

Análise de fragmentos florestais por métrica de paisagem na microrregião de redenção no Sudeste do Pará (Brasil)

Paulo da Silva Garcia ^{1*}, Carlos da Silva Garcia ²

¹Especialista em Geoprocessamento e Análise Ambiental, Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal do Pará, Brasil. (*Autor correspondente: eng.ambpaulogarcia@gmail.com)

²Engenheiro de Segurança do Trabalho, Engenheiro Ambiental, Universidade do Estado do Pará, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 14/07/2022 – Revisado em: 18/08/2022 – Aceito em: 26/08/2022

RESUMO

O aumento da fragmentação afeta diretamente as regiões como o sudeste do Pará pelo chamado arco do desmatamento, causando a substituição de vegetação por classes como pasto e ou agricultura, que por sua vez aumentam o número de áreas afastada e reduzindo os biomas. O objeto desta pesquisa está em aplicar as ferramentas de sensoriamento remoto e o uso de programas, para monitorar o desmatamento na microrregião de redenção, por meio de métricas de paisagem. Posteriormente usando o *Software Qgis 3.16.14 ltr.* com o complemento *LecoS - Landscape Ecology Statistics* definiu como padrão de SRC o Sirgas 2000, assim optando pelas métricas de área da classe (Km²), porcentagem (%), número de fragmento (n) e média da área do fragmento (km²). A análise indicou que os anos de 1985 a 2000 apresentou perda de vegetação de $\pm 63,8116\%$ que equivalem a $-8.027,8398 \text{ km}^2$, já o aumento de fragmentos 1985 (n=14803) a 2000 (n=21367), para 2010 a 2020 a redução foi $380,4714 \text{ km}^2 (\pm 9,8103\%)$, os fragmentos apresentaram valor adicional de n=2718 ($\pm 10,7079\%$), isso mostra que as parcelas de terras estão sendo mais fragmentadas. Por meio das análises, foi possível notar as mudanças das fragmentações na microrregião diminuindo a classe Formação Florestal.

Palavras-Chaves: Sensoriamento Remoto, Desmatamento, Biomas, Raster.

Analysis of forest fragments by landscape metrics in the micro-region of redenção, southeastern Pará – Brazil

ABSTRACT

The increase of fragmentation directly affects regions such as the southeast of Pará through the so-called arc of deforestation, causing the replacement of vegetation for classes such as pasture and or agriculture, which in turn increases the number of remote areas and reducing the biomes. The object of this research is to apply remote sensing tools and programs to monitor deforestation in the micro-region of Redenção, using landscape metrics. Subsequently using the *Software Qgis 3.16.14 ltr.* with the complement *LecoS - Landscape Ecology Statistics* defined as SRC standard the Sirgas 2000, thus opting for the metrics of class area (Km²), percentage (%), number of fragment (n) and average fragment area (km²). The analysis indicated that the years 1985 to 2000 showed vegetation loss of $\pm 63.8116\%$ which is equivalent to $-8,027.8398 \text{ km}^2$, as the increase in fragments 1985 (n=14803) to 2000 (n=21367), for 2010 to 2020 the reduction was $380.4714 \text{ km}^2 (\pm 9.8103\%)$, the fragments showed additional value of n=2718 ($\pm 10.7079\%$), this shows that the land parcels are being more fragmented. Through the analyses, it was possible to notice the changes of fragmentations in the micro-region decreasing the Forest Formation class.

Keywords: Remote Sensing, Deforestation, Biomes, Raster.

Garcia, P. S., Garcia, C. S (2022). Análise de fragmentos florestais por métrica de paisagem na microrregião de redenção no Sudeste do Pará – Brasil. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*. v.3, n.2, p.14-25.



1. Introdução

A fragmentação afeta diretamente o bioma amazônico, por sua vez a região do arco do desmatamento sobre grandes pressões agrárias e fundiárias por partes externas desde a década de 1960. A expansão urbana e agrícola no sudeste do Pará são diretamente responsáveis pela redução da vegetação e conversão para áreas estáveis que correspondem a perda de 13,72% da floresta amazônica (Riveiro et al., 2009). No que tange a redução do bioma, o processo afeta diretamente o habitat de origem tornando os fragmentos florestais com diferentes tamanho e graus de isolamento, aumento o escoamento superficial e o assoreamento dos rios, lagos e açudes (Braga et al., 2018).

Com a criação da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM na década de 60, pela lei 5.173:1966 que dispõe sobre o plano de valorização econômica da Amazônia, os aspectos ambientais de uso dos bens foram saturados a tal ponto que a região do arco do desmatamento sofreu grandes avanços com ações de produtores rurais e redução da biodiversidade (Lima et al., 1996; Castelo & Almeida, 2015).

Depois desse cenário, o crescimento de organizações ambientais pelo mundo em apoio da Amazônia e suas espécies, começou intensas suas atividades com o surgimento de convenções como: Rio-92, Desenvolvimento sustentável em Johannesburgo em 2002, o Tratado das organizações das nações unidas – ONU, Rio +10, Rio +20, todos estes eventos relacionados ao meio ambiente geraram protocolos importantes para amadurecer o pensamento sobre o uso adequado dos bens naturais (Barbosa, 2008; Moura et al., 2016).

Outro fator a ser observado relacionado ao monitoramento do desmatamento na Amazônia foi a criação de leis e políticas públicas. Com a criação do PCCDAm para frear o avanço do desmatamento, com o aumento do uso do solo temporalmente, a característica deriva dos diferentes usos durante todo esse período nos últimos 50 anos durante essa fase não havia harmonização com medidas governamentais (Mello & Artaxo, 2017). Ações como esta provocaram o retardamento da redução da floresta e consecutivamente criar leis mais específicas para o uso sustentável.

Sobre a aplicação de técnicas que agregue auxílio para as tomadas de decisão estão os SIG's – Sistemas de Informações Geográficas, que por sua vez, aumenta a acurácia das medidas protetivas em locais de difícil acesso e informações aeroespaciais mais específicos, como exemplo de técnicas adotadas para estudo, está o uso de métrica de paisagem (Muller & Oliveira, 2020). Além disso, os sistemas proporcionam agilidades na aplicação do uso da terra, identificação do uso hídrico, aplicabilidades na caracterização da expansão urbana, especialmente áreas extensas (Ito et al., 2017).

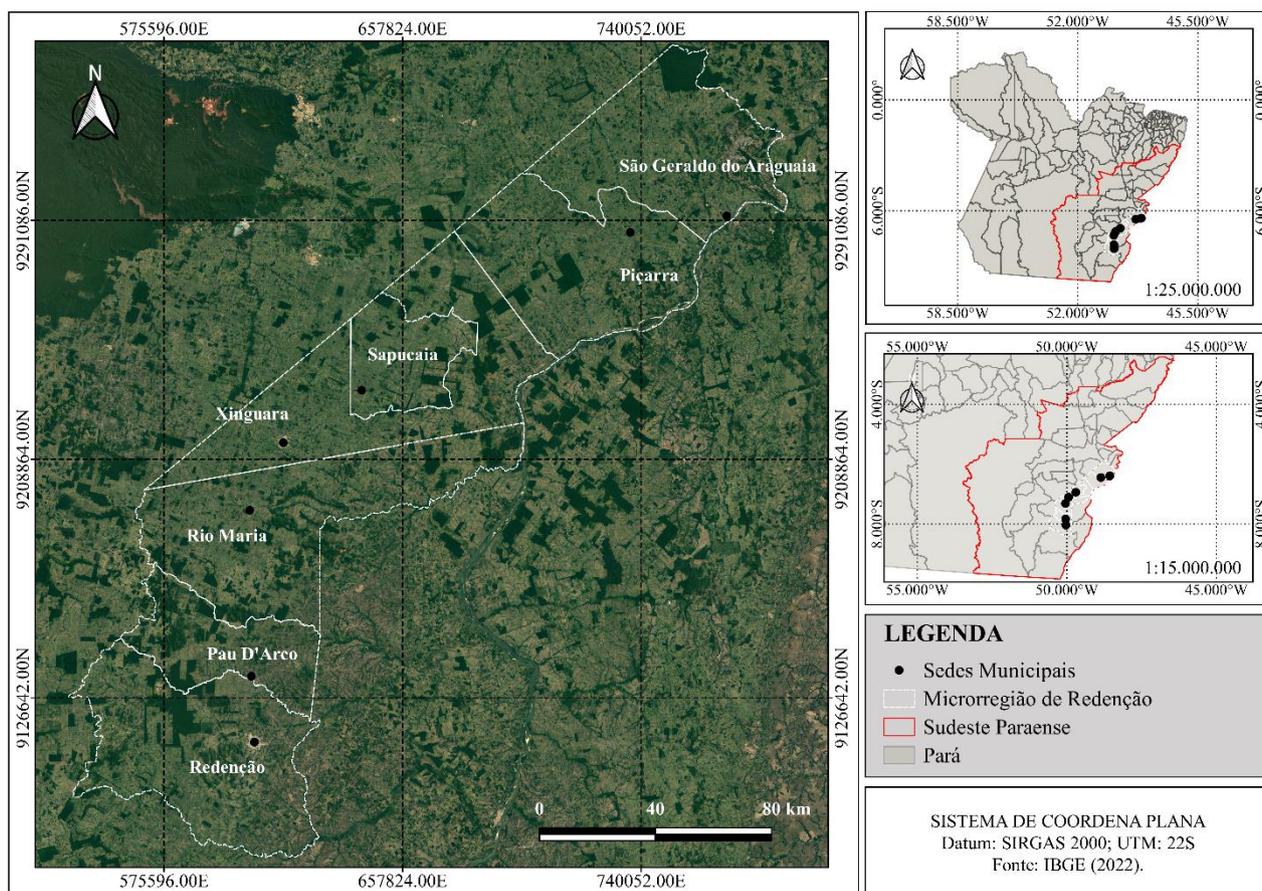
O objeto desta pesquisa está em aplicar as ferramentas de sensoriamento remoto e o uso de programas, para monitorar o desmatamento na microrregião de Redenção, por meio de métricas de paisagem. Assim, neste trabalho foram realizadas análises de 1985 a 2020 do uso contínuo da terra nos limites da região de Redenção.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

A microrregião de Redenção está localizada na porção sudeste paraense ocupando cerca de 21.168,5 km² a unidade territorial abrange os municípios de Piçarra, Sapucaia, Redenção, São Geraldo do Araguaia, Rio Maria, Pau D'Arco e Xinguara (Figura 1).

Figura 1 - Localização da Microrregião de Redenção.



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2022).

Para Da Luz et al. (2013) as divisões políticas que são definidas por microrregião no estado do Pará, são organizadas por suas características parecidas, suas formas de vida da população com as dinâmicas urbanas e rurais idênticas. Esta área da região apresenta sua tipologia florestal destacando: a floresta ombrófila densa e aberta de caráter amazônico (Viana e Gil, 2018). Já a classificação do clima desta região, seguindo a metodologia de Kopper-Geiger, a área é dita com “AM” e “AW”, com climas tropical e tropical úmido e sua temperatura acima da média de 22 °C, e os períodos chuvosos definidos e secas prolongadas (Alvares et al., 2013; Dubreuil et al., 2017).

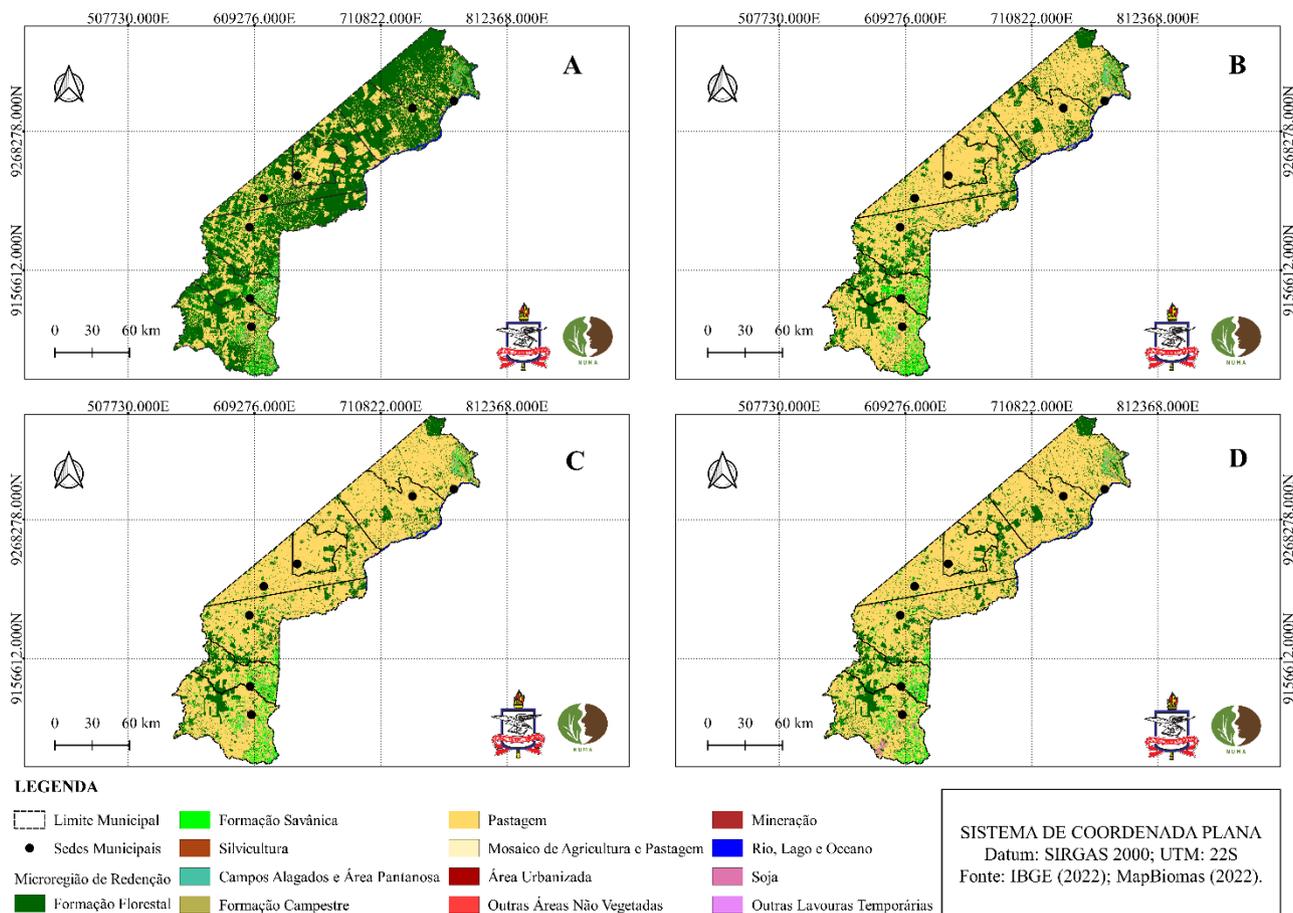
2.2 Levantamento e coleta de dados

Para o andamento deste estudo, foi utilizado dados provenientes das plataformas digitais do governo de forma gratuita, o limite da microrregião, o limite do estado do Pará e o contorno o sudeste paraense, foi selecionado no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, para os dados de floresta da região de estudo foi obtido no sistema do *Google Earth Engine* – *GEE* em formato Raster e tratados no *Software Qgis 3.16.14* ltr.

Os dados de monitoramento da Amazônia do MapBiomas são da coleção 6, essa coleção é definida do sistema da cobertura da terra por técnicas de sensoriamento remoto e organizada hierarquicamente por combinação LULC seguindo o padrão de classificação da Organização das Nações Unidas para Agricultura e

Alimentação - FAO (Souza et al., 2020). Logo em seguida os dados são separados das camadas principais que já estão classificadas por temas transversais (Figura 2), assim é definido como camada única, a classe Formação Florestal pela função propriedade da camada>tipo de renderização>Valores único.

Figura 2 - Classificação do Uso da Terra de 1985 a 2020.



Legenda: A) 1985; B)2000; C)2010; D)2020. **Fonte:** Elaborado pelos autores, a partir de dados do MapBiomas (2022).

Com a aquisição dos arquivos de base (*Raster*) definiu o sistema para todas as camadas, em SIRGAS 2000 pela função *menu de barra de ferramentas>raster>projeções>reprojetar coordenadas*. Em seguida foi extraído as informações das métricas dos fragmentos pelo complemento *LecoS - Landscape Ecology Statistics* e organizados de forma que, seja manipulado os dados em tabela no *Software Excel*, versão 2013 (Microsoft Corporation, 2013), para comparação da dinâmica são selecionadas as métricas de área da classe (Km²), porcentagem (%), número de fragmento (n) e média da área do fragmento (km²). Após efetuado o tratamento dos dados de métrica, definiu-se o padrão temporal de 35 anos (1°= 1985; 2°= 2000; 3°= 2010; 4°= 2020), promovendo a elaboração dos mapas de métrica florestal.

2.3 Processamento de dados

A partir do ajuste dos dados de floresta coletados do sistema MapBiomas na plataforma Google Earth Engine para o período de 1985 a 2020, foi dado o tratamento com o auxílio do Software QGIS, versão 3.16.14

Itr. Em seguida, a sobreposição dos dados geográficos (Raster) no limite da região selecionada para o estudo. Desse modo foi possível elaborar os mapas de estudo a partir da ferramenta Composição de impressão.

Para tal fim, iniciou a sobreposição das informações na área de estudo do período de 1985 a 2020. Após, realizou o recorte da camada raster sob o contorno da microrregião, dessa forma foi possível definir o código das legendas e assim isolar a classe Formação Florestal, sendo possível aplicar métrica de paisagem somente nos fragmentos desta única classe.

Assim as informações coletadas são supridas pela ferramenta Lecos, que por sua vez utiliza bibliotecas de código aberto “python”, “scipy” e “numpy” para efetuar cálculos das funções de análise das métricas de paisagem (Jung, 2015). Na aplicação de análise espacial foi selecionado um conjunto de estáticas observando a dinâmica da região: Land Cover, Landscape Proportion, Number of Patcher e Mean Patch Area (Tabela 1). As métricas Land Cover e Mean Patch Area são dadas em metros quadrados (m²), logo em seguidas são convertidas para quilômetros quadrados (km²) para tornar mais claro a forma como o resultado é expresso.

Tabela 1 - Métricas utilizadas na estática de paisagem.

Métricas de Paisagem	Sigla	Unidade	Equação	Descrição
Área da classe (Land Cover)	LAND	metros (m ²)	$LAND: \sum_{j=1}^n a_{ij}$	Contagem do número de células por classe e multiplica pelo tamanho da célula.
Área da classe (Landscape Proportion)	PLAND	Porcentagem (%)	$P_i: \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \cdot (100)$	Porcentagem da área ocupada.
Número de Fragmentos (Number of Patcher)	NUMP	Densidade (n)	$NUMP: \sum ni$	Número total de fragmentos.
Média da área (Mean Patch Area)	MPS	Densidade (m ²)	$MPS: \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{ni}$	Média de fragmento em cada classe.

Fonte: Adaptado de McGarigal e Marks (1995).

Em geral para McGarigal e Marks (1995), descreve que: para P_i =proporção ocupado pelas células (i); a_{ij} =área da célula (i) de um determinado tipo de classe (j); A =Área ocupado pela classe (m²); n_i =número de fragmentos de uma paisagem.

3. Resultados e Discussão

No acúmulo dos dados foi observada que a microrregião teve valores da classe Formação Florestal variadas para cada ano: em 1985 a ocupação populacional de vegetação apresentava valores de 12580,5366 km² que corresponde a 59,4362% do total da área, em 2000 a área de ocupação apresentou 4552,6968 km² que chegou a 21,5093%, já para o ano de 2010 a classe teve 3497,8230 km², 16,5256% em ocupação territorial e 2020 com sua área de 3878,2944 km² ocupando 18,3231% (Tabela 2). Segundo Garcia et al. (2021), em seus estudos mostra que a região do sudeste paraense entre 2006 a 2011 apresentam índices de queimadas e desmatamento que equivalem a 86% da região do Itacaiúnas.

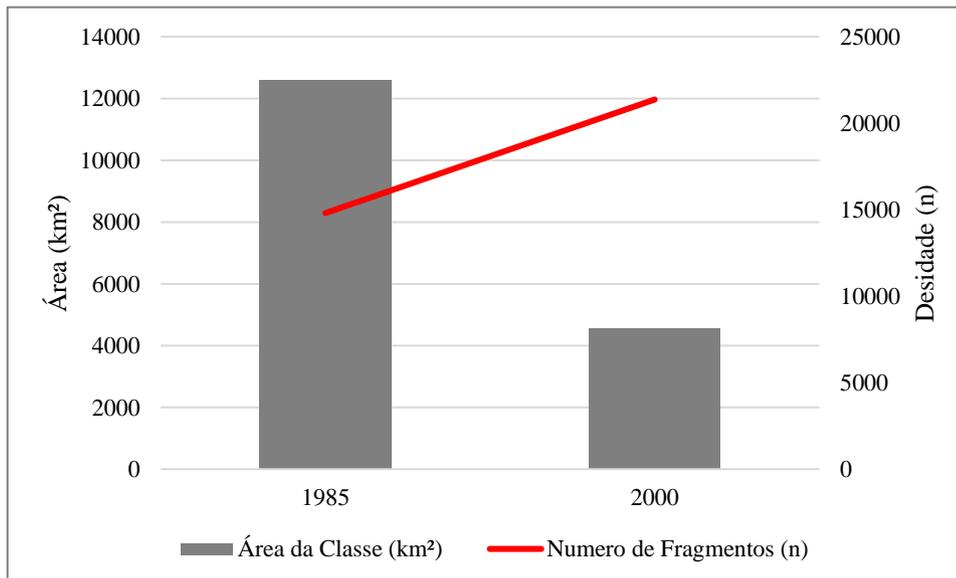
Tabela 2 - Valores de Métrica de Paisagem da Microrregião de Redenção.

Formação Florestal				
ANO	Área da Classe (km ²)	Área da Classe (%)	Número de Fragmentos (n)	Média da área dos Fragmentos (km ²)
1985	12580,5366	59,4362	14803	0,8499
2000	4552,6968	21,5093	21367	0,2131
2010	3497,8230	16,5256	22665	0,1543
2020	3878,2944	18,3231	25383	0,1528

Fonte: Autores (2022).

Para os anos de 1995 a 2000 houve redução significativa do quantitativo de floresta com perda de $\pm 63,8116\%$ que equivalem a $-8.027,8398 \text{ km}^2$, esses valores justificam o aumento de fragmentos (Figura 3) entre esse período de 1985 (n=14803) a 2000 (n=21367) um aumento significativo da redução desta classe. Para Guariz; Guariz (2020), os efeitos deletérios da fragmentação das paisagens em qualquer região afetam o ecossistema e os processos ecológicos, com redução da fauna e flora, sendo mais agressivos nos fragmentos menores.

Figura 3: Ocupação de Formação Florestal e Número de Fragmentos para os anos de 1995 a 2000.

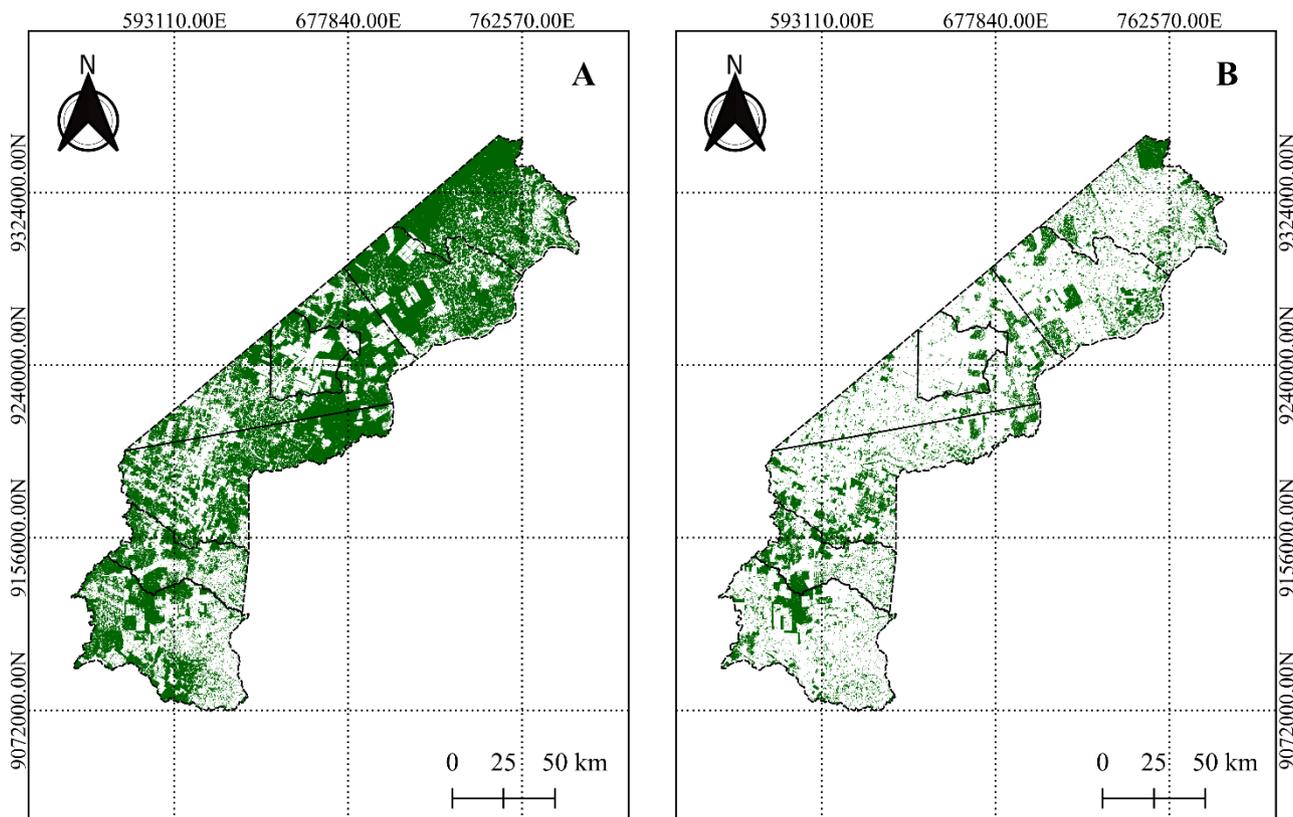


Fonte: Autores (2022).

No processo de expansão da microrregião de redenção (Figura 4) nota-se que a fragmentação das porções de Formação Florestal tem sua média reduzida de $0,8499 \text{ km}^2$ para $0,2131 \text{ km}^2$ nas áreas maiores, isso

mostra que o avanço de áreas antropizadas vem crescendo com velocidade considerável. Segundo Garcia et al. (2021a), as dinâmicas ocorridas nessa região foram devido a necessidade de áreas para pastagem, com a presença forte da pecuária e agricultura, mesmo com políticas de redução ao desmatamento na região, elas não conseguiram afetar diretamente o avanço (Castelo & Almeida, 2015).

Figura 4: Dinâmica dos Fragmentos Florestais 1985 a 2000.



Microregião de Redenção

■ Formação Florestal

SISTEMA DE COORDENADA PLANA, Datum: SIRGAS 2000, UTM: 22S, Fonte: IBGE (2022); MapBiomias (2022).

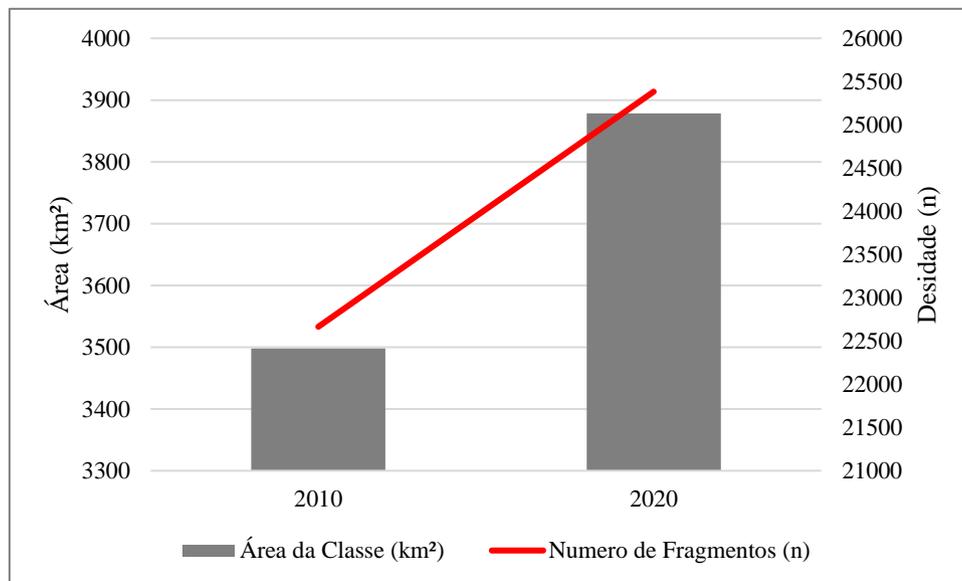
Legenda: A) 1995; B) 2000. **Fonte:** Elaborado pelos autores, a partir de dados do MapBiomias (2022).

Garcia et al. (2021a) conclui em seus estudos que as pastagens e pecuária estão crescendo e ocupando as áreas de floresta dentro do sudeste paraense, que por sua vez corroboram com o aumento de fragmentos nesse período. Vale destacar que, o aumento da divisão das parcelas florestais age na redução espécies, diminuição de população, no tamanho e dependências dos ambientes, fragilizando as comunidades (Shida & Pivello, 2005; Haddad et al., 2015).

Já os valores de métrica para 2010 a 2020 são respectivamente 3497,823 km² e 3878,2944 km², que correspondem ao aumento da classe Formação Florestal em 380,4714 km² ($\pm 9,8103\%$), mesmo com essa variação os números de fragmentos são maiores (Figura 5), para as análises de 2010 (n=22665) e 2020 (n=25383) sendo o valor adicional de n=2718 ($\pm 10,7079\%$), isso mostra que as parcelas de terras estão sendo mais fragmentadas. Para Dias et al (2021), entre os períodos de 2015 a 2017 houve redução significativa dos índices de desmatamento, que são resultados do aumento das fiscalizações no sudeste paraense. Matos (2016),

corroborar com o submetido, em afirmar, que as políticas públicas severas e medidas punitivas, com a criação da operação do arco de fogo e o aumento de unidades de conservação, são os fatores que diminuem as taxas anuais de desflorestamento.

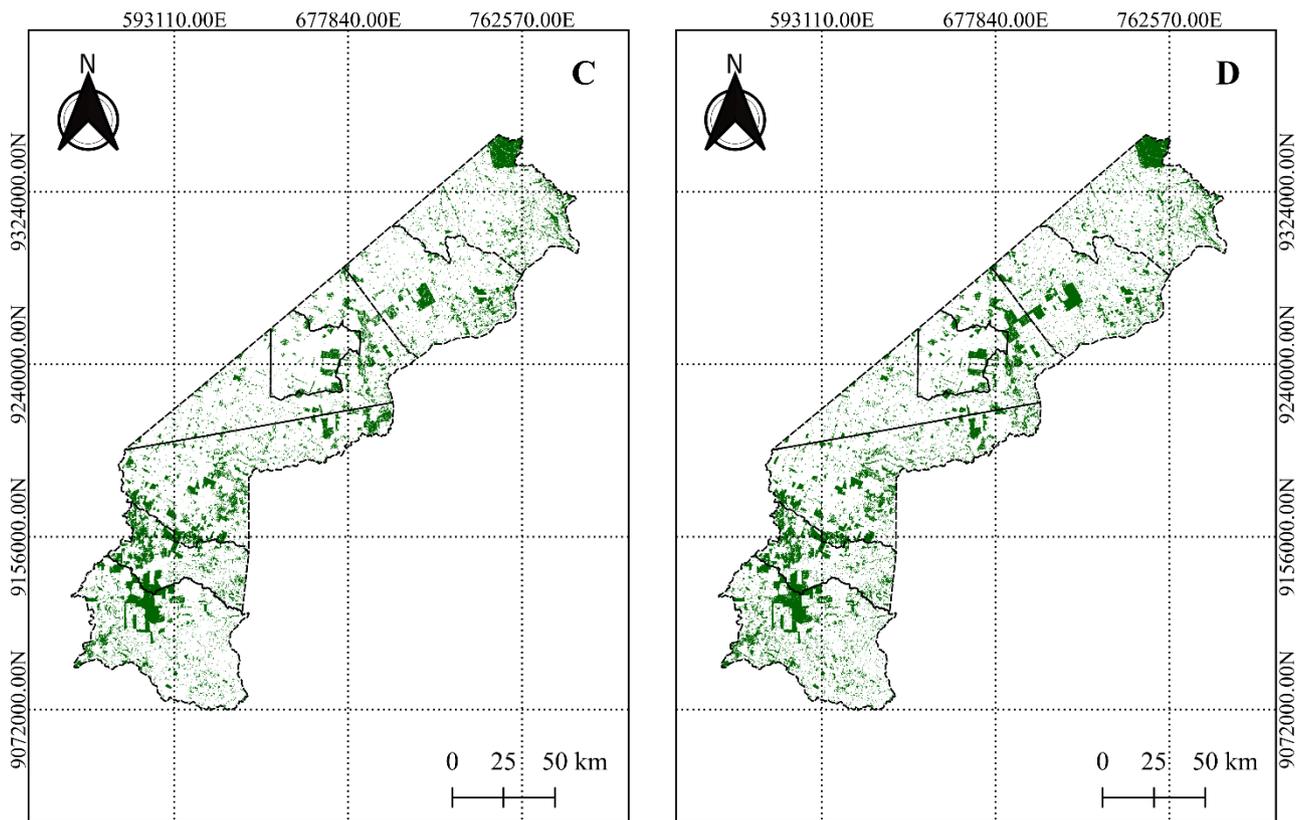
Figura 5 - Ocupação de Formação Florestal e Número de Fragmentos para os anos de 2010 a 2020.



Fonte: Autores (2022).

Entre os períodos, foi notado que o aumento da porção de fragmentos na região não se interliga as porções sem vegetação (Figura 6), fator este que está relacionado ao crescimento das vegetações secundárias, corroborando, em seus estudos Pinto et al. (2021), relaciona o crescimento da floresta amazônica, usando sobreposição de dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – CAR e informações das APP's na área do arco do desmatamento, notou que 62% da vegetação secundária ultrapassa 10 anos de idade e assim passava para classe mais avançada até o ano de 2019. Porém as áreas que sofreram antropismo continuam em classes de uso contínuo da terra. Para Júnior et al. (2020), em sua pesquisa notou que a relação entre o fator desmatamento e queimada sofreu redução entre 2015 a 2017.

Figura 6 - Dinâmica dos Fragmentos Florestais 2010 a 2020.



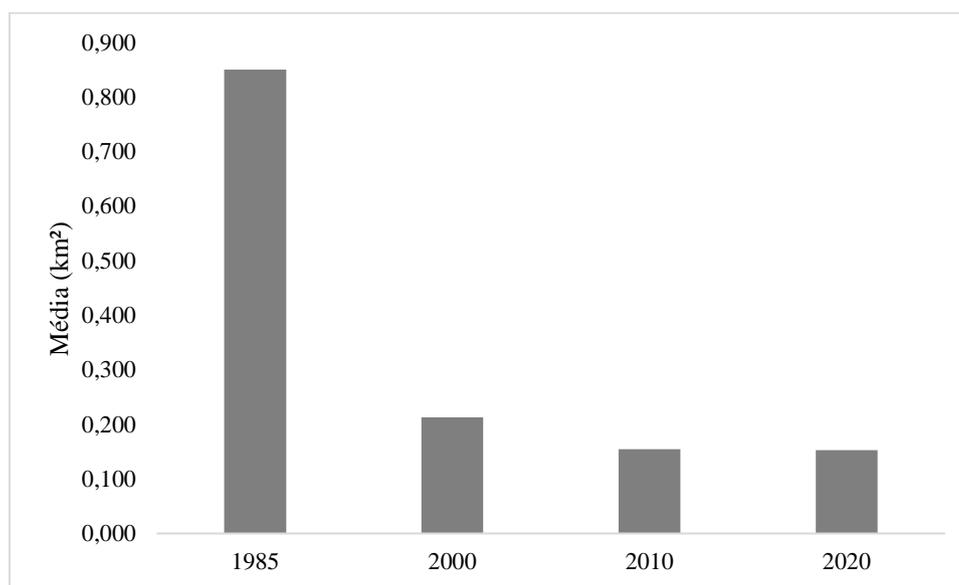
Microregião de Redenção

■ Formação Florestal

SISTEMA DE COORDENADA PLANA, Datum: SIRGAS 2000, UTM: 22S, Fonte: IBGE (2022); MapBiomias (2022).

Legenda: C) 2010; D) 2020. **Fonte:** Elaborado pelos autores, a partir de dados do MapBiomias (2022).

Na análise total de 1985 a 2020 foi notado que a redução de ocupação da classe e de $-8.702,2422 \text{ km}^2$ ($\pm 69,1723\%$), e o aumento de números de fragmentos foi de $n=10.580$ ($\pm 58,3186\%$), assim no acumulado de média de área (Figura 7), mostra que a perda da área das maiores parcelas é notória para análise temporal e a tendência de redução e constante para o tamanho de área, este fator é evidência no limite por estar localizada na chamada região do arco do desmatamento. Segundo Silva et al (2019), o aumento do desmatamento e queimada nessa região provocam a fragmentação de unidades extensas florestas, causando segregação de novos micros biomas.

Figura 7 - Variação da Média da área dos Fragmentos (km²)

Fonte: Autores (2022).

O cenário de redução das áreas com presença de grandes fragmentos na microrregião de redenção, mostra que, mesmo após a execução de grandes projetos de leis e combate ao desflorestamento no arco do desmatamento, foi notório que os valores tendem a redução e continua em expansão do uso da terra de forma a beneficiar outras categorias de classes de uso do solo, principalmente pasto. Para Garcia et al. (2021a), a classe de uso da terra Floresta vem sendo substituída pelo Pasto destacando as atividades de bovinocultura na região sudeste do Pará.

4. Conclusão

Entre os anos estudados de 1985 a 2020, foi evidente que as proporções de dinâmica da classe Formação Florestal tiveram variações consideráveis com seus resultados de $-8.702,2422 \text{ km}^2$ ($\pm 69,1723\%$) de perda, entretanto no estudo os resultados das áreas fragmentadas apresentou o aumento de 10.580 ($\pm 58,3186\%$). A variação temporal de 1985 a 2000 teve resultados consideráveis $\pm 63,8116\%$ que equivalem a $-8.027,8398 \text{ km}^2$ e o número de fragmento entre 1985 ($n=14803$) a 2000 ($n=21367$).

Por meio das análises feitas, foi possível notar as mudanças e o aumento das fragmentações na microrregião de redenção diminuindo a classe Formação Florestal. Além disso, o restante da floresta foi identificado com desconexão e aumento nas bordas com manchas mais geométricas devido à expansão das atividades da pecuária e agricultura.

Outro fator que contribui para esta dinâmica foi a localização da área de estudo, por esta na região que sofre com grandes conflitos agrários, o chamado arco do desmatamento, foi possível identificar as atividades antrópicas com mais frequência no limite geográfico.

Os dados obtidos aqui por meio de geotecnologias, são essenciais para os órgãos de controle e prevenção, nas três esferas governamentais, e ajudam a entender a dinâmica da área para elaborar ações diretas que podem contribuir para redução do avanço de outras classes de uso do solo, sobre a floresta.

Vale salientar que, o método de métrica de paisagem ajuda no entendimento da dinâmica dos fragmentos para área de estudo, e que foi possível notar o aumento do mesmo, que proporciona o crescimento de zonas com micros biomas em toda unidade da microrregião de redenção. Com tudo é necessário que outros estudos

sejam feitos, em virtude que a região apresenta elevada economia, e grande dinâmica sobre o solo, qualidade da água e padrões da qualidade do ar, expõem dados relevantes que permitam a comparação não só do crescimento produtivo da microrregião de redenção, mais também da qualidade de vida.

5. Referências

- 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**, v.22, n.6, p.711-728. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Barbosa, G. S. (2008). O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v.1, n.4.
- Braga, W. T.; Hermuche, P. M.; Guimarães, R. F.; Júnior, O. A. C.; Oliveira, S. N.; Gomes, R. A. (2018). Análise das métricas dos fragmentos florestais e dos padrões espaciais morfológicos no município de São Paulo – SP. **Espaço & Geografia**, v.21, n.1, p.139-166.
- Castelo, T. B.; Almeida, O. T. (2015). Desmatamento e uso da Terra no Pará. **Revista de Política Agrícola**. v.24, n.1, p.99-111.
- Da Luz, L. M.; Rodrigues, J. E.C.; Ponte, F. C.; Silva, C. N. (2013). **Atlas Geográfico Escolar do Estado do Pará**. 1. ed. Belém: GAPTA/UFGA. 64p.
- Dias, L. B. A.; Garcia, P. S.; Pereira, L. C.; Júnior, A. P. (2021). Análise Multitemporal de Desflorestamento e Queimadas na Sub-bacia do Rio Itacaiúnas, Marabá-Pará. **Research, Society and Development**. v.10, n. 3, e34010313255. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13255
- Dubreuil, V.; Fante, K. P.; Planchon, O.; Neto, J. L. S (2017). Les types de climats annuels au Brésil: une application du classement de Köppen de 1961 a 2015. **Revista Confins franco-brésilienne de géographie**, v.41, p.1-27. DOI: 10.4000/echogeo.15017
- Garcia, C. S.; Garcia, P. S.; Lima, S. S.; Loureiro, G. E. (2021a). Uso e Cobertura da Terra na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas, Estado do Para. **Research, Society and Development**. v.10, n.15, e497101523129. DOI:10.33448/rsd-v10i15.23129
- Garcia, P. S.; Dias, L. B. A.; Pereira, L. C.; Junior, A. P. (2021). Análisis Cuantitativo de Los Incendios Ocurridos Entre 2006 Y 2017 en La Sub-Cuenca del Río Itacaiunas, Marabá, Pará, Brasil. **Revista Aidis**, v.14, n. 3, p. 1368-1382. DOI:10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.3.76303
- Google Earth Engine – GEE. **MapBiomas User Toolkit 1.9.0**. (2022). Disponível em: <<https://code.earthengine.google.com/>>. Acessado em: 06 de abril de 2022.
- Guariz, R. H.; Guariz, R. F (2020). Avaliação do Tamanho e Forma de Fragmentos Florestais por Meio de Métricas de Paisagem para o Município de São Roque do Canaã, Noroeste do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.13, n.05, p.2193-2153. DOI: 10.26848/rbgf.v13.5.p2139-2153
- Haddad, N. M. et. al (2015). Fragmentação de Habitat e seu Impacto Duradouro nos Ecossistemas da Terra. **Science Advances**, v.1, n.2, p.8-17.
- Ibge - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>>. Acessado em: 10 de abril de 2022.
- Ito, M. H.; Filho, H. F.; Conti, L. (2017). A. Uso do software livre QGIS (Quanto GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior. **Revista Cartográfica**, v. 94, p.127-148.

- Jung, M. (2015). Lecos - A python plugin for automated landscape ecology analysis. **Ecological Informatics**, v.31, p.18-21. DOI:10.1016/j.ecoinf.2015.11.006
- Júnior, A. P.; Pereira, L. C.; Dias, L. B. A.; Garcia, P. S. (2020). Análise Multitemporal do Desmatamento Ocorrido entre 2006 a 2017 no Sudeste do Pará. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v.18, n.2, p.84-102. DOI: 10.9771/gesta.v8i2.38243
- Lima, R. R.; Zagury, E. J.; Cordeiro, J. D. B. (1996). **Contribuição ao plano de valorização econômica da Amazônia**. Belém: SPVEA, 74 p.
- Matos, F. L. L. C. (2016). **Análise das Taxas Anuais de Desflorestamento na Amazônia Legal a partir da Relação entre Autos de Infração e Área Desmatada no Período entre 2000 e 2014**. Brasília: Universidade Federal de Brasília, 90. Mestrado.
- Mcgarical, K.; Marks, B. J. (1995). Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. **Forest Science Department**. Oregon State University, p. 1-122. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr351.pdf>. Acessado em: 16 de abril de 2022.
- 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**, n. 66, p.108-129. DOI: 10.11606/issn.2316-901X.v0i66p108-129
- Microsoft Corporation (2013). <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/previous-versions/microsoft-excel-2013>.
- Moura, A. M. M.; Luedemann, G. Roma, J. C.; Junior, N. L. S.; Lima, J. R. (2016). Meio Ambiente na Agenda Internacional: implementação no Brasil das convenções do rio sobre biodiversidade, clima e desertificação. **Texto para Discussão**.
- Muller, G. O.; Oliveira, L. M. T. (2020). Métricas de paisagem na avaliação da efetividade de proteção do Parque Estadual da Costa do Sol, uma unidade de conservação fragmentada no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 15, n.1, p.1-18. DOI: 10.3897/neotropical.15.e49490
- Pinto, A.; Amaral, P.; Salomão, R.; Junior, L. O.; Cunha, C. A.; Figueiredo, L. (2021). Restauração Florestal em Larga Escala na Amazônia: O Potencial da Vegetação Secundária. **Amazônia 2030**, p.1-26.
- QGIS 3.16.14 long term realease (most stable). **Download QGIS for your Platform**. Disponível em: <<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>>. Acessado em: 20 de janeiro de 2022.
- Riveiro, S.; Almeida, O.; Ávila, S.; Oliveira, W. (2009). Pecuária e desmatamento: Uma análise das principais causas diretas de desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v.19, n.1, p.41-66.
- Shida, C. N.; Privello, V. R. (2005). O Contexto do Cerrado Pé-de-Gigante como fragmento: consequências. O desafio da conservação dos recursos naturais do Cerrado Pé-de-Gigante. In: PRIVELLO V. R.; VARANDA, E. M. **O cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga)**. São Paulo: SMA, p.30-38.
- Silva, C. A.; Santilli, G.; SANO, E. E.; RODRIGUES, S. W. P. (2019). Análise Qualitativa do Desmatamento na Floresta Amazônica a partir de Sensores SAR, Óptico e Termal. **Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ**, v. 42, n.4, p.18-29. DOI:10.11137/2019_4_1_18_29
- Souza, C. M et. al. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, p.1-27, Issue 17.
- Viana, P. L.; Gil, A. S. B. (2018). Flora das Cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: *Cannabaceae*. **Revista Rodriguésia**, v.69, p.049-051. DOI: 10.1590/2175-7860201869105