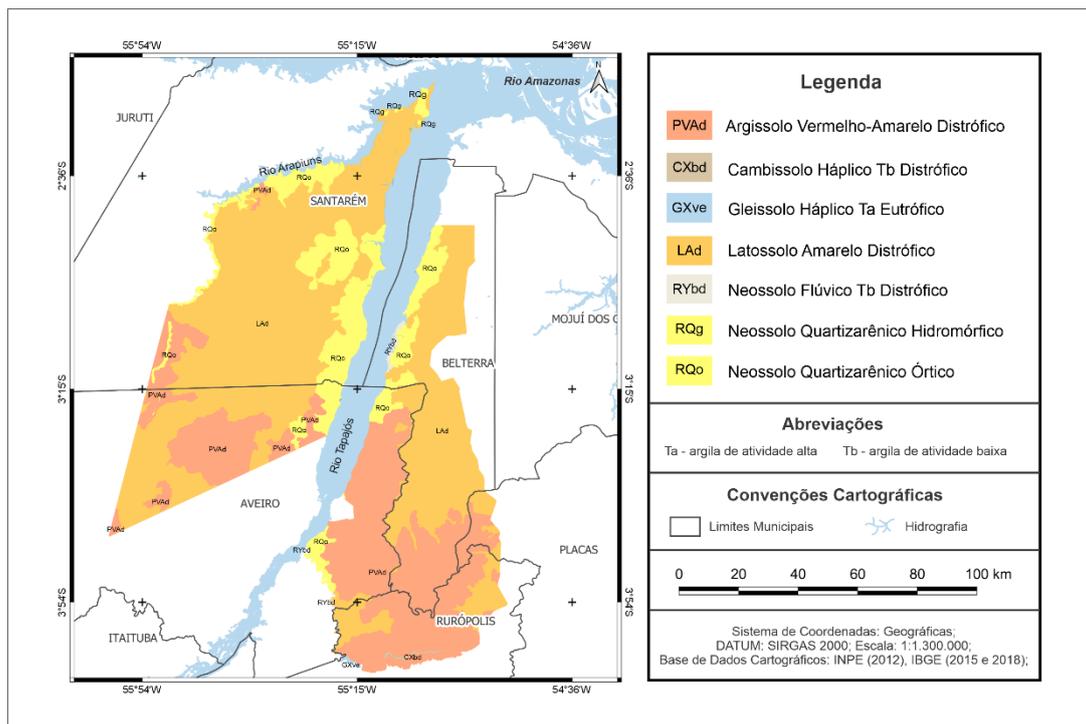
Mapa 04: Geologia contida nos limites das UCs.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Foram identificados cinco ordens de solo, sendo a maior parte da área de latossolos, solos altamente alterados com elevado conteúdo de sesquióxidos, em segundo lugar temos os argissolos com da área denominado assim pela alta concentração de argila, em terceiro lugar temos os neossolos com da área esses são solos jovens ainda em processo de formação, gleissolos, solos com excesso de água e cambissolos que são solos em processos de transformação tem menor da área, a área restante é tomada por água conforme apresentado no Mapa 05.

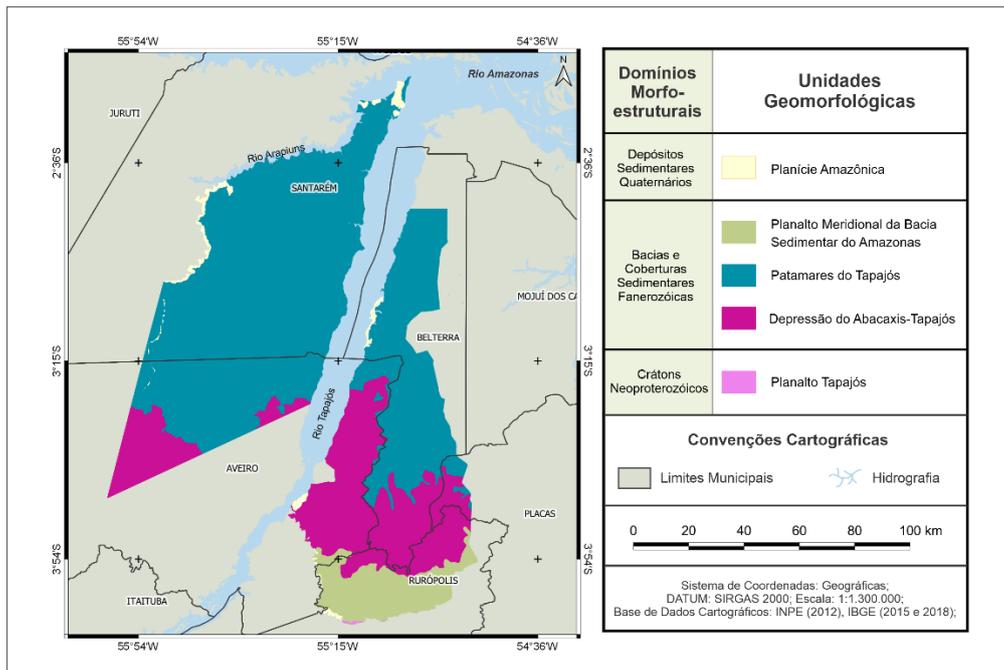
Mapa 05: Classes pedológicas contidas nos limites das UCs.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Quanto à geomorfologia (Mapa 06), as bacias e coberturas sedimentares são predominantemente fanerozóicas. Na escala de tempo geológico, o éon Fanerozóico está na era do Paleozoico, compreendida aproximadamente entre 542 milhões e 245 milhões de anos atrás (MARKOV et al, 2007). Em algumas regiões encontram-se depósitos sedimentares quaternários. O quaternário é a última divisão do tempo geológico. O quaternário divide-se entre o Pleitocênio e Holoceno, e teve início há 2 milhões de anos. (MOURA, 2001).

Mapa 06: Unidades Geomorfológicas contidas nos limites das UCs.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Processos de Ignição e Propagação do Fogo

A região têm enfrentado um desafio crescente no manejo do fogo (Withey et al., 2018), devido processos de ignição advindos de atividades antrópicas, principalmente das queimadas realizadas para o preparo da terra para os roçados, uma vez que estes ocorrem no período seco, que relacionados à extremas alterações na dinâmica climática da região, prejudica a percepção do morador quanto à flamabilidade da vegetação.

Segundo Berenguer (2018) a degradação florestal antropogênica causa uma redução na capacidade geral de fornecimento de bens e serviços de uma floresta de fornecer, incluindo armazenamento de carbono, regulação do clima e conservação da biodiversidade. Pode resultar de vários tipos de distúrbios humanos, como a extração seletiva de madeira, o fogo de sub-bosque, a fragmentação e a caça excessiva (Parrotta *et al.*, 2012).

Algumas formas de degradação decorrentes das queimadas foram identificadas e possuem impacto tanto na condição ambiental da floresta como na sobrevivência das comunidades que retiram o sustento do que a terra provém, devido à alterações no período de floração e produção de frutos que resultam na falta de alimento para vertebrados (Barlow e Peres, 2006), e mudanças generalizadas na estrutura e composição florestal (Balch *et al.*, 2015; Barlow *et al.*, 2006, 2003).

As mudanças climáticas atuam como um fator regional de grande impacto (Aragão *et al.*, 2018), que prejudica a aplicação dos conhecimentos tradicionais da capacidade de suporte da vegetação, uma vez que com a alteração na duração e intensidade da estação seca, as práticas comunitárias precisam ser reavaliadas e direcionadas por informações antes não necessárias para uma boa prática de manejo.

Aliadas à alterações de composição florestal e estrutura do dossel, que tem se tornado mais aberta devido à grande mortalidade de árvores causadas pelo fogo (Barlow *et al.*, 2003), podem ser considerados mecanismos-chave influenciando a flamabilidade das florestas e, por consequência, nas chances de reincidência de queimadas.

Neste sentido, a aplicação da abordagem de “*bright spots*”, que configura iniciativas de sucesso que desviam da norma e contribuem para ampliar os esforços positivos existentes rumo a mudanças transformativas, e “*gray spots*”, que são comunidades que originam muitos incêndios acidentais, contribuem para a determinação de áreas onde estudos participativos aprofundados podem orientar as ações de manejo. Uma vez que as comunidades *bright spots*, apesar de fazerem bastante uso do fogo no preparo do solo, tem uma baixa ocorrência de incêndios florestais (Bennett *et al.*, 2016).

Ressalta-se que foram necessários uma diversidade de dados socioambientais, distribuídos, ou não, espacialmente. Sendo os formatos vetoriais e matriciais disponíveis em Banco de Dados Geográficos (BDG) de órgãos federais, enquanto que de forma documental é possível acessar os Planos de Manejos de ambas as unidades.

Anderson (2019) realizou análises dos focos de calor utilizando dados do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) a bordo do satélite Aqua para contextualizar tanto a relação entre as atividades de desmatamento, queimadas e incêndios florestais e climas extremos na Amazônia, como a identificação de áreas críticas a partir dos dados de focos de calor acumulados no período entre 2001 e 2016 filtrados por nível de confiança acima de 30%, acumulados entre 2003 e 2016 para o Brasil.

Quanto às áreas queimadas, segundo Andere (2015, p.3534), o mapeamento destas reduzem as incertezas referentes às emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE), ocasionadas pelas dinâmicas do uso e cobertura da terra, permitindo que estes dados sejam usados como ferramenta de gestão para a efetivação de políticas públicas.

Procedimentos Metodológicos

Foram aplicadas ferramentas do Geoprocessamento no relacionamento dos dados socioambientais obtidos em formatos matriciais captados por sensores orbitais, e vetoriais com informações temáticas e quantitativas, ambos disponíveis on-line em BDG. Posteriormente, realizamos a integração dos dados no *software QGis3.4.7 LTR* para delimitar espacialmente as informações determinantes dos *bright spots e gray spots* e para elaboração dos produtos cartográficos.

Foram utilizados como planos de informações (PI) os dados de focos de calor, cicatriz de incêndios, classe de vegetação, hidrografia, MDE, classificação de uso e ocupação, localização das comunidades, delimitação das UCs, rodovias, e limites municipais (Quadro 01). Uma grande vantagem é que os PIs do projeto pertence a diferentes classes de dados relacionadas com os formatos de representação de dados disponíveis no SIG utilizado. Esta organização da informação espacial é muito conveniente para permitir que diferentes variáveis sejam integradas ao banco de dados e que diferentes tipos de estudo possam ser realizados, combinando tão somente os fenômenos de interesse (Câmara e Monteiro, 2001).

Quadro 01: Dicionário de dados.

DADOS	FONTE
Geomorfologia	IBGE
Geologia	IBGE
Pedologia	IBGE
Vegetação	IBGE
Limites Municipais	IBGE
Hidrografia	Terra Brasilis / INPE
Limites UCs	ICMBio
Comunidades	ICMBio
Focos de Queimadas (2016)	BD Queimadas / INPE
Cicatriz de Queimadas (2016)	TREES LAB / INPE
Rodovias Federais	DNIT
MDE	PALSAR / NASA

Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

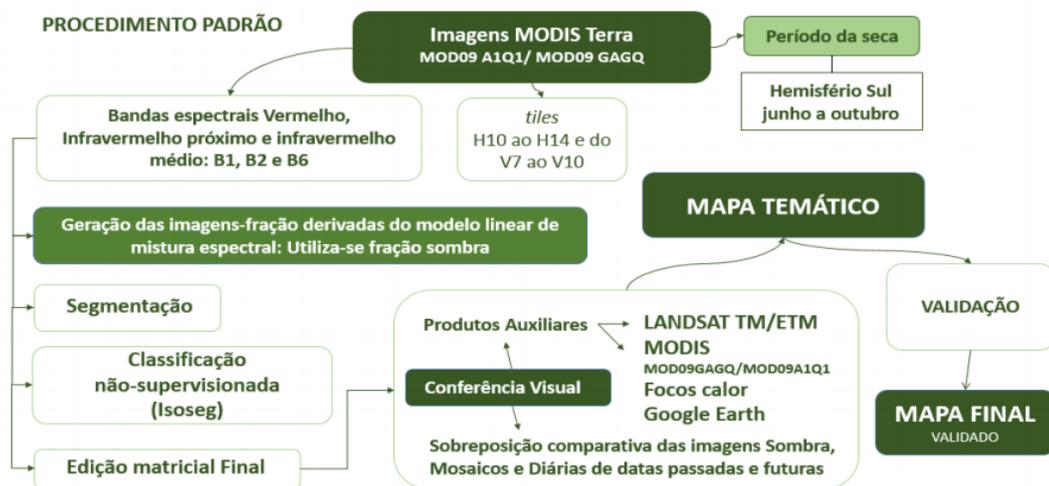
Os dados de focos de calor, que são anomalias de temperatura que indicam fogo ativo (Anderson et al., 2019) e os de cicatriz de queimadas são produtos obtidos a partir de análises de Sensoriamento Remoto, que permitem identificar as comunidades na FLONA e RESEX que vêm obtendo sucesso nas práticas de manejo do fogo (ou que adotam uso alternativos do fogo), sem que haja o escape acidental para as florestas vizinhas – seguindo o conceito de *bright spots* (Bennett et al., 2016; Vries, 2005). Além

de subsidiar a detecção de regiões com maior probabilidade ao fogo nas UCs.

Tomzhinski *et al.* (2011) expõe que o sensoriamento remoto e, em particular, a detecção de focos de calor por satélite constituem uma importante ferramenta de monitoramento de incêndios florestais.

Uma metodologia (Figura 01) de detecção de cicatrizes de áreas queimadas e a subsequente geração de mapas temáticos que classificam toda a extensão territorial afetada pelo fogo foi desenvolvida pelo projeto PanAmazônia II, (<http://www.dsr.inpe.br/laf/panamazonia/>), que foi inicialmente estabelecido afim de desenvolver as técnicas necessárias para o monitoramento de mudanças do uso e cobertura da terra para os países em que ocorre a Floresta Amazônica.

Figura 01: Fluxograma da metodologia para mapeamento de cicatrizes de queimadas.



Fonte: Andere et al., 2015.

Foram realizados processos de seleção de dados de focos que estavam contidos dentro de cicatrizes de queimadas de forma que fossem considerados os focos que contribuíram para a ocorrência de incêndios. Em seguida, foi utilizada a função “distance” disponível no QGis para dados vetoriais em formatos de pontos, para relacionar as comunidades mais próximas aos focos. Através da régua, foi possível perceber quais comunidades poderiam ter influências nos focos, mas que devido à sua distância da cicatriz (acima de 1km), não teriam sido responsáveis pelo escape.

De forma complementar, foram realizadas operações com os atributos, sendo estes qualquer informação descritiva (nomes, números, tabelas e textos) relacionada com um único objeto, elemento, entidade gráfica ou um conjunto deles, que caracteriza um dado fenômeno geográfico (Câmara e Monteiro, 2001). Para a elaboração dos mapas de solo,

classe vegetal, geologia, geomorfologia. Além de cálculos de área, através da ferramenta “calculadora de campo” disponível no QGIS.

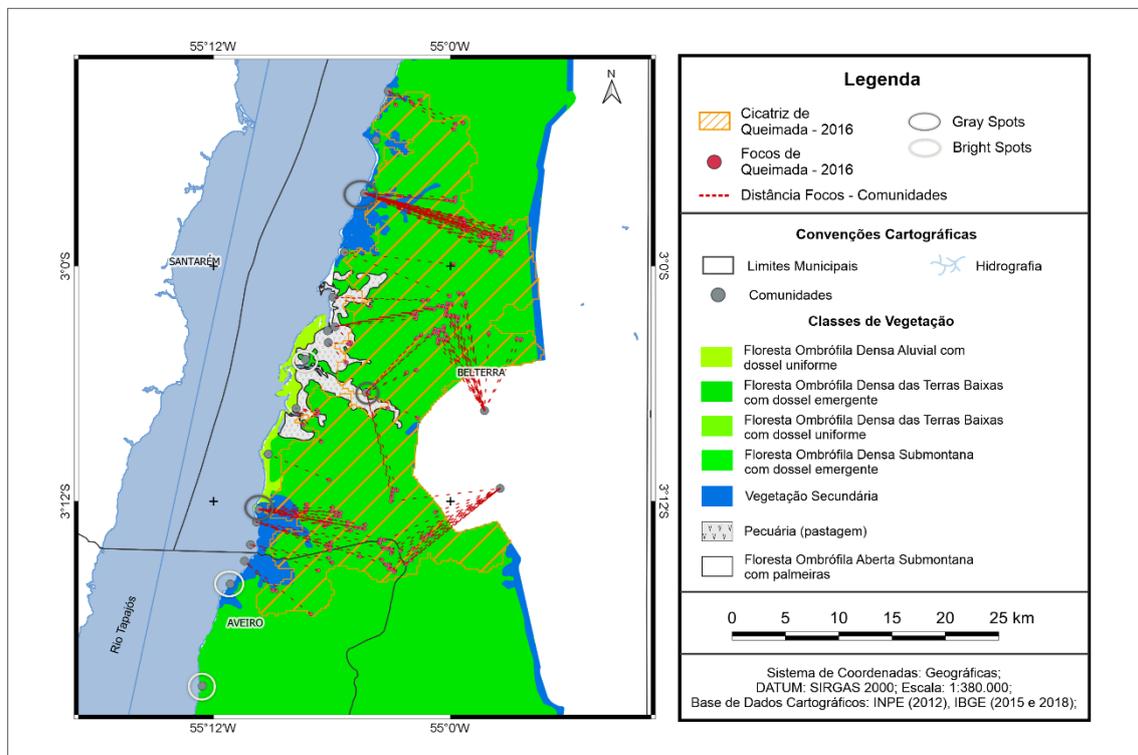
Resultados e Discussões

Percebe-se que as queimadas (naturais) e os incêndios Florestais (antrópicos) tem estreita relação com os fenômenos climáticos. Além dos incêndios florestais existem causas naturais de ocorrência de fogo sazonal, e corrobora com a forte pressão demonstrada anteriormente no tópico sobre desmatamento. De forma que monitorar os focos e planejar ações para minimizar os danos causados pelo fogo é importante para a manutenção dos ecossistemas florestais.

Há ainda, limiares e/ou pontos de inflexão entre o risco de escape do fogo e os aspectos socioeconômicos e culturais que determinam a capacidade social em desenvolver um manejo adequado (Bowman *et al.*, 2008). E a elaboração de mapas temáticos, enquanto representação do universo do mundo real, subsidiando uma gestão adequada dos recursos e usos.

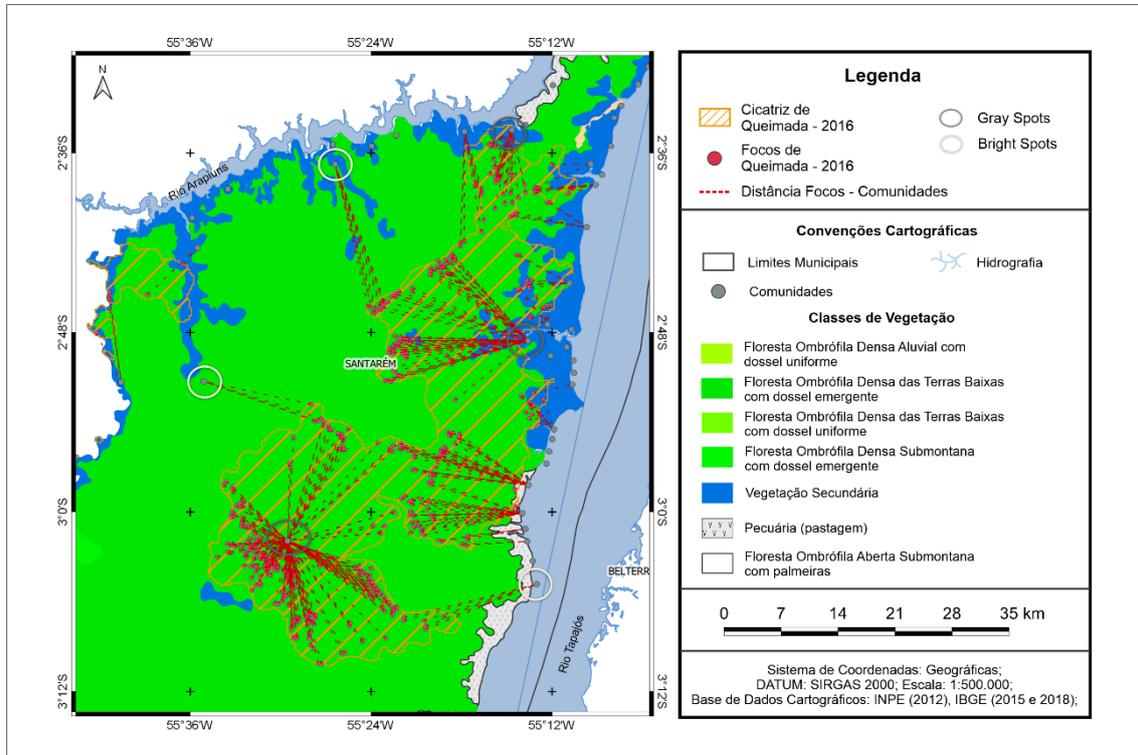
Neste sentido, foram identificadas as comunidades *bright spots* e *gray spots* (Quadro 02) da FLONA (Mapa 07) e da RESEX (Mapa 08):

Mapa 07: Comunidades Bright Spots e Gray da FLONA.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Mapa 08: Comunidades Bright Spots e Gray da RESEX.



Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

Quadro 02: Comunidades Bright e Gray spots.

FLONA		RESEX	
Bright spots	Gray spots	Bright spots	Gray spots
Jatuarana	Pedreira	Braço Grande	Colônia Boim-Mentai
Tauari	Chibé	Alto Mentai	Brinco das Moças
Itapuama	Prainha I	São Tomé	Aningalsinho

Fonte: Freitas, A. L. R., 2019.

A presença antrópica está diretamente relacionada com o processo de ignição dos incêndios florestais pelas comunidades que ocupam áreas dominadas por florestas já queimadas, o que acarreta para além da degradação ambiental, o risco de insegurança alimentar causadas por incêndios, em comparação às comunidades rodeadas por florestas bem conservadas.

Conclusão

A relevância em compreender as relações de manejo do fogo para entender as condições determinantes do sucesso ou insucesso no controle do escape do fogo foi

evidenciada pela pesquisa. Além de subsidiar tomadas de decisão informadas que guiam ações mitigadoras dos impactos socioambientais dos incêndios florestais na região Amazônica, priorizando uma efetividade em compartilhar informações e aproximar comunidades e instituições técnicas/educacionais.

A presença das UCs na área, reflete uma preocupação constante com a capacidade do meio ambiente em suportar as práticas de manejo e ocupação das áreas da maneira como vinham ocorrendo, o que pode ser observado na pesquisa com foco na densidade populacional.

As informações geradas na pesquisa serão utilizadas para compor ações do projeto SEM-FLAMA e auxiliar na tomada de decisão do ICMBio na gestão das UCs estudadas. Este estudo poderá guiar e subsidiar estudos mais aprofundados das comunidades que se encontram em áreas mais suscetíveis à ocorrência de queimadas, de forma que um estudo integrado da paisagem possam ser realizados nesta. Levando em consideração a capacidade de suporte do ambiente físico e da forma como a comunidade pode lidar com o processo.

Uma possível etapa a ser realizada é a diferentes técnicas de análise geográfica, no contexto de produção de novos mapas a partir de dados já existentes. Serão apresentados vários métodos de inferência espacial para a integração dos dados (evidências). Os métodos geram como resultado planos de informação (geocampos) em diferentes formatos.

Referências

ANDERE, L.; ANDERSON, L. O.; DUARTE, V.; ARAI, E.; ARAGÃO, J.; ARAGÃO, L. E. O. C. Dados multitemporais do sensor MODIS para o mapeamento de queimadas na Amazônia. João Pessoa: **INPE**, 2015. 8 p.

ANDERSON, L. O.; MARCHEZIN, V.; MORELLO, T. F.; CUNNINGHAM, C. A. Conceptual model of disaster risk management and warning system associated with wildfires and public policy challenges in Brazil. *Territorium: Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança*, 2019, n. 26, p.43-61. **Coimbra University Press**.

ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L.O.; FONSECA, M. G.; ROSAN, T. M.; VEDOVATO, L.; WAGNER, F.; SILVA, C., JÚNIOR, C.; ARAI, E.; AGUIAR, A. P.; BARLOW, J.; BERENQUER, E.; DEETER., M.; DOMINGUES, L.; GATTI, L.; GLOOR, M.; MALHI, Y.; MARENGO, J.; MILLER, J.; PHILLIPS, O.; SAATCHI, S.

21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, 2018, 9, 536.

ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD. **Science**, 2010, 328, 1275–1278.

BALCH, J.K., BRANDO, P.M., NEPSTAD, D.C., COE, M.T., SILVÉRIO, D., MASSAD, T.J., DAVIDSON, et al. 2015. The Susceptibility of Southeastern Amazon Forests to Fire: Insights from a Large-Scale Burn Experiment. **Bioscience** 65, 893–905.

Bennett, E.M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V, Olsson, P., Pereira, L., et al. 2016. Bright spots: seeds of a good Anthropocene. **Front. Ecol. Environ.** 14, 441–448. doi:10.1002/fee.1309

BERENGUER, E.; MALHI, Y.; BRANDO, P.; CARDOSO, A.; FERREIRA, J.; FRANÇA, F.; CHESINI, L.; SEIXAS, M.; BARLOW, J. Tree growth and stem carbon accumulation in human-modified Amazonian forests following drought and fire. **373Phil. Trans. R. Soc. B.** 2018. v.373.

BOWMAN, MARIA S.; AMACHER, GREGORY S.; MERRY, FRANK D. Fire use and prevention by traditional households in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, ago. 2008, v. 67, n. 1, p.117-130.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: **INPE**, 2001. p. 2.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). Conceitos básicos em ciência da geoinformação. São José dos Campos: **INPE**, 2001. p. 34.

ICMBIO. PLANO DE MANEJO: FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS. Brasília: **MMA**. 2019. 316 p.

ICMBIO. PLANO DE MANEJO: RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS. Brasília: **MMA**. 2014. 159 p.

INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/laf/panamazonia/>>. Acesso em: 30 maio. 2019.

MARKOV, Alexander V. Andrey V. Phanerozoic marine biodiversity follows a hyperbolic trend. **Palaeoworld** 16 (4): 311–318. DOI:10.1016/j.palwor.2007.01.002, 2007.

MOURA, J.R.S. (2001). In: Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. (org) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. **WWF. Amazon River and Flooded Forests.**

Parrotta JA, Wildburger C, Mansourian S. Understanding relationships between biodiversity, carbon, forests and people: the key to achieving REDD +objectives. A Global Assessment Report. **International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)**, Vienna, Austria. 2012. Vol. 31.

TOMZHINSKI, G. W. T; COURA, P. H. F.; DO COUTO FERNANDES, M. Avaliação da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. In: **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 201-2011, 2011.

Vries, F.W.T., 2005. Bright spots demonstrate community successes in African Agriculture. Working Paper 102. **International Water Management Institute**, Colombo, Sri Lanka.

WITHEY, K., BERENQUER, E., PALMEIRA, A., ESPÍRITO-SANTO, F.D.B., ARAGÃO, L., FERREIRA, J., FRANÇA, F., MALHI, Y. ROSSI, L. C., BARLOW, J. Quantifying immediate carbon emissions from El Niño mediated wildfires in humid tropical forests. *Philosophical Transactions B: **Biological Sciences***, Vol. 373, No. 1760, 2018.