



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS INCENDIOS OCURRIDOS ENTRE 2006 Y 2017 EN LA SUB-CUENCA DEL RÍO ITACAIUNAS, MARABA, PARA, BRASIL

Paulo da Silva Garcia¹
Layla Bianca Almeida Dias¹
Lucimar Costa Pereira²
* Antônio Pereira Júnior³

QUANTITATIVE ANALYSIS OF FIRES BETWEEN 2006 AND 2017 IN THE ITACAIUNAS RIVER SUB BASIN, MARABÁ, PARÁ, BRAZIL

Recibido el 7 de julio de 2020. Aceptado el 31 de mayo de 2021

Abstract

Flammability in forests in the Brazilian Amazon, especially in the southern and southeastern regions of the state of Pará, is high. Therefore, the objective of this study was the survey of data on fires that occurred in the sub-basin of the Itacaiunas River between 2006 and 2017. The method used was deductive, with quantitative and qualitative coverage, and nature applied. The data analyzed were obtained from freely accessible sites involved with the focus of these studies, such as the Ministry of the Environment, the National Institute of Space Research, the Brazilian Amazon Forest Monitoring Program, and the Burned Database. The analysis of the data obtained for the period under investigation indicated that in the sub-basin of the Itacaiunas River, the municipality of Marabá presented high indices ($n = 4.122$; 41.4%), Eldorado dos Carajás introduced a lower index ($n = 1.583$; 15.9%). In the case of Marabá, the growing timber extraction is one of the reasons for this amount of burning. The lowest index of all was registered in Sapucaia ($n = 128$; 1.3%), which has vegetable extraction, hunting, and fishing as its economy. Therefore, the fires in these regions are associated with the economic aspects developed by them, so they need new information more frequently from further academic studies, always based on the comparative content of previous research to verify their alleviation or reduction.

Keywords: cutting and burning, georeferencing, land use and occupation.

¹ Universidad del Estado de Pará, Brasil.

² Departamento de Geografía, Universidad Federal de Pará, Brasil.

³ Departamento de Ingeniería Ambiental, Laboratorio de Calidad Ambiental, Universidad Estatal de Pará, Campus VI, Rodovia PA 125, s/n. CEP:68628-200. Paragominas – Pará. Email: antonio.junior@uepa.br

Resumen

La inflamabilidad de los bosques de la Amazonia brasileña, especialmente en las regiones sur y sudeste del estado de Pará, es una amenaza para el ecosistema y para las poblaciones y comunidades tradicionales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue el estudio de los datos sobre los incendios ocurridos en la subcuenca del río Itacaiunas entre 2006 y 2017. El método utilizado fue deductivo, con cobertura cuantitativa y cualitativa, y se aplicó la naturaleza. Los datos analizados se obtuvieron de sitios de libre acceso relacionados con el foco de estos estudios, como el Ministerio de Medio Ambiente, el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, el Programa de Monitoreo de la Selva Amazónica Brasileña y la Base de Datos de Quemados. El análisis de los datos obtenidos para el período analizado indicó que en la subcuenca del río Itacaiunas, el municipio de Marabá, presentaba altos índices ($n = 4.122$; 41.4%), Eldorado dos carajás presentaba un índice más bajo ($n = 1.583$; 15.9%). En el caso de Marabá, la creciente extracción de madera es una de las razones de esta cantidad de quema. El índice más bajo de todos se registró en Sapucaia ($n = 128$; 1.3%), que tiene como economía la extracción de vegetales, la caza y la pesca. Por lo tanto, los incendios en estas regiones están asociados a los aspectos económicos desarrollados por ellas, por lo que necesitan con mayor frecuencia nueva información de nuevos estudios académicos, siempre basados en el contenido comparativo de investigaciones anteriores para verificar su aligeramiento o reducción.

Palabras clave: corte y quema, georreferenciación, uso y ocupación de la tierra.

Introducción

La inflamabilidad en el Amazonas como bioma muestra un aumento en veinte años y esto ha causado una disminución en la tasa de precipitación (< 20%) y un aumento de la temperatura (2º a 8º C), lo que puede determinar una sabanización y reducción de las cuencas y subcuencas de este bioma (Coe *et al.*, 2013; Fonseca-Morello *et al.*, 2017; Nepstad, 2001).

La quema, especialmente en la Amazonia brasileña, la práctica desenfrenada en la selva amazónica ha aumentado el número de hospitalizaciones de niños menores de cinco años, así como la vulnerabilidad de las comunidades tradicionales a las enfermedades respiratorias (SBMFC, 2019). causando la pérdida de hábitats, lo que contribuye a la reducción de la biodiversidad de plantas y animales, especialmente los monos que viven en esta región el 20% de las 6000 especies del universo (Vidal, 2012).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos incendios pueden tener un origen no antrópico, es decir, la presencia de fragmentos de carbón vegetal como componente del suelo en los bosques tropicales, indican que esto ya ocurría entre 250 y 600 años antes del presente (AP), por lo que después de un incendio, se generan cambios climáticos como una reducción de la humedad por parte de la vegetación arbórea (Mélo *et al.*, 2011).

Uno de los impactos negativos más frecuentes después de los incendios se refleja en el suelo. Provoca el empobrecimiento del suelo, la pérdida de humedad, la escasez de la dinámica de los descomponedores de materia orgánica, lo que dificulta el reemplazo adecuado de los macronutrientes y en consecuencia, la fertilidad del suelo (Sá *et al.*, 2006; 2007).

En el estado de Pará, los incendios son frecuentes, ya que, en 2018, 46 (n = 31,94%), de los 144 municipios del estado, totalizaron 2015 brotes de esta acción, de los cuales 85 ocurrieron en zonas de pastos y agrícolas. En este último, la plantación de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en la región del Amazonas, utilizando el modelo de corte y quema (SEMAS, 2018).

En el perímetro de la subcuenca del río Itacaiúnas están presentes los municipios de Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Marabá, Parauapebas y parte de las regiones de São Geraldo do Araguaia, Sapucaia, Piçarras y Xinguará (Souza Filho *et al.*, 2016).

Debido a que estos municipios están situados en la parte sudoriental del estado de Pará, algunos de los principales productos básicos del país están presentes como actividad económica, siendo estos los sectores de la agricultura y la ganadería, la exploración minera, la extracción vegetal y los servicios de procesamiento de hierro en bruto (Santos, 2017).

Entre los principales municipios ubicados en la subcuenca de los ríos Itacaiúnas, Marabá y Parauapebas, se destacan por su capacidad para suministrar materias primas o insumos que abastecen a las industrias productoras de bienes de consumo, la mayoría de ellas ubicadas en la región amazónica, como la región de Carajás, que debido a las actividades mineras abarca los principales municipios económicamente dependientes de la minería en la región sudoriental de Pará, como Canaã dos Carajás, Curionópolis, Marabá, Ourilândia do Norte, Parauapebas y São Félix do Xingu (Palheta *et al.*, 2017; Rolnik y Klink, 2011).

Además, las prácticas de quema son actividades que ponen en peligro el equilibrio y la calidad del ecosistema de la subcuenca del río Itacaiúnas. Se trata de prácticas antrópicas impulsadas por la intensa exploración de los principales productos básicos de los sectores minero y ganadero que movilizan el desarrollo de la región sudoriental del estado de Pará (Santos *et al.*, 2019).

Otra preocupación para esta región, especialmente en los municipios de Parauapebas, Água Azul do Norte y Canaã dos Carajás, es la existencia de una Unidad de Conservación (UC) del tipo Bosque Nacional creado por el Decreto Ley n.º 2.486 (1998) con una superficie total de aproximadamente 4.10⁵ ha, e alberga tres tipos de bosques: Campos abiertos ombrofilicos, densos ombrofilicos y ferruginoso rupestre (Rios y Vidal, 2018).

En esta, hay también otras UC's: Igarapé Gelado Ambiental; Área de Protección Ambiental de Gelado, la Selva Nacional de Itacaiúnas, la Selva Nacional de Tapirapé-Aquiri y la Reserva Biológica de Tapirapé, la Reserva Indígena de Xicrin do Catete, forman un mosaico de áreas protegidas que cubre 1,2 millones de hectáreas (Moraes y Silva, 2018).

Todos estos hechos justificaron este estudio y elevaron su relevancia porque generó datos que permitirán a los gestores municipales elaborar, inspeccionar y vigilar la evolución o involución de los incendios. Por lo tanto, el objetivo estaba vinculado a la identificación, cuantificación y calificación, en función de la intensidad de los incendios en los 10 municipios que componen la subcuenca del río Itacaiunas en Pará.

Materiales y métodos

El método aplicado en el diseño de la investigación fue el deductivo, que parte de la observación sistemática de la premisa y de los intentos de experimentar con las conjeturas y eliminar los errores (Vieira *et al.*, 2017). Además, fue posible desarrollar la investigación de carácter exploratorio aplicada con alcance cuantitativo (Marconi y Lakatos, 2017). Los datos anteriores se obtuvieron de los motores de búsqueda de acceso abierto como el Portal de Periódicos de la Coordinación del Mejoramiento del Personal de la Enseñanza Superior (CAPES), Scientific Electronic Library Online (SciELO) y Science Direct.

Área de Estudio

Situada en la parte sudoriental de Pará (Figura 1), la unidad de planificación hidrográfica del río Itacaiúnas abarca los municipios de: Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Marabá, Parauapebas y las microrregiones de São Geraldo do Araguaia, Sapucaia, Piçarras y Xinguara. Así, esta subcuenca pertenece a la región hidrográfica de Tocantins-Araguaia, que comprende alrededor del 3,30% del estado de Pará (Penereiro *et al.*, 2016).

Para la elección de los datos se tomaron en consideración los siguientes parámetros los meses de junio a octubre, ya que, en este período de los años en la región estudiada, hay una baja humedad, ausencia de precipitaciones y elevación de temperaturas que se corrobora con la ocurrencia de incendios y deforestación (Abreu y Souza, 2016).

Esta área de la unidad hidrográfica tiene dos tipos de bosques dominantes: bosques ombrofilos densos y abiertos característicos del bioma amazónico (Viana y Gil, 2018). Está clasificado en la clasificación de Köppen-Geiger, como tipo "Aw" y "Am", típico de los climas tropicales y tropicales húmedos, con una temperatura media superior a 22°C, un período seco prolongado y lluvias definidas (Alvares *et al.*, 2013; Dubreuil *et al.*, 2017).

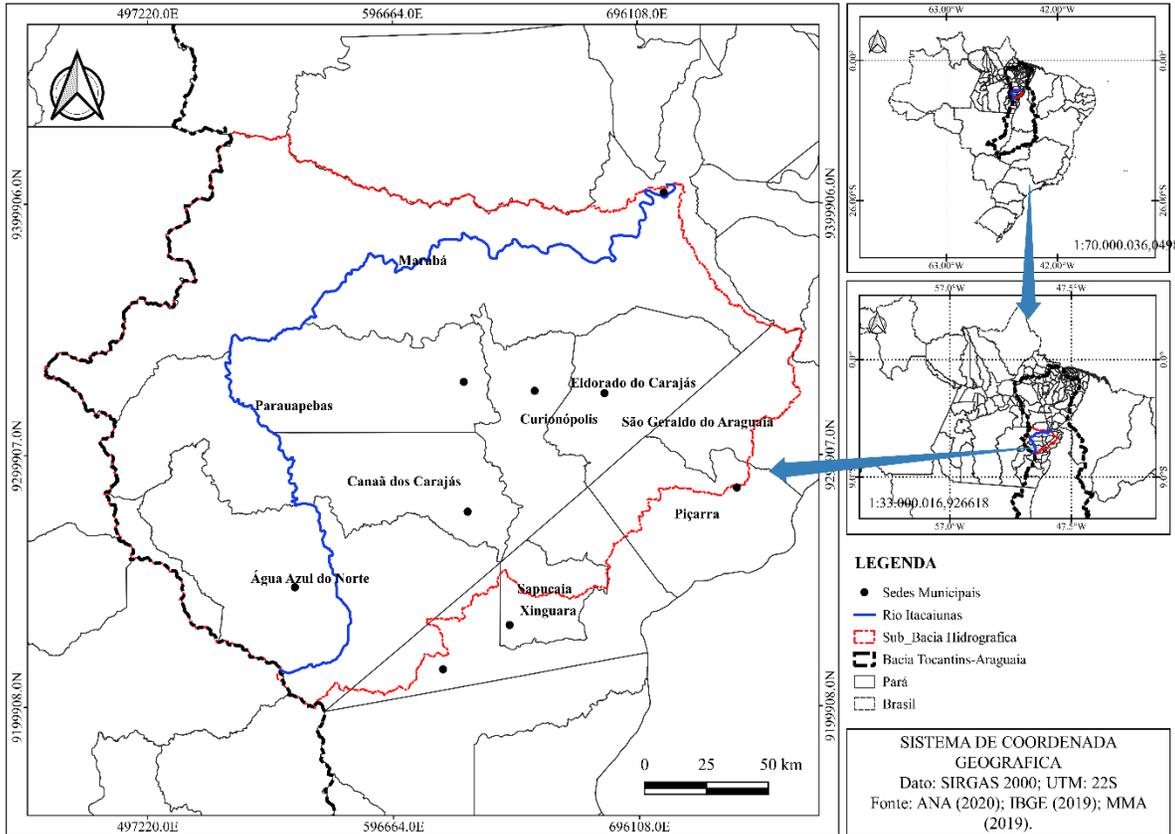


Figura 1. Ubicación de la subcuenca del río Itacaíunas.

Diseño De La Investigación

El método aplicado en el diseño de la investigación fue el deductivo, que parte de la observación sistemática de la premisa y de los intentos de experimentar con las conjeturas y eliminar los errores (Vieira *et al.*, 2017). Además, fue posible desarrollar la investigación de carácter exploratorio aplicada con alcance cuantitativo (Marconi y Lakatos, 2017). Los datos anteriores se obtuvieron de los motores de búsqueda de acceso abierto como la Coordinación del Mejoramiento del Personal de la Enseñanza Superior (CAPES), Scientific Electronic Library Online (SciELO) y Science Direct.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron datos tabulares disponibles gratuitamente en plataformas digitales gubernamentales: Base de Datos Quemados (BDQUEIMADAS) disponible en la página web del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), el límite de la

subcuenca del río Itacaiúnas y la red hidrográfica, se obtuvieron en la Agencia Nacional del Agua (ANA), los archivos de límites municipales se recogieron en el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), todos tratados en la plataforma gratuita QGIS 3.4 ltr. La recolección se llevó a cabo en los archivos y en los enlaces oficiales abiertos (Tabla 1).

Tabla 1. Objetos de búsqueda y enlaces utilizados para localizar y obtener.

DADOS	LOCAL DE BUSCA	DATUM	ESC
Perfil de la subcuenca del río Itacaiúnas	Agencia Nacional del Agua (ANA) ¹ .	WGS 84	--
La forma de los hervideros	Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) ² .	WGS 84	--
Perfil de la Deforestation	Programa de Detección de Deforestación en Tiempo Real (DETER) ³ .	GRS 1980 ellipsoid	--
La forma de los cuerpos de agua	Agência Nacional de Águas (ANA) ⁴ .	WGS 84	1:1.000.000
Shapefile do limite municipal	Ministério do Meio Ambiente (MMA) ⁵ .	SAD 69	1:100.000

Subtítulos: Datum: Modelo de la Tierra; ESC: Escala.

Enlaces: ¹<http://dados.gov.br/dataset/unidade-de-planejamento-too-hidrico>; ²<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>;

³<http://www.obt.inpe.br/deter/cadastro.php>; ⁴<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>;

⁵<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>

Los Archivos Focales de Queimadas se utilizan del satélite NOAA-12 (2006 a 2007), que hasta 2007 se utilizaba como satélite de referencia, ya para los años 2008 a 2017 el satélite NOAA-15 es el actual satélite de referencia (INPE, 2019).

Con la obtención de estos datos, se rediseñaron al Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000, con archivos de datos geospaciales en forma vectorial (Shapefile) por la función de guardar características como. Además, los archivos de foco de quemado se obtienen mediante el procesamiento diario de imágenes del sensor Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (AVHRR), que está acoplado a los satélites polares NOAA-12 y NOAA-15, para los años 2006 a 2017.

Después de tabular los datos de las quemaduras, todos se superponen en el límite del área de estudio. Todo el procesamiento de datos fue hecho por el *software* QGIS, versión 3.4 ltr. Los datos digitales que se superponen al área de estudio se generan por etapas los mapas multitemporales del núcleo por medio de recorridos que parten del uso de la extensión de la intensidad del calor (Figura 2).

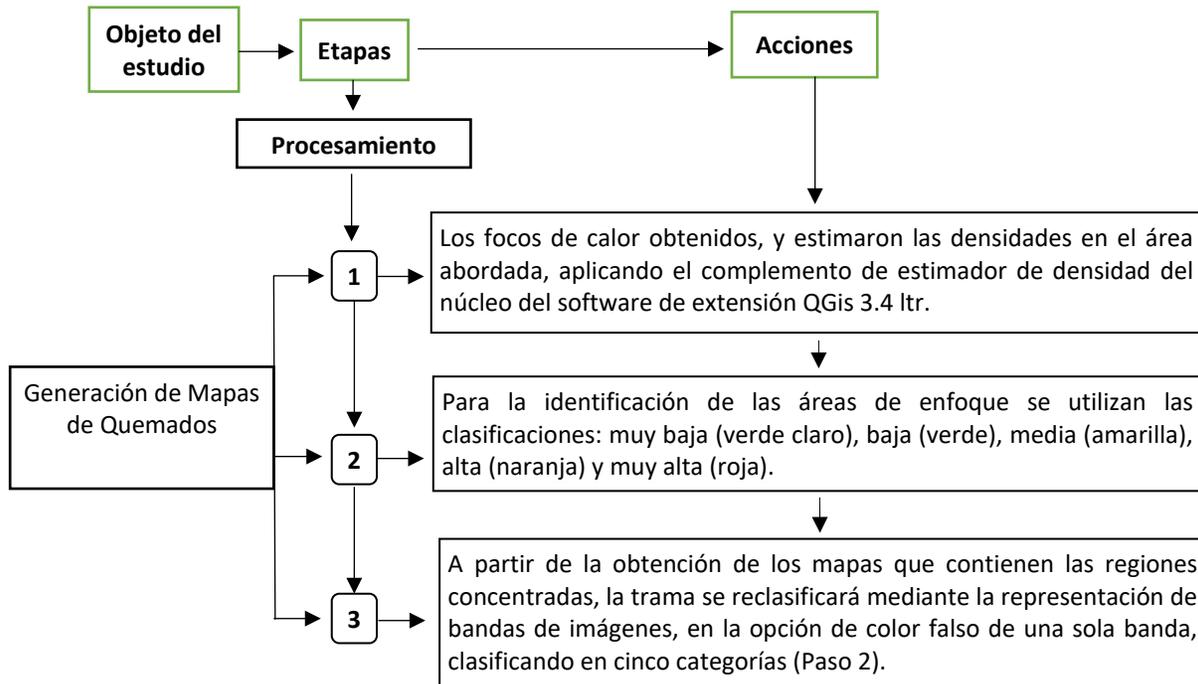


Figura 2. Diagrama de flujo de los pasos y acciones de procesamiento y análisis de datos.

Las clases se definen en: muy bajo, en verde claro; bajo, en verde; medio, en amarillo; alto, en naranja y muy alto, en rojo (Oliveira, U y Oliveira, P, 2017). Se decidió utilizar el algoritmo del estimador de densidad, ya que es el método simple y efectivo para analizar el comportamiento de los patrones de puntos, y calcula la ocurrencia del evento espacial del área de estudio. Además, la función cuenta la distribución de todos los puntos dentro del radio de influencia, examinando la distancia de cada uno de ellos al punto por ciento (Cámara y Carvalho, 2002).

Procesamiento De Datos Estáticos

El análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor y la prueba de Tukey se utilizaron para verificar la diferencia significativa en el 5% ($p < 0.005$), clasificándose los resultados en distintos grupos de A, AB y B. Entre los datos alfanuméricos de los archivos en formato shapefile de los incendios de junio a octubre del período 2006 a 2017. La línea de tendencia lineal se utilizó en el estudio para verificar la expectativa de la evolución y la regresión del número de focos de calor en el período estudiado (White y White, 2016). Este tratamiento fue desarrollado en la versión 3.6 del software Action Start y en Microsoft Excel (AWS, 2019).

Resultados y discusiones

El análisis de los datos obtenidos indica que en la subcuenca estudiada se produjeron 9.946 incendios en el período de junio a octubre de los años 2006 a 2017, siendo el mayor número de incendios ($n = 5.586$; 56.16%) en el período de 2006 a 2008, y se detectó el menor número ($n = 595$; 5,98%) en el período de 2012 a 2014 (Tabla 2).

Tabla 2. Registro de la superficie de bordes de incendios en el período de 2006 a 2017. Sur y sudeste de Pará.

Períodos analizados	Número de brotes de incendios
2006-2008	5.586
2009-2011	3.058
2012-2014	595
2015-2017	707
Total	9.946

Sobre estos números, Fernandes *et al.* (2018), realizaron un estudio en Parauapebas y encontraron que el crecimiento de la población y la tala de árboles contribuirán a un aumento del número de ellos en este municipio. En el caso de Corbellini (2016), la estación seca y calurosa en las regiones meridional y sudoriental de Pará, con escasas precipitaciones, contribuye a la frecuencia de los incendios.

A partir de la aplicación del tratamiento estadístico del ANOVA y de la prueba de Tukey, se encontró que los promedios mostraban una diferencia significativa en los incendios focales ($F = 5.60$; $p < 0.001$) en 2006-2008 y 2015-2017 (Figura 3), clasificándolos en distintos grupos de A, AB y B.

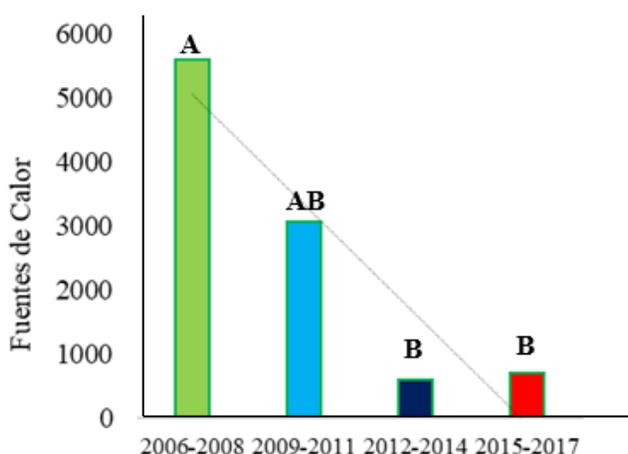


Figura 3. Promedio trienal de quemaduras de 2006 a 2017. Sur y sudeste de Pará.

El trienio 2006-2008 presentó una mayor intensidad de quemadas ($n = 5.586$; 56.16%). En el estudio realizado por la Fundación Amazónica de Apoyo al Estudio y la Investigación (Fapespa, 2017), en su primer año, la producción agropecuaria en el estado de Pará abarcó 14.635 hectáreas (ha) de área para pasar, principalmente en los municipios de Marabá y Agua Azul del Norte, que ocuparon los puestos 2° y 7° respectivamente la posición de los mayores productores de agua del estado. La quema de pastos contribuye a la degradación ambiental de la región. En detrimento de esto, Souza Filho *et al.* (2015), que también estudiaron la subcuenca del río Itacaiunas, identificaron que el 41% del área fue convertida en pastizal.

Se verificó que entre 2009 a 2011 ($n = 3.058$; 30.74%), e 2012 a 2014 ($n = 595$; 5.98%), una reducción significativa ($n = 6.293$; 63.27%) en los registros de quemados. Según el estudio realizado por Delazeri (2016) y Mello y Artaxo (2017), esta reducción se atribuyó a la aplicación de los sistemas DETER y al Plan de Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonía (PPCDAm), que intensificó las acciones de prevención y seguimiento de esta acción. Después de la elaboración de los mapas de quema, se hizo más evidente que estaban disminuyendo en la zona analizada, tanto para 2009-2011 (Figura 4a) como para 2012-2014 (Figura 4b)

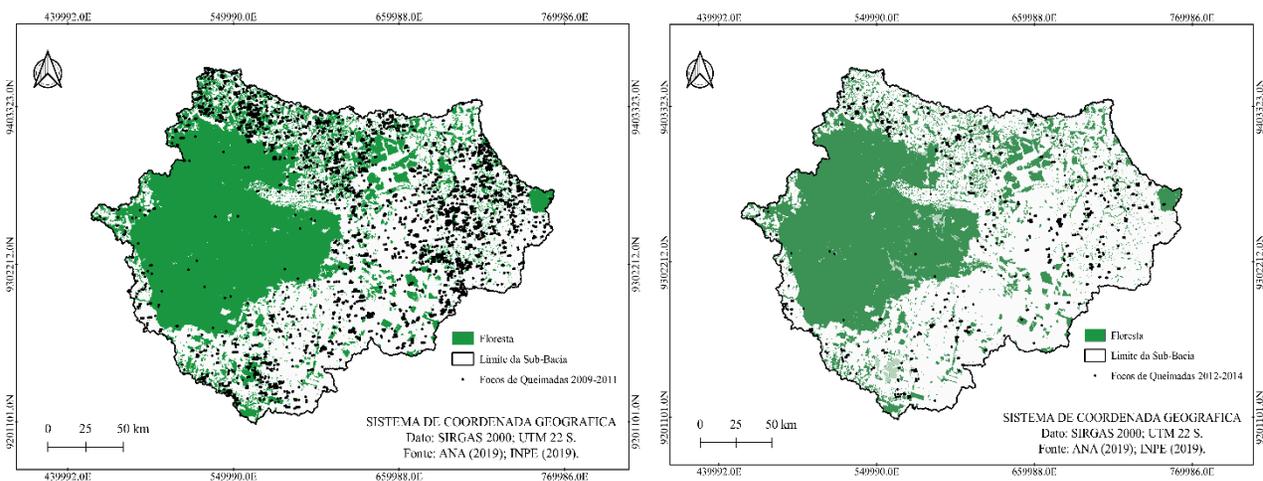


Figura 4. Disminución de las quemaduras en: a) 2009-2011; b) 2012-2014. Sur y sudeste de Pará.

En el período 2015-2017 (Figura 5), se observó una tendencia al aumento de los incendios ($n = 707$; 7.11%) en comparación con 2012 y 2014. Sobre esta tendencia, el Instituto Terra Brasilis (2018) afirma que la ocurrencia del fenómeno de El Niño afectó directamente al sudeste de Pará y su ciclo hidrológico. Por lo tanto, en este período, los incendios no tienen sólo las acciones antrópicas como causantes de los incendios forestales. Las naturales también contribuyen especialmente a elevarlas.

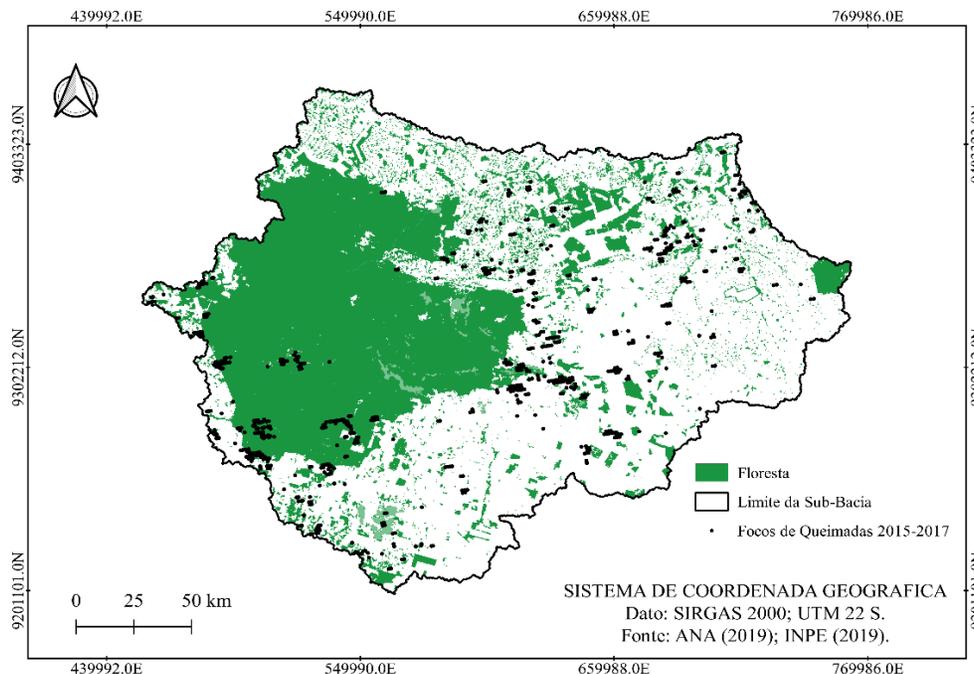


Figura 5. Aumento de la incidencia de incendios en el período analizado. Al sur y sudeste de Pará.

En este período, los incendios se produjeron sobre el bosque de all  y, en tres momentos diferentes, se localizaron dentro del bosque cerrado, lo que provoca la pérdida de la biodiversidad vegetal para el animal (por la pérdida de hábitat). Respecto a esta pérdida, Tavares (2018), en una investigación realizada en áreas de arena blanca en la Amazonía brasileña, resumió que las acciones antrópicas, incluyendo los incendios, est n entre las acciones que causan la pérdida de hábitat.

En estos períodos de minería, el sector frigorífico, el monocultivo de soja (*Glicine max* (L) Merrill), eucalipto (*Eucalyptus* spp) y el comercio en los municipios de Marabá, Parauapebas y Cana  dos Carajás, es uno de los principales atractivos de la región, lo que ha intensificado el flujo migratorio que ha dado lugar a un desarrollo urbano desordenado y, en consecuencia, ha cambiado el uso de la tierra del paisaje natural al urbano (Santos, 2017).

El análisis de los datos también permitió identificar los municipios de la subcuenca en cuanto a la ocurrencia de incendios, así como la clasificación en cuanto a su intensidad (Tabla 3).

Los datos obtenidos y analizados para Parauapebas y Cana  dos Carajás sobre el número de incendios indicaron que, debido a esta acción, la Unidad de Conservación del FLONA sufrió pocos impactos en la composición del bosque, aunque la UC limita con el segundo municipio (Figura 6).

Tabla 3. Los municipios y el porcentaje en cuanto a la ocurrencia de incendios y su intensidad. Sul y Sudeste de Pará.

Los municipios de la subcuenca	Los períodos analizados				Média	Intensidad de los incendios	
	2006 a 2008 (%)	2009 a 2011	2012 a 2014	2015 a 2017		-----(%)-----	
Água Azul do Norte	14	13	16	27	17.5	Média	
Canaã dos Carajás	3.0	4.0	2.0	11	5.00	Bajo	Muy bajo
Curionópolis	4.0	4.0	4.0	9.0	5.25	Bajo	Muy bajo
Eldorado dos Carajás	15	19	21	7.0	15.5	Média	
Maraba	44	41	40	26	37.75	Demasiado alto	Alto
Parauapebas	4.0	4.0	6.0	16	7.50	Bajo	Muy bajo
Piçarra	5.0	6.0	4.0	0.0	3.75	Bajo	Muy bajo
Sapucaia	1.0	1.0	2.0	1.0	1.25	Bajo	Muy bajo
São Geraldo do Araguaia	7.0	5.0	5.0	1.0	4.50	Bajo	Muy bajo
Xinguara	2.0	2.0	2.0	2.0	2.00	Bajo	Muy bajo

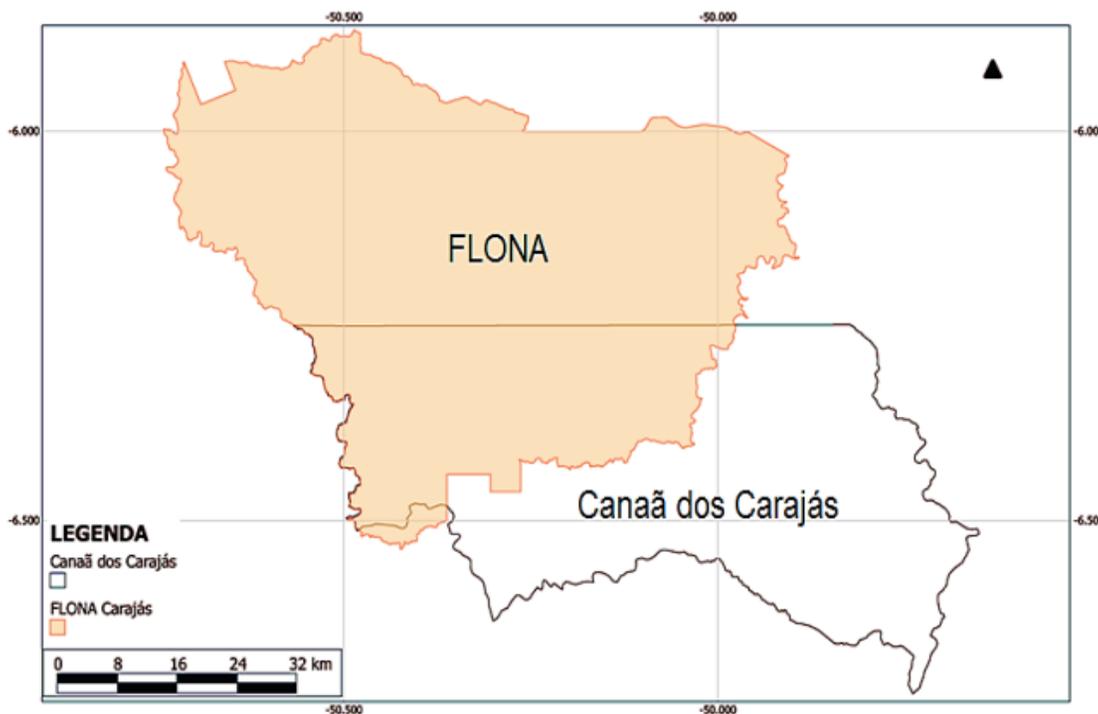


Figura 6. Limites entre el FLONA y el municipio de Canaã dos Carajás en el sureste do Pará.

Fuente: Cortez et al. (2019).

Los incendios en el interior del FLONA fueron objeto de estudios e identificación en 2020, por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE, 2021), publicó los datos de ocurrencia de incendios durante 60 días (13/07/20 a 10/09/20). Esto demuestra que los incendios siguen siendo frecuentes en esta UC (INPE 2021). Una de las consecuencias de los incendios en el FLONA fue estudiada por Moraes y Silva (2016) en el municipio de Parauapebas. En ellos los investigadores concluyeron que los incendios provocan una reducción de la riqueza en las comunidades forestales y esto culmina con alteraciones fisionómicas abiertas.

El número de ocurrencias y la intensidad de los incendios fueron estudiados por el INMET (2018). La conclusión de esta investigación, en el sur y sureste de Pará, en los años 2010 estuvo bajo la acción del fenómeno atmosférico "El Niño" de intensidad moderada, y en el año 2016 de intensidad fuerte. Esto fue confirmado por el estudio realizado por Fernandes *et al.* (2019), posiciones los datos que obtuvieron indicaron que, en años de El Niño con fuerte intensidad, las concentraciones de brotes de incendios fueron menores, debido al aumento de la inversión en inspecciones por parte del Gobierno Federal, en el período analizado.

Conclusiones

Se observó que la mayor concentración predominó en los primeros cinco años (2006 a 2011), con más del 86% del acumulado para los hotspots. Los municipios de la subcuenca del río Itacaiúnas que registraron incidencias muy altas fueron Marabá, São Geraldo, Eldorado dos Carajás, Piçarra y evolucionando a lo largo de los años a Água Azul do Norte y Canaã dos Carajás.

Tres municipios, de 2006 a 2011, tuvieron una alta incidencia de incendios: Marabá, Eldorado dos Carajás y Água Azul do Norte, esto porque la ubicación espacial del área estudiada es un factor relevante para la gravedad y las ocurrencias de las quemaduras, porque esta subcuenca del río Itacaiúnas presenta una gran modificación en el uso del suelo, como la ganadería.

En los municipios de la subcuenca del río Itacaiúnas, la intensidad de los incendios está relacionada con el tipo de economía que se practica en ellos, por ejemplo, Parauapebas cuyo uso principal es la ocupación de tierras, es la minería. Además, Parauapebas y Canaã dos Carajás son dos de los tres municipios involucrados con la UC FLONA. que es objeto de conservación de la biodiversidad, tanto de la flora como de la fauna, por lo que es necesario que los incendios sean detectados en los dos municipios, Parauapebas y Canaã dos Carajás, que tienen la mayor parte de sus áreas geográficas a la constitución de esta UC. edad de protección contra los incendios

Referencias bibliográficas

- Abreu, F. A., Souza, J. S. A. (2016) Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. *Revista Floram*, **23**, 1-10. Acesso em 10 de junho de 2020, doi: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.041813>
- AWS (2019) *Amazon. Análise de Variância (ANOVA)*. Disponível em: https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/559007_b333cb3b89ee45f0af01e19eae16be3c.html
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, **22**(06), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Câmara, G., Carvalho, M. S. (2002) Análise Espacial de Eventos. 2 ed. Acesso em 08 de junho de 2019. Disponível em: www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap1.pdf
- Coe, M. Y., Marthews, T. R., Costa, M. H., Galbraith, D. R., Greenglass, N. I., Imbuzeiro, H. M. A., Levine, N. M., Malhi, Y., Moocroft, P. R., Muza, M. N., Powell, T., Saleska, S. R., Solorzano, L. A., Wang, J. (2013) Deforestation and climate feedbacks threaten the ecological integrity of south-southeastern Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. **368**. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0155>
- Corbellini, V. (2016) As queimadas no sul e sudeste no Pará. Acesso em 01 junho de 2020. Disponível em: hu.unisinos.br/185-noticias/noticias-2016/559820-as-queimadas-no-sul-e-sudeste-do-para.
- Cortez, H. M., Sá, S. C., Pereira Júnior, A. (2019). Quantificação do desmatamento no município de Canaã dos Carajás com o uso de geotecnologias em análises multitemporal. In: Pereira Júnior, A., Jesus, E. S., *As múltiplas visões do meio ambiente e os impactos ambientais*, (v.2). Cap. 2. 12-32. Porto Alegre: Simplíssimo, 305 pp.
- Delazeri, L. M. (2016) Determinantes do Desmatamento nos Municípios do Arco Verde – Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. *Economia-Ensaio*, **30**(02),11-34. <https://www.semanticscholar.org/paper/Determinantes-do-Desmatamento-nos-Municípios-do-uma-Delazeri/556a7c708e126b5565274d3fd19565c826ce931b>
- Decreto Lei n.º 2.486 de 2 de fevereiro de 1998. Cria a Floresta Nacional de Carajás, no Estado do Pará, e dá outras providências. Acesso em 21 de maio de 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2486.htm
- Dubreuil, V. (2017) Les types de climats annuels au Brésil: une application du classement de Köppen de 1961 a 2015. *Revista Confins franco-brésilienne de géographie*, **37**. <https://doi.org/10.4000/echogeo.15017>
- Fapespa (2017). Boletim Agropecuário do Pará 2017. p. 10-11. Acesso em 20 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1383.pdf?id=1533567716>
- Fernandes, T., Hacon, S., Novais, J. W. Z., Sousa, I. P., & Fernandes, T. (2018) Detecção e análise de focos de calor no município de Parauapebas -PA, Brasil, por meio da aplicação de Geotecnologia. *Enciclopédia Biosfera*, **15**(28), 398-412. Acesso em 01 de julho de 2020, doi: 10.18677/EnciBio_2018B34
- Fernandes, T., Hacon, S. S., Novais, J. W. Z. (2019) Dinâmica Temporal de Focos de Calor e Seus Condutores de Pressão no Território do Sudeste do Pará. *Nativa*, **7**(6), 681-692. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7909>
- Fonseca-Morello, T., Ramos, R., Steil, L., Parry, L., Barlow, J., Markusson, N., Ferreira, A. (2017). Queimadas e incêndios na Amazônia Brasileira: por que as políticas públicas têm efeito limitado? *Ambiente & Sociedade*, **20**(04), 19-40. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0232r1v2042017>
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia (2018) Notas Técnicas Climatológicas. Acesso em: 14 de jan. 2020. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.phpr=home/page&page=notas_tecnicas
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2019) Perguntas Frequentes. Acesso em: 13 julho de 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/portal>
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2021) Ocorrência de fogo no Bioma Amazônico 2020. Acesso em: 21 de maio de 2021. Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/outros-produtos/fogo-no-bioma-amazonia/BoletimTcnico0008.pdf>
- Instituto Terra Brasilis (2018) Taxa de desmatamento na Amazônia. 2018. Acesso em: 07 de dezembro de 2019. Disponível em http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates

- Lazzarini, G. M. J., Ferreira, L. C. C., Felicíssimo, M. F. G., Oliveira, L. N., Alves, M. V. G. (2016) Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanizadas y entorno. *Ciência e Natureza*, **38**(03), 1265-1275, 2016. <https://doi.org/10.5902/2179460X21536>
- Marconi, M. A., Lakatos, E. M. (2017) Técnica de pesquisa. (8ª ed.) São Paulo: Atlas. 328 pp.
- Mélo, A. S., Justino, F., Lemos, C. F., Sediyaama, G., Ribeiro G (2011) suscetibilidade do ambiente a ocorrências de queimadas sob condições climáticas atuais e de futuro aquecimento global. *Revista Brasileira de Meteorologia* **26**(03), 401-418. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000300007>
- Mello, N. G. R., Artaxo, P. (2017) Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros*, **66**,108-129. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-901x.v01666p108-129>
- Moraes, E. C., Silva, L. G. C. (2016) Análise florística e fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa de terra firme em Parauapebas – PA. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Parauapebas – Pará. Acesso em 21 de maio de 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157698/1/TCC-FINAL.pdf>
- Nepstad, D. C., Carvalho, G., Barros, A. C., Alencar, A., Capobianco, J. P., Bishop, A., Moutinho, P., Lefebvre., Silva Júnior, U. L., Prins, E. (2001) *Forest Ecology and Management* **154**. 396-407. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00511-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00511-4).
- Oliveira, U. C., Oliveira, P. S. (2017) Mapas de *Kernel* como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos Anos 2010 a 2015. *Espaço Aberto*, **7**(1), 87-99. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6120679>
- Palheta, J. M., Silva, C. N., Oliveira Neto, A., Nascimento, F. R. (2017) Conflicts over the use of territory in mineral Amazon. *Mercator*, **16**, 2017. Recuperado de https://www.scielo.br/pdf/mercator/v16/en_1984-2201-mercator-16-e16023.pdf doi: <https://doi.org/10.4215/rm2017.e16023>
- Penreiro, J. C., Martins, L. L. S., Beretta, V. Z. (2016) Identificação de variabilidades e tendências interanuais em medidas hidro climáticas na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, **12**(18), 219-241. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.38840>
- Ramos, A. B. R., Nascimento, E. R. P., Oliveira, M. J. (2011) Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas y do desmatamento na quantidade dos focos de calor. *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Curitiba, Paraná.
- Rolnik, R., Klink, J. (2011) Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: Por que nossas cidades continuam tão precárias? *Novos Estudos*, **89**, 89-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-33002011000100006>
- Rios, H. K. S., Vidal, M. R. (2018) Mapeamento da vegetação da Floresta Nacional de Carajás. In: Encontro de Pós-Graduação. 3. Pará. Anais eletrônicos[...] Belém: Campus Marabá. Acesso em 21 de maio de 2021. Disponível em: https://epg.unifesspa.edu.br/images/Artigos/EPG_2018/Hellen-Krisna-da-Silva-Rios-.pdf
- Sá, T. D. A., Kato, O. R., Carvalho, C. J. R., Figueiredo, R. O. (2007) Queimar ou não queimar? De como produzir na Amazônia sem queimar. *Revista USP* **72**, 90-97. Acesso em 20 de junho de 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13572>
- Santos, T. O. Andrade Filho, V. S., Rocha, V. M., Menezes, J. S. (2017) Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. *Revista Geográfica Acadêmica*, **11**(2),157-181. Acesso em 30 de abril de 2020. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/4430>
- Santos, T. N. O., Souza, E. L., Araújo, M. F. (2019) A reinvenção do agronegócio no sudeste paraense: uma análise do avanço da soja e sua relação com a sustentabilidade. *Revista Agropampa*, **2**(2), 177-190. Acesso em 10 abril de 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/Agropampa/article/view/151>.
- Santos, V. M. (2017) A economia do sudeste paraense: evidências das transformações estruturais. Rio de Janeiro: Ipea, 475 pp.

- SBMFC, Sociedade Brasileira de Medicina de Família e Comunidade (2019) Posicionamento sobre as queimadas na região Amazônica. Acesso em 22 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.sbmfc.org.br/noticias/posicionamento-sobre-as-queimadas-na-regiao-amazonica>
- SEMAS, Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (2018). Boletim de Monitoramento de queimadas e incêndios em florestas no estado do Pará. Acesso em 09 de maio de 2020 Disponível em: <https://www.semam.pa.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/Boletim-de-situa%C3%A7%C3%A3o-das-queimadas-23-08-2018.pdf>
- Souza Filho, P.W.M., Nascimento Júnior, W. R., Mendonça b. r. v., Silva, R. O., Guimarães, F. T. F., Dall’Agnol, R., Siqueira, J. O. (2015). Changes in the land cover and land use of the Itacaiúnas river watershed, arc of deforestation, Carajás, southeastern Amazon. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-7/W3, 1491–1496. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1491-2015>.
- Souza Filho, P.W.M., Souza, E. B., Silva Júnior, R. O., Nascimento Júnior, W. B., Mendonça, B. R. V., Guimarães, J. T. F., Dall’Agnol, R., Siqueira, J. O. (2016). Four decades of land-cover, land-use and hydro climatology changes in the Itacaiúnas River watershed, southeastern Amazon. *Journal of Environmental Management*. **167**, 175-184. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.039>
- Tavares, P. M. F. (2018) Perda de habitat e efeitos de borda na comunidade de aves do sub-bosque em florestas de areia branca na Amazônia Central. 2018. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus – AM. Acesso em 21 de maio de 2021. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/2510/5/Pamela%20Vanessa%20Friedemann%20Tavares.pdf>.
- Viana, P. L., Gil, A. S. B. (2018) Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: *Cannabaceae*. *Revista Rodriguésia*, **69**(01), 049-051. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869105>.
- Vidal, M. D., Marques, E., Röhe, F., Buss, G., Silva Júnior, J. S., Jerusalinsky, L., Fialho, M S., Rossato, R. S., Azevedo, R., Sampaio, R., Alves, S. L. (2012) Protocolo para coleta de dados sobre primatas em Unidades de Conservação da Amazônia. Brasília: ICMBio. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/pesquisa/projetos-apoiados/2012/2915-primatas-em-unidades-de-conservacao-da-amazonia>
- Vieira, A. A. N., Clemente, A., Dias, G. T., França Filho, M. T. (2017) Metodologia Científica no Brasil: ensino e interdisciplinaridade. *Educação & Realidade*, **42**(1), 237-260. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623654484>
- White, B.L.A., White, L. A. S. (2016) Queimadas controladas e incêndios florestais no estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2015. *Floresta*, **46**(4), 561 – 570. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v46i3.47036>