

O uso das Geotecnologias para o monitoramento integrado das queimadas na Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu, Pará: aerossóis, precipitações e áreas queimadas de 2022 a 2024

Jefferson Mota Moraes ¹
Felipe da Silva Gonçalves ²

RESUMO

As queimadas no Estado do Pará figuram entre as principais causas de degradação ambiental, conforme apontam dados do MapBiomas e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Nesse contexto, este estudo analisou sua ocorrência na Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu (APATX), no período de 1º de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. Para isso, foram integrados três conjuntos de dados: imagens do satélite Sentinel-5P, utilizadas para mensurar a concentração de aerossóis atmosféricos e indicar a ocorrência de queimadas; dados do MODIS, aplicados à estimativa da extensão das áreas queimadas; e registros do CHIRPS, empregados na avaliação dos volumes de precipitação dentro da unidade de conservação. Os resultados mostraram que os picos de queimadas coincidiram com a estação seca. Contudo, o estudo ressalta que, na Amazônia, a ocorrência de queimadas não pode ser atribuída apenas a fatores climáticos, estando mais fortemente associada às ações humanas, como o desmatamento e a expansão agropecuária.

Palavras-chave: APA Triunfo do Xingu, Aerossóis, Precipitação, Área Queimada.

ABSTRACT

Fires in the state of Pará are among the main causes of environmental degradation, according to data from MapBiomas and National Institute for Space Research (INPE). In this context, this study analyzed their occurrence in the Triunfo do Xingu Environmental Protection Area (APATX) from January 1, 2022, to December 31, 2024. Three datasets were integrated: Sentinel-5P satellite imagery, used to measure atmospheric aerosol concentrations and indicate the occurrence of fires; MODIS data, used to estimate the extent of burned areas; and CHIRPS records, used to assess precipitation volumes within the conservation unit. The results showed that fire peaks coincided with the dry season. However, the study emphasizes that, in the Amazon, the occurrence of fires cannot be attributed solely to climatic factors, but is more strongly associated with human actions, such as deforestation and agricultural expansion.

Keywords: APA Triunfo do Xingu, Aerosols, Precipitation, Burned Area.

¹ Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará (PPGEO-UFPA), jefferson.mota121857@gmail.com;

² Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará (PPGEO-UFPA), felipegoncalvesgeo@gmail.com;



INTRODUÇÃO

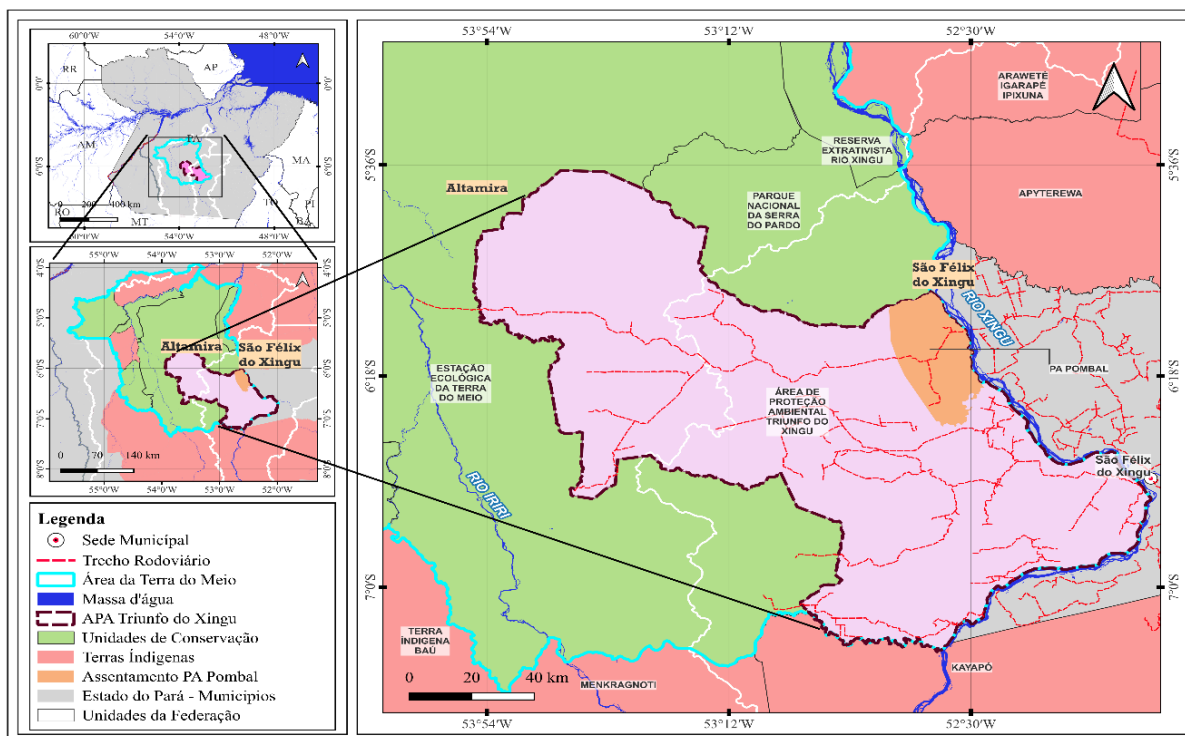
As queimadas na Amazônia brasileira, especialmente no Pará, provocam impactos ambientais, sociais e econômicos severos (Cabral Junior; Cyrne; Turatti, 2024). A emissão de gases do efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O) e partículas de aerossóis afetam o balanço radiativo da Terra, contribui para o aquecimento global e compromete a saúde humana (Andreae; Crutzen, 1997). Em 2024, o Pará registrou 7,3 milhões de hectares queimados, liderando em focos de calor com 55.513 registros (MapBiomas, 2025).

As causas das queimadas, mesmo que tenham seus picos nos períodos com poucas chuvas, o ‘verão amazônico’, não podem estar associados apenas a tal condição. Uma vez que possuem grandes influências antrópicas, ligadas a práticas de expansão das pastagens, de extração de madeira e da mineração (Cabral Junior; Cyrne; Turatti, 2024; Costa; Reis, 2017; Santos; Neris; Coelho, 2023). As queimadas, apontam Cabral Junior, Cyrne e Turatti (2024), comprometem não apenas os ecossistemas, mas também os modos de vida dos povos tradicionais, cuja sobrevivência depende da integridade das florestas.

A Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu (APATX), recorte espacial da pesquisa, foi criada em 2006, com o intuito de frear o avanço do ‘arco do desmatamento’. Possui 1.679.280,52 ha e está localizada nos municípios de Altamira (34,64%) e São Félix do Xingú (65,36%), compõe um mosaico de Áreas Protegidas no Sudoeste do Pará, conhecida como Terra do Meio (Pará, 2024a).

No entanto, apenas a criação de uma Unidade de Conservação (UC) não é o suficiente para conter e impedir o avanço do desmatamento e de atividades predatórias nesses territórios, fazendo-se necessário que haja uma boa gestão, com a criação de instrumentos legais (plano gestor/de manejo) e de corpo técnico suficiente para fiscalizá-las. É o caso da APATX (Figura 1), que embora tenha sido criada em 2006, apenas teve seu plano gestor concluído em 2024 (Pará, 2024a), além de possuir um corpo técnico limitado para a sua gestão, monitoramento e fiscalização (Santos; Neris; Coelho, 2023), fatores que de acordo com Barbosa et al. (2022), colaboram para a grande incidência de queimadas no seu interior.

Figura 1 – Mapa de Localização a APA Triunfo do Xingu PA



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de IBGE (2023) e SEMAS (2024).

Nesse contexto, o uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG), se mostra essencial no monitoramento e combate a esses eventos (Nascimento; Lira, 2012). Sendo apontado por Santos, Neris e Coelho (2023), enquanto uma solução viável para a análise espacial de queimadas, principalmente em territórios de conflitos constantes em prol do avanço do desmatamento, como a APATX. Desse modo, o objetivo deste estudo é avaliar a ocorrência de queimadas na APATX entre 2022 e 2024, por meio da análise da concentração de aerossóis (Sentinel-5P OFFL AER AI), da precipitação (CHIRPS) e da área queimada (MODIS MCD64A1.061).

Inicialmente, identificou-se o mês com maior presença de partículas atmosféricas e menor volume de chuvas, para, em seguida, correlacionar esses dados com a extensão das áreas queimadas na APATX. Dessa maneira, ao apontar que mesmo após quase 20 anos de criação da UC, a APATX ainda é duramente impactada pelo fenômeno das queimadas, quantificando as áreas queimadas e os períodos de maiores índices, colabora-se para uma melhor compreensão do problema e possibilita que medidas sejam tomadas pelos órgãos responsáveis.



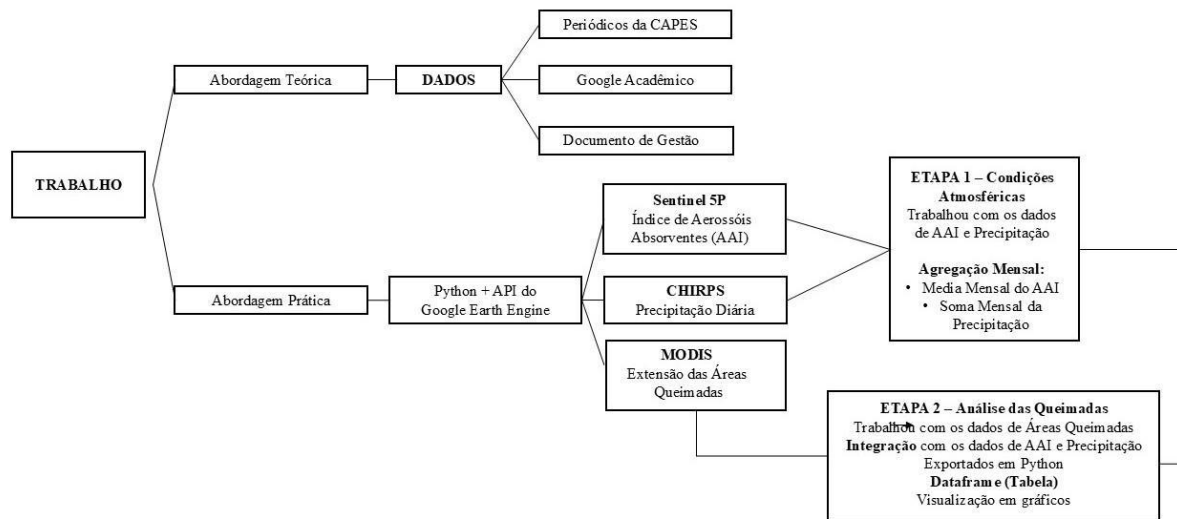
METODOLOGIA

O presente estudo combina a realização de pesquisas bibliográfica e documental, com a análise de dados secundários. A pesquisa bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico, na busca de estudos que abordassem os seguintes temas: “queimadas no estado do Pará”, “Queimadas na APA Triunfo do Xingu”, “Uso de Geotecnologias para análise de queimadas” e “Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu”. A pesquisa documental buscou documentos ligados à gestão da APATX e dados ligados a queimadas no Pará.

A análise de dados secundários foi realizada utilizando três conjuntos de dados principais: o índice de aerossóis absorventes (AAI) obtido do satélite Sentinel-5P (coleção COPERNICUS/S5P/OFFL/L3_AER_AI); os registros diários de precipitação da coleção CHIRPS (UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY); e os dados de área queimada do MODIS MCD64A1 (versão 061). Os dados foram processados com a linguagem *Python*, integrado à API do *Google Earth Engine*, sendo filtrados espacialmente pela área da APATX e temporalmente pelo intervalo entre janeiro de 2022 a dezembro de 2024.

Os dados de AAI e precipitação foram agregados em médias e somas mensais, respectivamente, considerando apenas pixels da área de estudo, a fim de reduzir a variabilidade diária e garantir consistência espacial e temporal. Em seguida, calcularam-se as áreas queimadas mensais a partir do MODIS MCD64A1. Todos os resultados foram integrados em DataFrames no Python e visualizados em gráficos, possibilitando identificar períodos críticos, padrões sazonais e relações entre condições climáticas, aerossóis e queimadas na área da APATX no intervalo de tempo já destacado. A etapa metodológica descrita está sintetizada na figura 2.

Figura 2 – Fluxograma metodológico adotado



Fonte: Elaborado pelos autores.

REFERENCIAL TEÓRICO

A abordagem proposta neste estudo pode se articular com diversos conceitos da Geografia. No entanto, para fins desta breve análise, destacam-se dois em especial: território e paisagem. No contexto analisado, o conceito de território é compreendido a partir de duas dimensões, conforme propõe Haesbaert (2014): a dimensão funcional, na qual o território é visto como suporte de recursos naturais — como matérias-primas — cujo valor e uso são definidos por modelos econômicos e estruturas sociais, sobretudo sob a lógica capitalista; e a dimensão simbólica, que entende o território como espaço vivido pelas populações locais, carregado de significados culturais e identitários, e que exige reconhecimento por meio de políticas públicas que assegurem direitos e cidadania.

A paisagem, por sua vez, é compreendida com base na concepção de Santos (2006), que a define como o resultado da sobreposição de tempos históricos. Para o autor, ela funciona como um palimpsesto, no qual se acumulam as marcas deixadas pelas ações humanas ao longo do tempo, revelando um espaço dinâmico, carregado de significados e em constante processo de resignificação. A partir da articulação entre os conceitos de território e paisagem, compreende-se que a atuação de agentes hegemônicos — orientada pela lógica do capital — tem intensificado a exploração dos recursos naturais na APA Triunfo do Xingu (APTX), ao mesmo tempo em que acirra os conflitos socioambientais.

Essa dinâmica tem provocado profundas transformações na paisagem local, refletindo processos contínuos de apropriação e reconfiguração do espaço. Alterações dessa natureza



tornam-se ainda mais evidentes no próprio Plano de Gestão para a APATX (Pará, 2024a), no qual ressalta que o processo de ocupação da Terra do Meio (região onde a APA está inserida), foi historicamente marcado por intensas disputas territoriais e pela sobreposição de interesses econômicos, sociais e culturais. Desde os períodos pré-coloniais, a presença indígena na região era significativa, mas foi profundamente impactada com a chegada dos colonizadores europeus, que impuseram projetos de desenvolvimento alheios às dinâmicas locais. No século XIX, o Ciclo da Borracha atraiu migrantes nordestinos em busca de oportunidades, submetendo-os, entretanto, a regimes de trabalho exploratórios nos seringais.

A partir da década de 1970, com a abertura da Rodovia Transamazônica e os incentivos do regime militar à colonização da Amazônia, intensificaram-se os fluxos migratórios, o desmatamento e os conflitos fundiários. A lógica de ocupação impulsionada pelo Estado priorizou grandes empreendimentos e a concentração fundiária, gerando tensões com populações tradicionais — como indígenas, ribeirinhos e pequenos produtores. Ainda que a criação de Unidades de Conservação, como a APATX, tenha buscado mitigar parte dessas pressões, a região continua sendo palco de conflitos envolvendo garimpo, grilagem, exploração madeireira e expansão da fronteira agropecuária (Pará, 2020).

Em 2024, o estado do Pará registrou a maior área queimada do Brasil, com aproximadamente 7,3 milhões de hectares afetados por incêndios, o que corresponde a 24% de toda a área queimada no país, segundo dados do MapBiomas Fogo. Esse cenário foi reforçado pelos dados do sistema TerraBrasilis, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que apontou o Pará também como líder em focos de calor, com 55.513 registros entre 1º de janeiro e 22 de dezembro — o equivalente a 20,1% do total nacional.

Dentro desse contexto, a APATX despontou como a unidade de conservação mais impactada no Estado, com cerca de 1,4 mil km² degradados ao longo de 2024, conforme aponta o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), sendo as queimadas o principal vetor dessa degradação (Bispo, 2025). Entre os principais fatores que impulsionam as queimadas na APATX estão a exploração madeireira, a pecuária extensiva, a mineração e a ocupação desordenada por populações concentradas, sobretudo ao longo de estradas e vicinais — elementos que geram forte pressão socioeconômica e dificultam a efetividade das políticas de proteção ambiental (Gemaque, 2012; Costa; Reis, 2017; Melo Neto *et al.*, 2019).

Outros fatores, como o número limitado de corpo técnico destinado a gestão, o monitoramento e a fiscalização da APTX, são apontados por Barbosa *et al.* (2022) e Santos, Neris e Coelho (2023), como fatores que colaboram para a grande incidência de queimadas no



interior da APA. Bem como a demora para a criação de um documento de gestão, como o Plano de Gestão da APATX (Pará, 2024a), que é aprovado apenas em 2024, 18 anos após a sua criação.

Em 2024 também foi observada a redução do desmatamento na APATX, que decorre de um conjunto de iniciativas que vêm fortalecendo a governança ambiental na região. Entre elas, destaca-se a retomada do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm); o Projeto de Recuperação Florestal da APA, que promove a restauração de áreas degradadas e estimula práticas produtivas mais sustentáveis (Pará, 2024b); além da já citada aprovação do Plano de Gestão da APATX, que trouxe diretrizes para a conservação ambiental e o ordenamento territorial, reforçando ainda mais a proteção dos recursos naturais (Pará, 2024a).

Essas ações ganharam força diante da gravidade da problemática das queimadas na APATX, que tem atraído o interesse de diversos estudos voltados à compreensão das transformações no uso e cobertura da terra em diferentes recortes temporais. Entre eles, podem ser citados como exemplos: Melo Neto *et al.* (2019), que fazem um diagnóstico temporal dos focos de calor na área, entre 2008 e 2017; Santos *et al.* (2022), que analisaram a dinâmica dos focos de calor entre 2015 e 2020; e Santos, Neris e Coelho (2023), que analisam a origem e a espacialização dos focos de calor na APATX, também no período de 2015 a 2020. Esses trabalhos, entre outros desenvolvidos na Amazônia, evidenciam a importância do monitoramento contínuo e da implementação de políticas públicas eficazes para garantir a conservação da unidade.

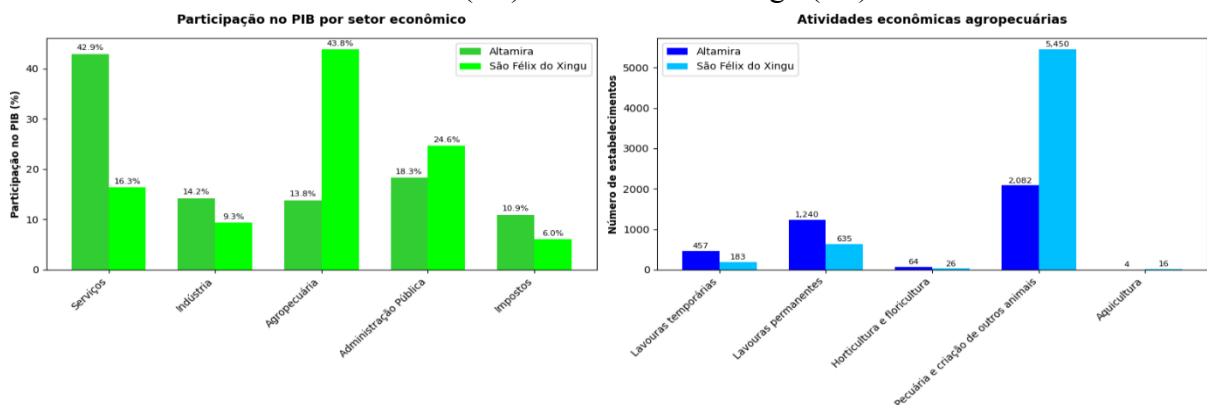
Dessa forma, para que se possa realizar uma avaliação precisa das queimadas e viabilizar ações coordenadas e eficazes no seu controle e combate, o uso das geotecnologias torna-se uma ferramenta essencial. Elas desempenham um papel estratégico tanto na análise e monitoramento desses eventos quanto no planejamento e na implementação de medidas voltadas à preservação ambiental e ao enfrentamento do desmatamento na região (Nascimento; Lira, 2012). O uso dessas geotecnologias, articuladas com o referencial teórico, serão compreendidas na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A APATX por estar localizada em uma área de constantes conflitos e avanço do desmatamento, como já pontuada, enfrenta pressões intensas que resultam na ocorrência de focos de calor e na expansão das áreas queimadas. No entanto, limitar-se a afirmar que a

unidade sofre com as queimadas não é suficiente, sendo fundamental compreender as causas desses eventos e identificar onde eles ocorrem com maior intensidade. Para isso, um primeiro passo importante é analisar o perfil socioeconômico dos municípios no qual a UC está localizada e por consequência as atividades agropecuárias, como pode ser visualizado na figura 3.

Figura 3 – Gráficos do perfil econômico e atividades agropecuárias nos municípios de Altamira (PA) e São Félix do Xingu (PA)

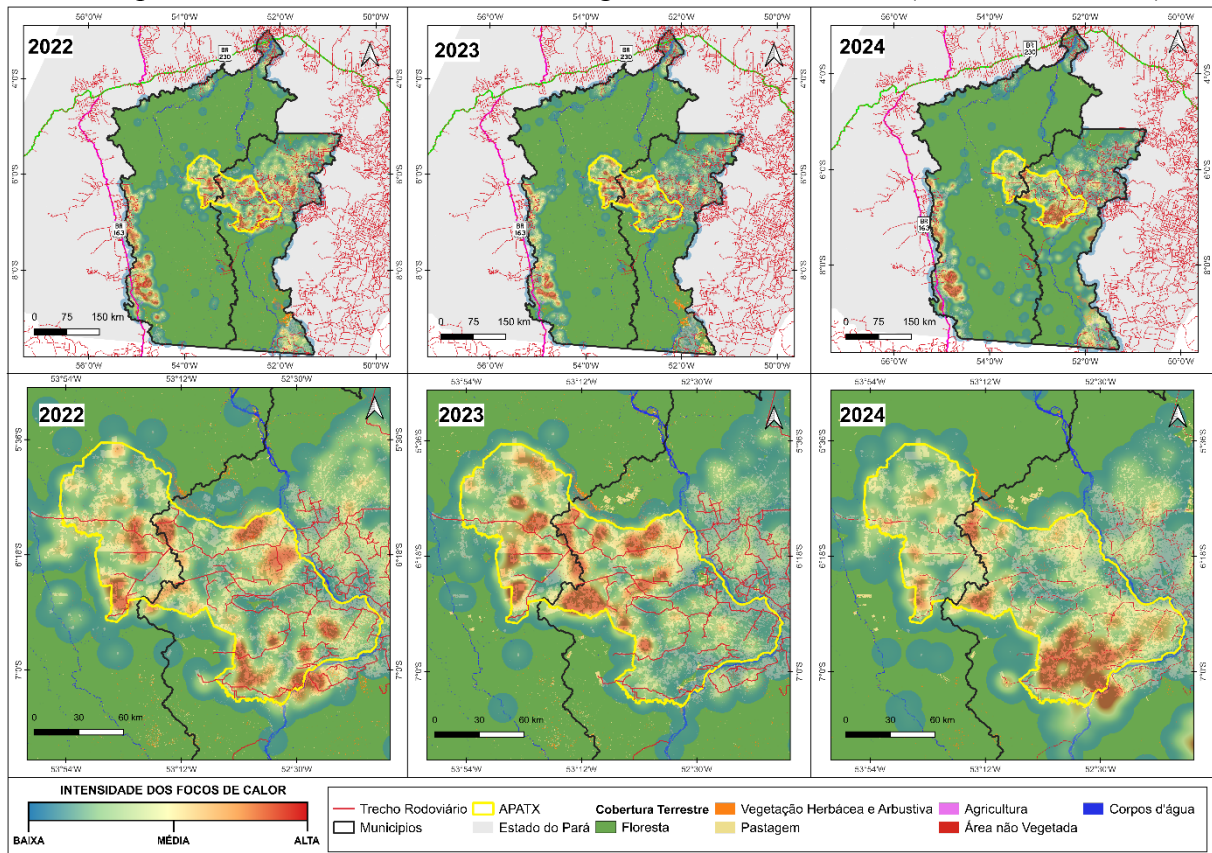


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de FAPESPA (2021) e IBGE/SIDRA (2017).

Os dados mostram que, tanto no setor econômico quanto nas atividades agropecuárias, São Félix do Xingu supera Altamira, com a agropecuária representando 43,8% do PIB local, contra 13,8% em Altamira, e 5.450 estabelecimentos voltados para a pecuária e criação de outros animais, mais que o dobro dos 2.082 registrados em Altamira. Essa predominância reforça a forte dependência econômica do uso da terra para fins pecuários e agrícolas, associada à maior pressão sobre os recursos naturais e à ocorrência de queimadas.

No entanto, isso não exclui Altamira desse cenário, pois, segundo Santos *et al.* (2022), a alta incidência de focos de calor no município também está diretamente ligada às atividades pecuárias e agrícolas, já que a região é importante produtora agropecuária na Amazônia. Assim, identificar e mapear as áreas de pastagem em ambos os municípios é fundamental para compreender de forma mais precisa a relação entre o uso da terra e as queimadas na APA Triunfo do Xingu. A Figura 4, ilustra essa dinâmica, relacionando a cobertura do solo com a localização e intensidade dos focos de calor, nos anos analisados na pesquisa.

Figura 4 – Mapa da cobertura da terra e da distribuição da intensidade dos focos de calor nos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, incluindo a APATX (2022, 2023 e 2024)



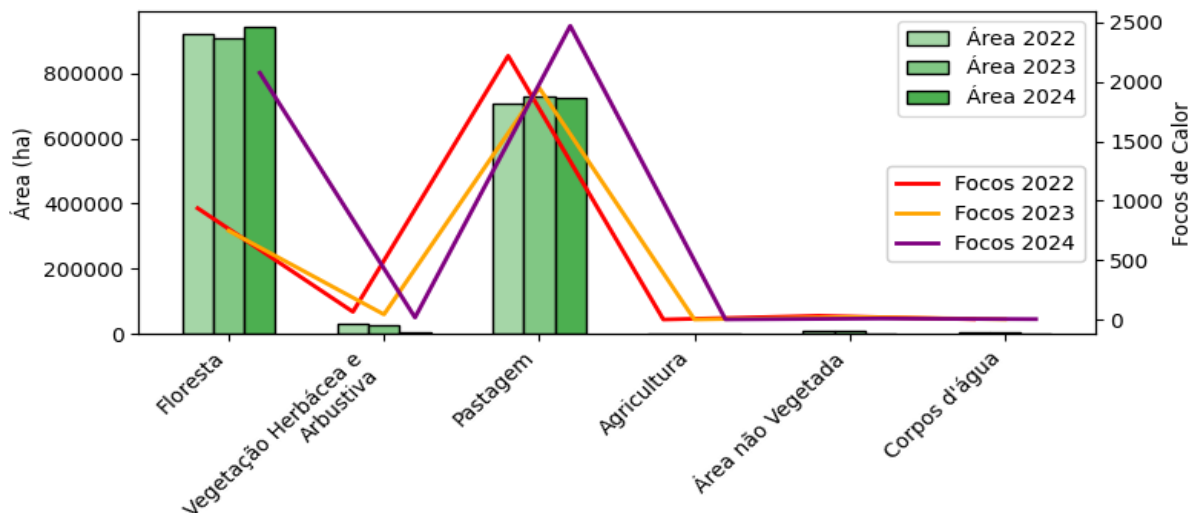
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de MAPBIOMAS, IBGE, INPE e SEMAS.

Em Altamira, como pode ser observado a intensificação das queimadas, relaciona-se ao avanço da ocupação populacional em áreas próximas às estradas e vicinais, sobretudo ao longo da BR-163 (Cuiabá–Santarém) e da BR-230 (Transamazônica). Esses corredores viários atuam como eixos de expansão territorial, estimulando a abertura de novas áreas, o surgimento de focos de incêndio e a ampliação dos impactos ambientais na região (Melo Neto *et al.*, 2019). Ainda de acordo com os mesmos autores, esse processo reflete a própria lógica histórica de ocupação da Amazônia, na qual áreas já consolidadas avançam continuamente sobre novas fronteiras do agronegócio. Nesse cenário, São Félix do Xingu se destaca por concentrar o maior rebanho bovino do país, com aproximadamente 2,5 milhões de cabeças de gado em 2022, segundo o IBGE.

A prática da pecuária intensiva, que frequentemente utiliza o fogo para limpar e renovar as pastagens, contribui para a amplificação das queimadas, muitas vezes extrapolando os limites da APA e aumentando a pressão sobre os recursos naturais da região (Guerreiro

Neto, 2022). A figura 5³ ilustra esses fenômenos, evidenciando que os focos de calor na APATX ocorrem predominantemente em áreas de pastagem.

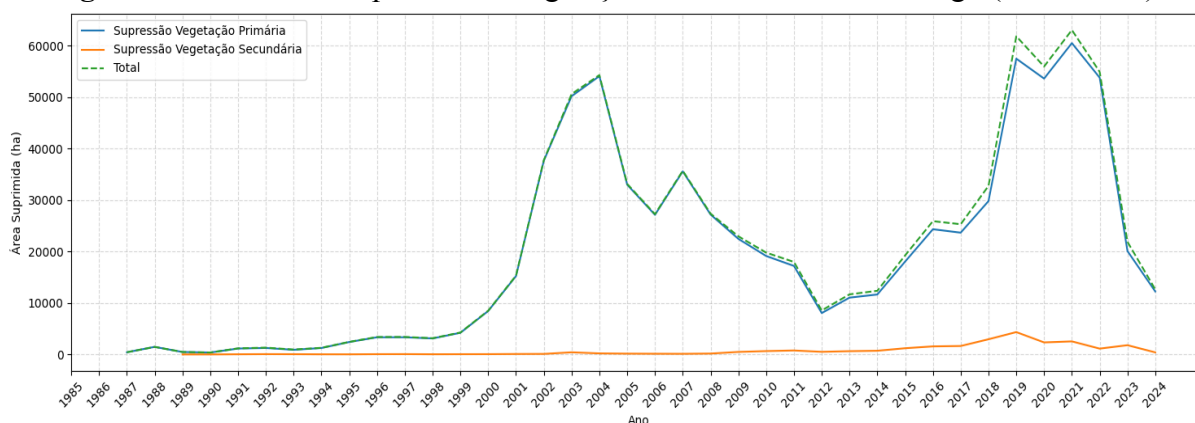
Figura 5 – Gráfico de distribuição dos focos de calor nas diferentes áreas da APATX



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de MAPBIOMAS e INPE.

Assim, observa-se que os focos de calor na APATX estão concentrados principalmente em áreas de pastagem. Por outro lado, apesar de uma redução moderada da formação florestal entre 2022 e 2023 (~2,1%), houve uma recuperação significativa em 2024 (~5,4%), resultando em um crescimento líquido de ~3,2% em relação a 2022. Esses dados indicam que a pressão do desmatamento APA diminuiu, conforme evidenciado na figura 6.

Figura 6 – Gráfico da supressão da vegetação na APA Triunfo do Xingu (1985–2024)

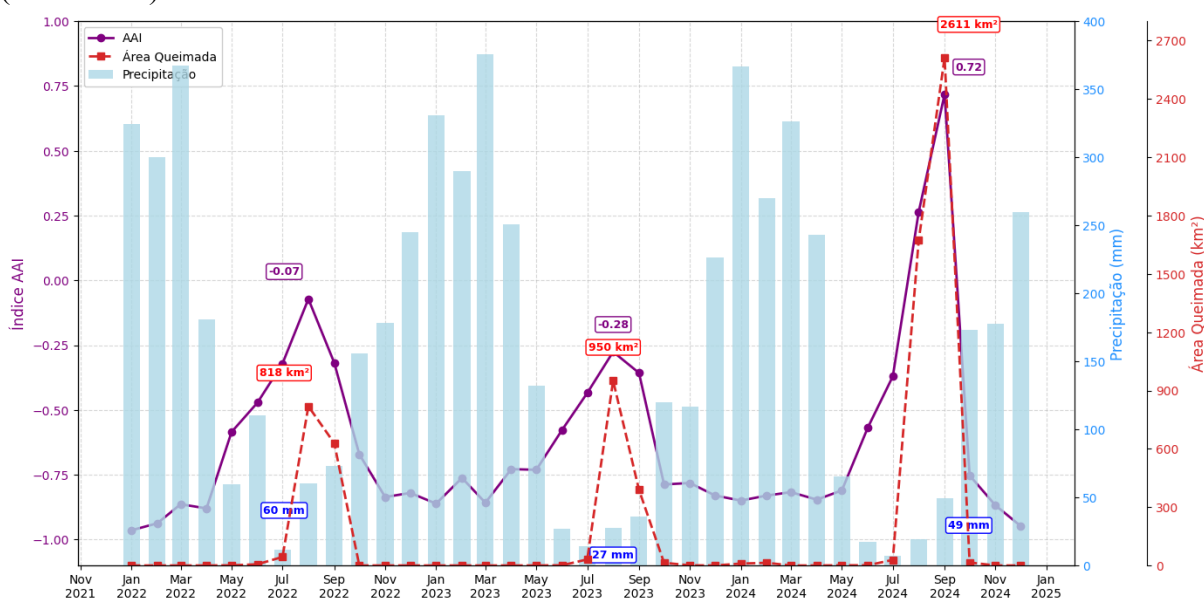


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de MapBiomias.

³ O gráfico apresenta uma reclassificação das subclasses do MapBiomias em suas respectivas classes, visando uma visualização mais clara.

Explanado o contexto o qual a APATX está inserida, relacionada com as atividades realizadas dos dois municípios que a compõem, fica evidente a relação entre as áreas de pastagem e as queimadas, mas que tal fenômeno também tem avançado sobre as florestas. Dessa maneira, para uma melhor compreensão, o presente estudo avalia essas ocorrências de queimadas, de maneira integrada (articulando o índice de aerossóis, as áreas queimadas e as precipitações). Essa análise pode ser observada na figura 7:

Figura 7 - Gráfico da relação entre AAI, Área Queimada e Precipitação na APATX (2022-2024)

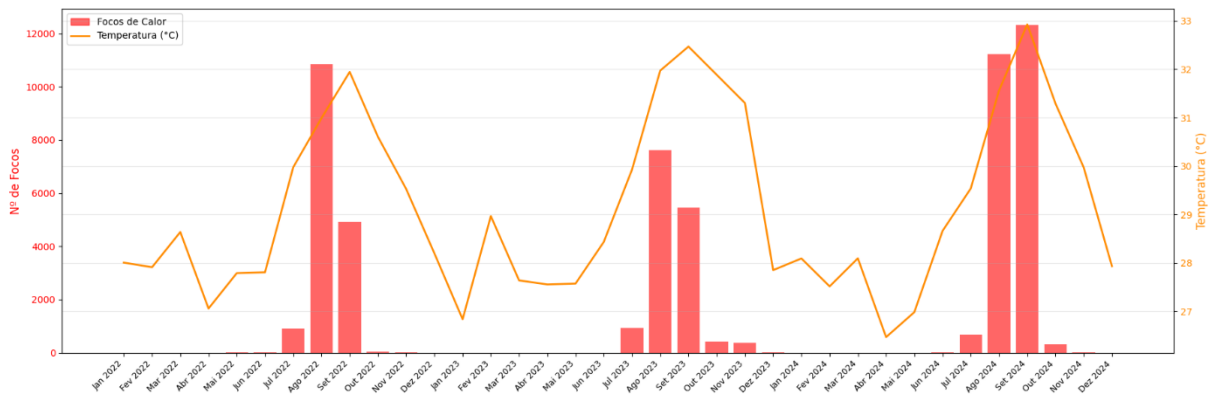


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de SENTINEL 5P, CHIRPS, MODIS.

Desse modo, os resultados mostram que entre 2022 e 2024, a área queimada na APATX variou significativamente, com picos sempre no período seco. Em agosto de 2022, foram registrados 818 km² queimados, sob 60 mm de chuva e AAI de -0,07, valor próximo à média histórica. No mesmo mês de 2023, a área atingiu 950 km² (+16%), coincidindo com a menor precipitação do período (27 mm) e AAI de -0,28, indicando intensidade abaixo da média, mas com presença de aerossóis. O quadro mudou de forma acentuada em setembro de 2024, quando a área queimada saltou para 2.611 km² (+175% em relação a 2023), com 49 mm de precipitação e AAI de 0,72, evidenciando atividade muito acima da média histórica.

Essa tendência também foi confirmada a partir da relação direta entre a elevação da temperatura média e o aumento expressivo no número de focos de calor, conforme apresentado na figura 8:

Figura 8 – Gráfico de Variação Mensal dos Focos de Calor e da Temperatura entre 2022 a 2024 na APATX



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de FIRMS e MODIS.

Observa-se uma clara ciclicidade anual: durante os meses mais chuvosos, entre dezembro e abril, as áreas queimadas praticamente desaparecem, os focos de calor são escassos e as temperaturas médias se mantêm entre 27 e 28 °C. Em contraste, nos meses mais secos, aproximadamente de julho a outubro, tanto as áreas queimadas quanto os focos de calor aumentam significativamente, acompanhados de temperaturas médias que podem superar 32 °C.

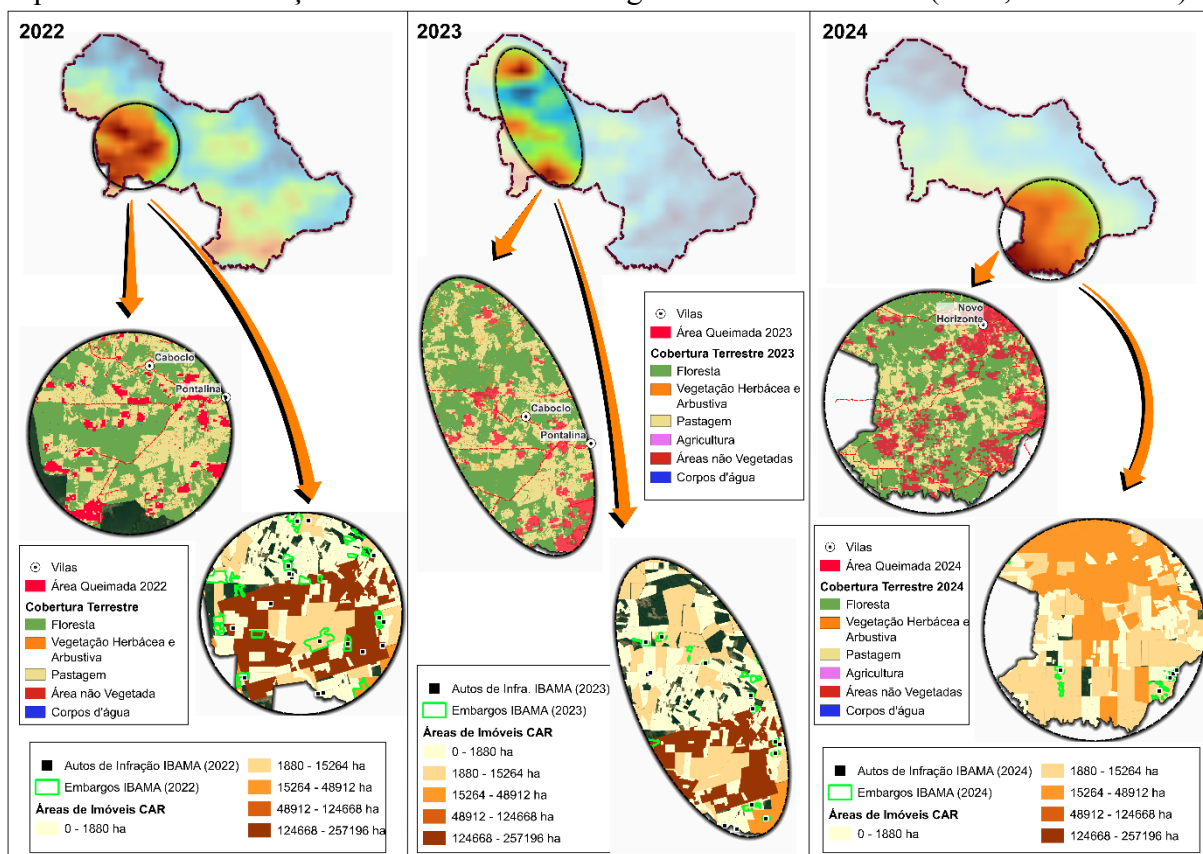
Apesar de os dados indicarem maior intensidade de queimadas e concentração de aerossóis durante o período seco e redução expressiva na estação chuvosa, é importante evitar interpretações simplistas que atribuam exclusivamente às condições climáticas a ocorrência das queimadas na APATX isso porque, tal abordagem pode obscurecer o papel central das ações antrópicas — especialmente o uso intencional do fogo em práticas agropecuárias — na emissão desses poluentes atmosféricos. Questão essa que já foi apontada inclusive mais acima, quando evidencia as áreas de pastagem na APATX como local de maior ocorrência dos focos de calor.

Diversos elementos indicam que o clima, por si só, não explica as queimadas na Amazônia. Entre julho e novembro, período de menor pluviosidade, o bioma ainda apresenta chuvas elevadas em comparação a outras regiões brasileiras, devido ao clima equatorial úmido (Aw), na classificação de Köppen (Pará, 2015), com temperaturas médias acima de 18 °C e estação seca curta, parcialmente compensada por precipitação significativa ao longo do ano (Golfari; Mourão; Carvalho, 1978). Essas condições mantêm a umidade do ambiente, sustentam a floresta ombrófila densa — naturalmente resistente ao fogo — e, com rios perenes como o Xingu, reforçam a resiliência hídrica da região, tornando improvável incêndios por causas naturais (Claudino, 2011). Em ecossistemas úmidos como a Amazônia,

estudos mostram que os incêndios decorrem de ações humanas deliberadas, sobretudo o uso do fogo no manejo agropecuário e na limpeza de áreas desmatadas (Brando *et al.*, 2020).

Considerando essas observações e o histórico de ocupação da APATX (Costa; Reis, 2017; Santos; Neris; Coelho, 2023), verifica-se que as queimadas estão fortemente associadas às atividades humanas, sobretudo em áreas de pastagem. Para evidenciar de forma sintética e espacial essa relação, foram destacadas as regiões que apresentaram os maiores picos de concentração de aerossóis — em agosto de 2022 e 2023 e em setembro de 2024 — e sua correspondência com áreas queimadas, cobertura da terra e registros de irregularidades, mesmo diante do expressivo número de Cadastros Ambientais Rurais (CAR) existentes na unidade, conforme ilustrado da figura 9.

Figura 9 – Mapa das áreas de maior concentração de aerossóis provenientes de queimadas e sua relação com uso do solo e irregularidades na APATX (2022, 2023 e 2024)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de SENTINEL 5P, MAPBIOMAS, SEMAS e IBGE.

Observa-se então que em 2022, a maior intensidade ocorreu na porção sudoeste da unidade, próxima às vilas Caboclo e Pontalina, em uma região marcada por extensas áreas de pastagem. No ano seguinte, 2023, o foco desloca-se para o norte, também associado a áreas agropecuárias próximas às mesmas vilas, reforçando a persistência desse padrão. Já em 2024,



o maior registro concentrou-se no Sudeste, nas proximidades da vila Novo Horizonte, novamente sobre uma matriz de pastagens. Em todos os anos, verifica-se a sobreposição entre áreas queimadas, imóveis rurais cadastrados no CAR e registros de autos de infração e embargos, o que evidencia uma contradição: mesmo com elevado número de propriedades oficialmente registradas, persistem práticas irregulares que intensificam a degradação ambiental. Esse padrão contribui para a compreensão de que as queimadas decorrem menos de fatores naturais e mais da pressão antrópica, ampliando a vulnerabilidade socioambiental da região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo discorre acerca do uso das geotecnologias para a análise e avaliação das queimadas em UC, principalmente aquelas localizadas em áreas de conflitos frequentes para o avanço do desmatamento, como é o caso da APATX, junto a outras Áreas Protegidas no mosaico da Terra do Meio. A análise integrada realizada confirma a forte correlação entre seca, aumento de partículas atmosféricas e expansão das queimadas na APATX.

Assim, os dados deste estudo reforçam que, embora o clima crie condições favoráveis à propagação das chamas, a ignição e localização das queimadas dependem diretamente de intervenções antrópicas. A presença de picos abruptos na concentração de aerossóis durante o período seco indica o uso intensificado do fogo como ferramenta de transformação do espaço, associado à expansão das fronteiras agropecuárias e ao desmatamento recente.

Os resultados evidenciam a necessidade de políticas públicas que combinem monitoramento tecnológico (com o uso das geotecnologias), fortalecimento da governança ambiental e controle efetivo das práticas antrópicas na região. Uma vez que a APATX foi criada desde 2006, com o intuito de conter o avanço do ‘Arco do Desmatamento’ no sudoeste do Pará, mas seu Plano de Gestão foi lançado apenas em 2024, 18 anos após sua criação. O que se faz necessário é a realização de novas pesquisas futuras para analisar se essa ferramenta de gestão contribui para a redução das queimadas na APA, ou quais medidas podem ser tomadas para que esse cenário seja freado.



REFERÊNCIAS

ANDREAE, M. O.; CRUTZEN, P. J. Atmospheric Aerosols: Biogeochemical Sources and Role in Atmospheric Chemistry. **Science**, v. 276, n. 5315, p. 1052-1058, 1997. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.276.5315.1052>. Acesso em: 24 mai. 2025.

BARBOSA, M. T. *et al.* Geotecnologia aplicada na identificação de incidências de queimadas no município de São Félix do Xingu/PA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. 1-10, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28206>. Acesso em 24 mai. 2025.

CABRAL JUNIOR, F. O.; CYRNE, C. C. da S.; TURATTI, L. As queimadas no estado do Pará, Brasil: Impactos ambientais, sociais e econômicos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 9, p. 1-22, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n9-002>. Acesso em: 24 mai. 2025.

CLAUDINO, S. D. **Ocupação dos espaços, gestão e degradação das pastagens entre pecuaristas da microrregião de São Félix do Xingu – PA**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém.

COSTA, A. L. S. da; REIS, L. R. A contribuição da APA Triunfo do Xingu para o ordenamento fundiário na região da Terra do Meio, estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 96-102, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.60105>. Acesso em: 24 mai. 2025.

GEMAQUE, C. B. S. **Análise dos pontos críticos na APA Triunfo do Xingu**. Belém: SEMA, DIAP, 2012. 15 p. Relatório Técnico.

GOLFARI, L.; MOURÃO, L.; CARVALHO, M. M. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Brasília: PRODEPEF/FAO/IBDF, 1978. (Série Técnica, 11).

GUERREIRO NETO, G. Pecuária torna área protegida no Xingu campeã das queimadas. **Infoamazonia**, Belém, 4 set. 2020. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2020/09/04/pastos-poem-apa-triunfo-do-xingu-novamente-no-topo-das-queimadas/>. Acesso em: 19 out. 2025.

HASEBAERT, R. **Viver no limite: território e multi/transferritorialidade em tempos de in-segurança e contenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

MAPBIOMAS. **Área queimada no Brasil cresce 79% em 2024 e supera os 30 milhões de hectares**. São Paulo: MapBiomas, 22 jan. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-super-a-os-30-milhoes-de-hectares/>. Acesso em: 24 maio 2025.

MELO NETO, P. R. *et al.* Diagnóstico temporal da incidência de focos de queimada na vegetação de São Félix do Xingu – PA, no período de 2008 a 2017. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. **Anais [...]**. Santos: INPE, abri. 2019. p. 3409-3412.



NASCIMENTO, F. I. C. do; LIRA, E. M. de. O uso das geotecnologias como ferramenta para o mapeamento de focos de queimadas na Amazônia Sul-Occidental. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 1646-1654, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2220>. Acesso em: 22 mai. 2025.

PARÁ. **Boletim Agropecuário do estado do Pará 2015**. Belém: FAPESPA, 2015.

PARÁ. **Plano de Gestão da APA Triunfo do Xingu**. São Félix do Xingu: SEMAS; IDEFLOR-Bio; CI-Brasil; Con&Sea Ltda, 2024a. Disponível em: https://ideflorbio.pa.gov.br/wp-content/uploads/2024/11/240814_Produto-9_Plano-de-Gestao.pdf. Acesso em: 30 abr. 2025.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Unidade de Recuperação Triunfo do Xingu**. Belém: SEMAS, 2024b. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/urtx/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed., 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, G. G. dos *et al.* Geotecnologia aplicada na identificação e análise de queimadas no município de Altamira/PA. In: DIGITAL, E. C (Org.). **Open science research V**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/geotecnologia-aplicada-na-identificacao-e-analise-de-queimadas-no-municipio-de-altamirapa>. Acesso em: 19 out. 2025.

SANTOS, G. G.; NERIS, J. P. F.; COELHO, R. F. R. Dinâmica dos focos de calor na Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu, Amazônia Paraense. **Revista Geoamazonia**, v. 11, n. 22, p. 23-45, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/13770/pdf>. Acesso em: 24 mai. 2025.