

## INTENSIDADE DA AÇÃO ANTRÓPICA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CARIRI PARAIBANO

**Leandro Félix da Silva**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
Pós-Graduação em Geografia, João Pessoa, PB, Brasil  
[felixhc.le@hotmail.com](mailto:felixhc.le@hotmail.com)

**Bartolomeu Israel de Souza**

Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
Pós-Graduação em Geografia, João Pessoa, PB, Brasil  
[bartolomeuisrael@gmail.com](mailto:bartolomeuisrael@gmail.com)

**Vitor Matheus Bacani**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS  
Pós-Graduação em Geografia, Três Lagoas, MS, Brasil  
[vitormbacani@gmail.com](mailto:vitormbacani@gmail.com)

### RESUMO

A região do Cariri paraibano encontra-se sob o domínio da Caatinga, o único bioma exclusivo do Brasil e também um dos mais modificados pela ação humana desde o início do seu processo de ocupação. O objetivo deste estudo foi avaliar os níveis de concentração das ações antrópicas exercidas na Área de Proteção Ambiental do Cariri, na região do semiárido no estado da Paraíba. O mapeamento foi desenvolvido a partir da combinação entre a rede de drenagem, vias de acesso, Índice de Transformação Antrópica e uso da terra e cobertura vegetal com auxílio das geotecnologias. O resultado culminou em cinco níveis de intensidade de ação antrópica: 1) Muito Baixa (12,79%); 2) Baixa (9,76%); 3) Média (21,75%); 4) Alta (34,32%) e 5) Muito Alta (21,47%). O mapeamento da intensidade de ação antrópica foi bastante satisfatório quantificando e espacializando a pressão humana exercida na paisagem da região.

**Palavras-chave:** Geotecnologias. Índice de Transformação Antrópica. Uso da Terra e Cobertura Vegetal.

### INTENSITY OF ANTHROPIC ACTION IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA OF CARIRI PARAIBANO

### ABSTRACT

The Cariri region of Paraíba is located in the Caatinga morphoclimatic domain, the only exclusive biome in Brazil and also one of the most modified by human action since the beginning of its occupation process and it is also among the most modified by human action. The aim of this study was to evaluate the concentration levels of anthropogenic actions carried out in the Environmental Protection Area of Cariri, in the semiarid region of the state of Paraíba. Mapping was developed from the combination of the drainage network, access roads, Anthropogenic Transformation Index and land use/land cover with the aid of geotechnologies. The result showed five levels of anthropic action intensity: 1) Very Low (12.79%); 2) Low (9.76%); 3) Medium (21.75%); 4) High (34.32%) and 5) Very High (21.47%). The mapping of intensity of anthropic action was quite satisfactory quantifying and spatializing a pressure on the landscape of the region.

**Keywords:** Geotechnology. Anthropic Transformation Index. Land Use and Land Cover.

## INTRODUÇÃO

O estudo da paisagem, tendo como enfoque uma abordagem sistêmica, permite que sejam reconhecidas as estruturas verticais e horizontais existentes, bem como sua dinâmica evolutiva. Este enfoque tem como perspectiva a compreensão de sua estrutura e funcionamento tendo em vista a relação dos elementos das paisagens naturais com as atividades antrópicas (ESTÉVEZ et al., 2011).

Neste sentido as ações antrópicas têm sido imperativas em relação ao meio natural, estando o homem a enfrentar desafios sem precedentes no que se refere à capacidade limitada dos ecossistemas em sustentar o atual nível de consumo material e as atividades econômicas, juntamente com o crescimento populacional, causando consequências desastrosas ao meio ambiente, posteriormente impressos nas paisagens. O resultado das atividades antrópicas no meio natural, impactam de forma intensa o meio ambiente, e, de forma geral, não exercem a função de sustentar uma sociedade em equilíbrio com a natureza (CINDIN e SILVA, 2004). Diferentes estudos estão sendo desenvolvidos por vários ramos da ciência, no intuito de identificar, qualificar e quantificar os impactos das diversas atividades humanas e sua relação com o meio natural (COSTA et al., 2006; ALVES, 2007; ROSA e CORDAZZO, 2007; RAPOSO et al., 2009; MELO et al., 2010; BARBIERI et al., 2013; SILVA et al., 2015a; SILVA et al., 2015b; LOPES e SOARES, 2016; RUFINO e SILVA, 2017).

Dentre as principais causas de perda da biodiversidade no Brasil, está a modificação dos habitats devido à conversão da paisagem natural para a agropecuária. Nesse caso, segundo Dias et al., (2017), uma intensa gama de vegetação nativa foi e tem sido suprimida, principalmente para essas atividades. Nesse contexto, a investigação do uso e ocupação da terra e a cobertura vegetal tem se tornado fundamental para o entendimento dos padrões de organização dos elementos da paisagem, sendo útil para a observação das consequências que seu manejo inadequado provoca em termos ambientais (RODRIGUES et al., 2014).

Os diferentes padrões de uso da terra em relação à cobertura vegetal têm deixado marcas significativas nas paisagens naturais que atualmente são passíveis de serem registradas e quantificadas principalmente com uso de geotecnologias. Esse registro pode ser feito a partir de documentos cartográficos (mapas) e a criação de banco de dados, constituindo-se em importantes ferramentas no entendimento e na organização do espaço físico-territorial. Neste cenário as geotecnologias vêm sendo amplamente utilizadas principalmente nas questões de planejamento ambiental (MENEZES, et al., 2017).

Além da utilização de ferramentas geotecnológicas no planejamento ambiental, torna-se importante também a utilização de dispositivos legais que possam regular a interação das atividades humanas com os recursos naturais disponíveis. No Brasil uma das mais importantes políticas públicas criadas no sentido de preservação, conservação e o uso racional dos recursos naturais foi o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, instituído pela Lei Federal nº. 9.985 de 18 de julho de 2000, onde temos a criação das Unidades de Conservação (UCs), denominação dada às áreas naturais passíveis de proteção por suas características especiais, e dentre elas a Área de Proteção Ambiental (APA) que se configura em uma UC de uso Sustentável (BRASIL, 2000).

O SNUC considera como APA uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, tendo como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2018).

A APA do Cariri encontra-se sob o domínio da Caatinga, o único bioma exclusivo do Brasil e também um dos mais modificados pela ação humana segundo o Relatório de Monitoramento de Desmatamento da Caatinga produzido pelo Ministério do Meio ambiente (BRASIL, 2011). Até o presente momento esta unidade de conservação não apresenta um plano de manejo que indique as diretrizes sobre as formas mais adequadas de uso dos recursos naturais, assim como a sua conservação. Recentemente alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos e publicados sobre a APA, com destaque para Lima et al., (2013); Ferreira et al., (2015); Souza et al., (2015a); Souza et al., (2015b); Medeiros et al., (2015); Ballén et al., (2016); Lima e

Almeida (2017) e Borba e Meneses (2017) caracterizando principalmente alguns aspectos físicos naturais como a formação vegetal e os processos de degradação ambiental a partir do uso e ocupação.

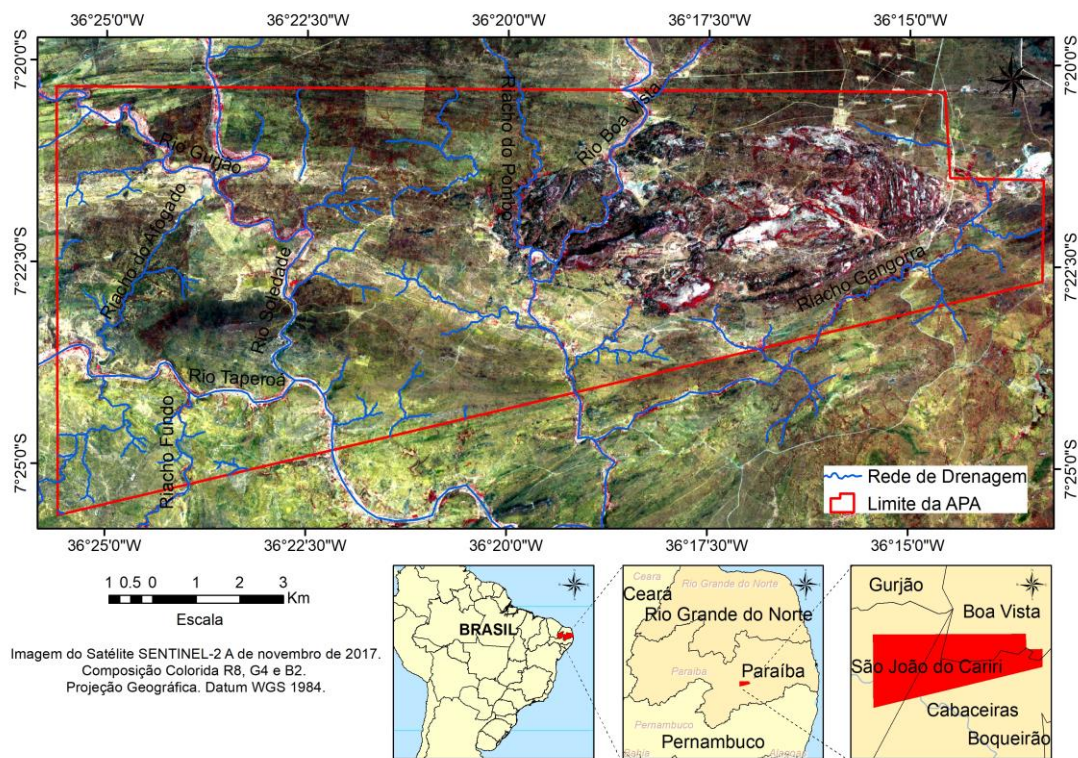
Diante deste cenário torna-se essencial o uso de metodologias que façam avaliações do estado das paisagens naturais mediante a avaliação da pressão exercida pelas atividades humanas sobre os recursos vegetais, base do presente trabalho, cujo objetivo é identificar os níveis de concentração das ações antrópicas exercidas na APA do Cariri.

## METODOLOGIA

### ÁREA DE ESTUDO

A APA do Cariri está localizada entre os municípios de Boa Vista, Cabaceiras e São João do Cariri, entre as latitudes 07° 20' 00" e 07° 25' 00" (S) e longitudes 36° 25' 00" e 36° 15' 00" (W), com uma área de aproximadamente 15.514,99 ha na região central do estado da Paraíba, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** – Localização da Área de Proteção Ambiental do Cariri – PB.



**Fonte** – AUTORES (2018).

A APA do Cariri foi criada pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Paraíba, pelo Decreto Estadual 25.083 de 8 de junho de 2004 (PARAÍBA, 2004). Situada no semiárido paraibano, na microrregião conhecida como Cariri Velhos, onde encontram-se baixos índices pluviométricos, com uma precipitação média anual entre 400 e 500 mm (AESA, 2018) e um clima classificado por Köppen (1931) como semiárido (BSH) com temperaturas médias anuais elevadas (que variam entre de 25° e 27°C), características que fazem dessa região a mais seca do país (SOUZA et al., 2009).

A vegetação predominante é a Caatinga que se caracteriza por uma fisionomia e composição florística variável em função do tipo de solo e da pluviosidade. Dominam espécies caducifólias de caráter xerófilo e grande quantidade de plantas espinhosas. Fitofisionomicamente as caatingas podem ser caracterizadas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo

principalmente árvores e arbustos baixos além da presença de cactáceas e bromeliáceas (BALLÉN et al., 2016).

A geologia da área é formada por rochas do tipo graníticas com a presença de grandes afloramentos rochosos conhecidos como lajedos. Estes lajedos são cobertos por muitos matacões esfoliados com variadas formas, graus de arredondamento e dimensões até decamétricas que constituem grandes campos na forma de relevos residuais, resultantes de processos erosivos de pediplanação que atuaram no planalto da Borborema (LAGES et al., 2013).

Os solos encontrados nessa região são: o Neossolo Regolítico, o Neossolo Litólico, o Luvisolo Crômico em grande parte do relevo e, nas planícies de inundação, ocorre o Neossolo Flúvico (BALLÉN et al., 2016).

A rede de drenagem é de fundamental importância para a região do semiárido nordestino brasileiro tanto nos aspectos naturais, quanto nos aspectos sociais e econômicos. A rede de drenagem da APA é composta pelas bacias dos rios Boa Vista, Gurjão, Soledade e Taperoá, todos intermitentes, localizadas no médio curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, a principal dessa região e do estado da Paraíba.

As vias de acesso são compostas por um pequeno trecho da rodovia estadual PB 160 na região Leste (L) e está próxima também da rodovia federal BR 412 ao Norte (N), além de outras estradas não pavimentadas e muitas trilhas que são feitas em meio à vegetação para deslocamento humano e o escoamento da produção econômica.

Na região da APA não existem cidades, apenas algumas comunidades espaçadas que sobrevivem da agricultura de subsistência, mineração, caprinocultura, artesanato e do turismo ecológico.

#### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Os procedimentos metodológicos desenvolvidos nesta pesquisa seguiram as seguintes etapas, conforme demonstra a Figura 2.

**Figura 2 –** Etapas dos procedimentos metodológicos.



Fonte – AUTORES (2018).



### CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO

Para o processo de mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal foi utilizada a imagem do satélite Sentinel-2A de 17 de novembro de 2017, bandas 2, 3, 4, e 8. A escolha pelo referido satélite foi por ele oferecer imagens com resolução espacial de 10 metros, além da disponibilidade gratuita e por conter imagens livres de nuvens, que foram extraídas do banco de dados *online* da Agência Espacial Europeia (*European Space Agency* - ESA).

O método de classificação utilizado foi baseado nas técnicas de classificação orientada a objeto - OBIA (*Object-Based Image Analysis*) conforme o descrito em Bacani et al., (2016).

A elaboração do processo para a classificação das imagens foi pautada através de quatro etapas: I) Pré-processamento; II) Segmentação; III) Classificação e IV) Validação Estatística.

- I. **Pré-processamento:** O primeiro passo foi desenvolvido no *software* QGIS 3.0, a partir da ferramenta *Processing*, em seguida, na aba Sentinel 2 *conversion* e se aplicou a correção radiométrica das 12 bandas da imagem do satélite Sentinel-2A.
- II. **Segmentação:** A segmentação foi feita no *software* *eCognition* 9.0 (TRIMBLE, 2017) e partiu da utilização da árvore de processo (*Process Tree*) no qual foram ajustados parâmetros de descrição como o algoritmo de segmentação a ser utilizado (*Multiresolution Segmentation*). Além do ajuste de elementos como escala (2), compacidade (0,0003) e forma (0,0003).
- III. **Classificação:** A classificação foi executada através do classificador *Nearest Neighbor* (Vizinho Mais Próximo) disponível no *software* *eCognition* 9.0 (TRIMBLE, 2017). Antes de executar a classificação, adicionou-se alguns parâmetros, através da ferramenta de edição *Edit Standard Nearest Neighbor Feature Space*, que auxiliam a potencialização do classificador na separação e identificação dos objetos na imagem. Os critérios adicionados foram as médias de refletância das bandas (2, 3, 4, e 8) da imagem do satélite Sentinel-2A; Geometria (área, índice de largura, largura e comprimento); Forma (assimetria, índice de borda, compacidade, índice de forma).
- IV. **Validação Estatística:** Para avaliação dos resultados da classificação, foi utilizado a Matriz de Confusão (CONGALTON, 1991) no qual foi avaliado pelos coeficientes de Exatidão Global e Índice *Kappa*, a partir de um total de 300 pontos de verdades terrestres. Divididos em 157 pontos de GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) coletados a campo das 8 classes temáticas mapeadas e outros 143 pontos distribuídos aleatoriamente pela imagem de satélite. Em seguida os pontos foram inseridos no *software* ENVI 5.3 (EXELIS, 2014) e convertidos para o formato ROI e submetidos ao processo de validação, utilizando as seguintes ferramentas *Classification – Post Classification - Confusion Matrix Using Ground Truth Image*. Por fim os valores obtidos da Exatidão Global e Índice *Kappa* foram comparados aos limiares estabelecidos por Landis e Koch (1977), conforme exemplifica o Quadro 1.

Quadro 1 – Qualificação de acordo com o Índice *Kappa*.

Índice <i>Kappa</i>	Concordância
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Bom
0,61 a 0,80	Muito Bom
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte – LANDIS e KOCH (1977).

### CÁLCULO E ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA)

O cálculo do Índice de Transformação Antrópica (ITA) proposto por Lémechev (1982) e modificado por Mateo (1991) foi desenvolvido a partir da soma ( $\Sigma$ ) da porcentagem (%) de cada classe de uso da terra e cobertura vegetal, multiplicado pelo peso atribuído ao nível de

transformação que cada classe se encontra sobre a paisagem, neste caso adotamos uma escala que variou de 1 a 10, dividido por Cem (100), conforme a Equação:

$$ITA = \sum (\% \text{ classe de uso} \times \text{Peso}) / 100$$

Peso: 1, 2,3 = Pouco Transformado; 4, 5, 6,7 = Transformado; 8, 9, 10 = Extremamente Transformado.

Para atribuição dos pesos, para as classes de uso da terra e cobertura vegetal, foi levado em consideração o nível de conhecimento dos autores sobre as transformações ocorridas na região, baseado no histórico de uso e ocupação, levantamentos e pesquisas desenvolvidas pelos autores sobre a área, conforme demonstra o Quadro 2.

**Quadro 2 –** Atribuição de peso ao nível de transformação antrópica.

Uso da terra e cobertura vegetal	Peso	Nível de Transformação Antrópica
Caatinga Arbórea	1	Pouco Transformado
Afloramento Rochoso	1	Pouco Transformado
Leito do Rio	2	Pouco Transformado
Caatinga Arbustiva	5	Transformado
Açude	7	Transformado
Planície de Rio Ocupada com Plantação	10	Extremamente Transformado
Área Degradada	10	Extremamente Transformado
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	10	Extremamente Transformado

**Fonte –** AUTORES (2018).

Na sequência, após atribuição dos valores do ITA para cada classe de uso da terra e cobertura vegetal e para toda a APA, iniciou-se o processo de espacialização (mapa) do ITA, que se consistiu primeiramente na atribuição dos níveis calculados: Pouco Transformado, Transformado e Extremamente Transformado e os pesos atribuídos para cada classe no mapa de uso da terra e cobertura vegetal, criando assim duas novas classes de atributos. E por fim, os polígonos renomeados dessas duas novas classes de atributos foram unidos, combinado as classes de ITA pela ferramenta *Merge* do *software ArcGis 10.3* (ESRI, 2012) permitindo assim a espacialização do ITA.

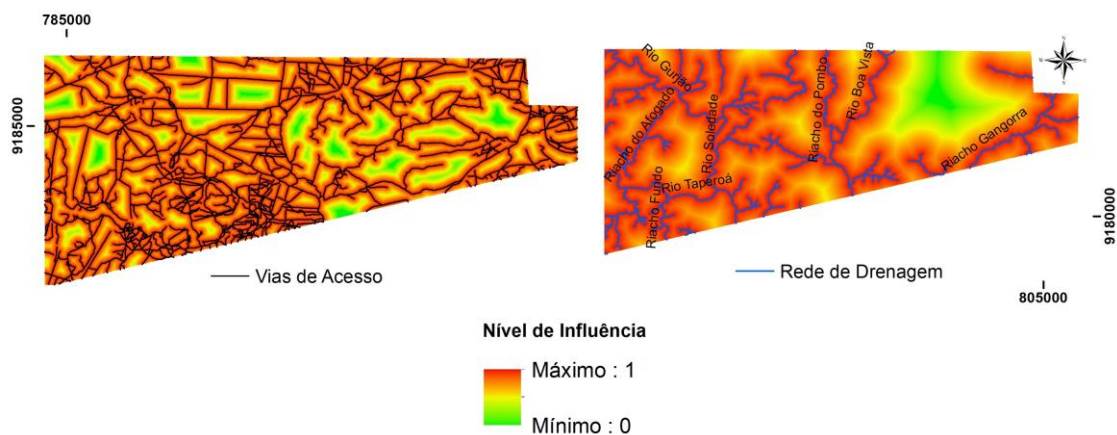
#### **VETORIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS**

As variáveis socioambientais utilizadas foram as vias de acesso (trilhas, estradas pavimentadas e não pavimentadas) e a rede de drenagem (rios e riachos). O processo de vetorização das vias de acesso e da rede de drenagem foi desenvolvido a partir das imagens de alta resolução espacial do *Google Earth* e da imagem do satélite Sentinel-2 A, no *software ArcGis 10.3* (ESRI, 2012) e teve como auxílio a carta topográfica Folha SB.24-Z-D-III - Boqueirão, desenvolvida pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (1966) na escala de 1:100.000 do estado da Paraíba.

Em seguida, após a vetorização de ambas as variáveis, criou-se dois mapas de distância, através do algoritmo matemático que calcula a distância euclidiana, no *software ArcGis 10.3* (ESRI, 2012) utilizando as ferramentas *ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Distance – Euclidean Distace*, no qual definiu-se intervalos de 150 metros de distância para rede de drenagem a partir de cada canal, baseado principalmente nas áreas de planícies de inundação ocupadas por plantações. E para as vias de acesso foram definidos intervalos com valores de 50 metros de distância a partir de cada via, o que resultou em 10 classes para ambas.

Na sequência depois de terem sido calculadas a distância euclidiana de cada variável, as mesmas foram submetidas ao processo de classificação através da lógica *Fuzzy* para suavizar os intervalos entre cada classe e auxiliar na identificação das áreas onde as influências são maiores ou menores, a partir dos seguintes passos *Overlay – Fuzzy Membership*. A Figura 3 demonstra as variáveis classificadas pela lógica *Fuzzy*.

**Figura 3** – Variáveis socioambientais classificadas pela lógica *Fuzzy (Membership)*.



Fonte – AUTORES (2018).

Com base na figura 3, os valores que estão mais próximos de 0 representam as menores áreas de influência, enquanto os mais próximos de 1 representam maiores áreas de influência em relação ao ponto vetorial de cada variável.

#### **TRABALHO DE CAMPO**

O trabalho de campo foi desenvolvido a partir do registro de um conjunto de informações como os tipos de uso da terra e cobertura vegetal, as atividades econômicas que estão sendo exercidas na região que foram identificadas *in loco*, além do levantamento histórico de ocupação destas áreas. Os campos foram realizados de 07 a 10 de dezembro de 2017 (estação seca) e de 15 a 18 de abril de 2018 (estação chuvosa). Os dados obtidos foram a partir de fotografias e da coleta de pontos por receptor GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) que posteriormente foram associadas às informações obtidas a partir da interpretação de imagem de satélite.

#### **RECLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS**

O resultado da classificação *Fuzzy Membership* para as vias de acesso e a rede de drenagem gerou 10 classes, e para o ITA 3 classes com valores que variaram entre 0 a 1. As três variáveis foram submetidas ao processo de reclassificação, no intuito de reduzir os números de classes e atribuir pesos a cada uma.

Os valores atribuídos no processo de reclassificação foram associados aos níveis de intensidade que cada classe influência nas atividades antrópicas, no caso da rede de drenagem e as vias de acesso quanto mais próximo do canal ou da via de acesso maior é o nível de influência, quanto mais distante menor é o nível influência. Para o ITA os valores de reclassificação foram associados de acordo com o nível de transformação da paisagem seguindo a mesma lógica anterior, ou seja, as áreas extremamente transformadas recebem o peso maior, enquanto as intermediárias pesos médios e as que foram pouco transformadas pesos mais baixos.

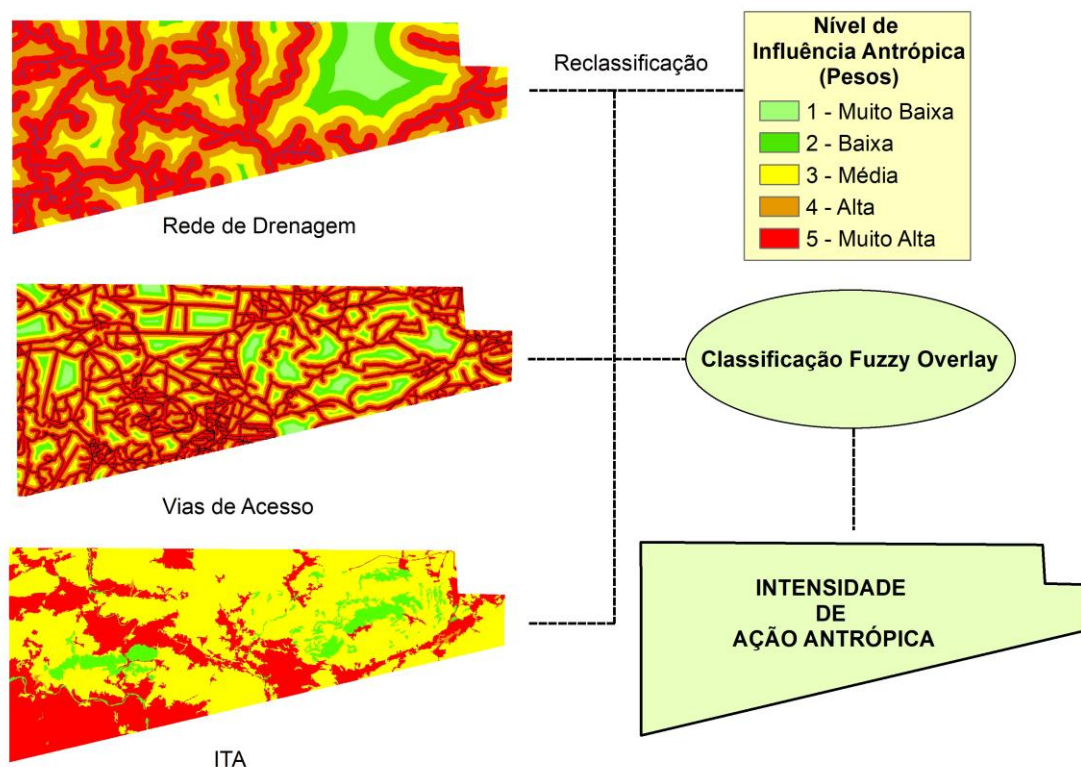
Os pesos variaram de 1 a 5, onde os pesos 1 e 2 representam muito baixo e baixo nível de influência, já para o valor número 3 o nível de influência foi considerado médio, e 4 e 5 considerados como níveis alto e muito alto de influência antrópica. Esta etapa foi desenvolvida através da ferramenta *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Reclass - Reclassify*, no software *ArcGis 10.3* (ESRI, 2012).

### INTENSIDADE DE AÇÃO ANTRÓPICA

A intensidade de ação antrópica foi desenvolvida a partir da combinação do ITA, vias de acesso e a rede de drenagem, que passaram pelo processo de reclassificação de cada classe, no qual foram atribuídos pesos para cada uma delas: 1) Muito Baixa; 2) Baixa; 3) Média; 4) Alta e 5) Muito Alta, representando os níveis de ações antrópicas atribuído para cada classe.

Em seguida os mapas reclassificados foram submetidos à classificação pelo método *Fuzzy*, no *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Overlay – Fuzzy Overlay*; a Figura 4 demonstra as etapas percorridas para classificação das áreas de intensidade de ação antrópica.

Figura 4 – Etapas para a classificação das áreas de intensidade de ação antrópica.



Fonte – AUTORES (2018).

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do conjunto de técnicas aplicadas obtiveram-se quatro importantes resultados: 1) Avaliação Estatística do Mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal; 2) Uso da Terra e Cobertura Vegetal; 3) Índice de Transformação Antrópica (ITA); 4) Níveis de Intensidade de Ação Antrópica.

#### AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO MAPEAMENTO DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL

O mapeamento das classes temáticas para a APA do Cariri foi avaliado pelo método estatístico Índice *Kappa*, apresentando o valor de 0,8868 e pela Acurácia Global com 90.33%, ambos valores qualificados como excelente, conforme descrito por Landis e Koch (1977).

A Tabela 1 apresenta a matriz de confusão e os valores de (A.P) acurácia do produtor (erros de omissão) e do (A.U) acurácia do usuário (erros de comissão) em porcentagem (%), ambos obtidos para cada classe temática avaliada.



**Tabela 1 – Avaliação estatística do mapeamento.**

Classes	C.ARB	C.ARBUST	AF.R	L.R	P.R.O.P	A.D	AÇ	A.N.A	Total	Acurácia	
C.ARB	46	0	0	0	0	0	0	0	<b>46</b>	92	100
C.ARBUS	4	50	0	0	4	2	0	0	<b>60</b>	100	83.33
AF.R	0	0	39	0	0	0	0	5	<b>44</b>	97.5	88.64
L.R	0	0	0	19	2	0	0	0	<b>21</b>	95	90.48
P.R.O.P	0	0	0	1	39	0	2	1	<b>43</b>	78	90.7
A.D	0	0	0	0	5	48	0	1	<b>54</b>	96	88.89
AÇ	0	0	0	0	0	0	7	0	<b>7</b>	70	100
A.N.A	0	0	1	0	0	0	1	23	<b>25</b>	76.67	92
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>300</b>	<b>A.P%</b>	<b>A.U%</b>
<b>Índice Kappa</b>			<b>0.8868</b>							<b>Excelente</b>	
<b>Acurácia Global</b>			<b>90.33%</b>							<b>Excelente</b>	

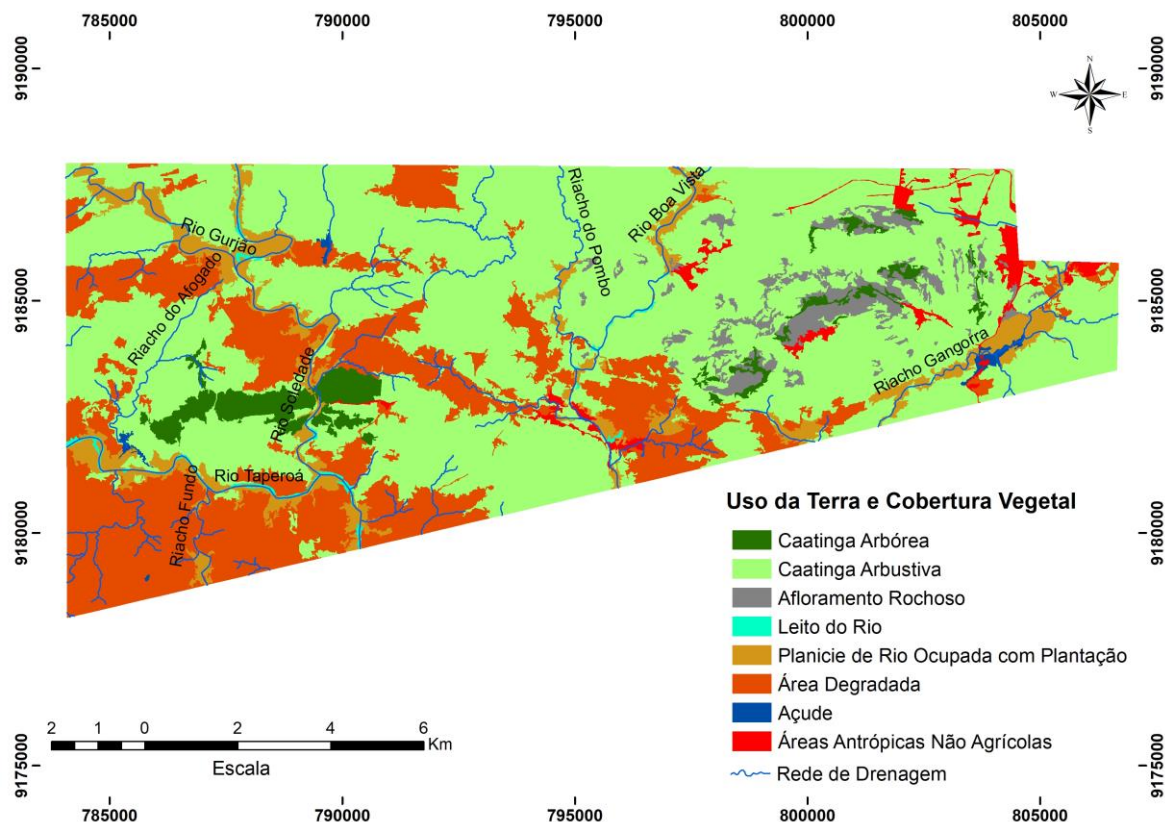
\*C.ARB= Caatinga Arbórea; C.ARBUS= Caatinga Arbustiva; AF.R= Afloramento Rochoso; L.R= Leito do Rio; P.R.OP= Planície de Rio Ocupada com Plantação; A.D= Área Degradada; AÇ= Açude; A.N.A= Áreas Antrópicas Não Agrícolas.

Os valores de cada classe mapeada foram individualizados tanto para acurácia do produtor (A.P), quanto para acurácia do usuário (A.U) e também foram avaliados estatisticamente, apresentando valores superiores a 70% de acertos o que demonstrou a eficiência do mapeamento.

#### USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL

O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal da APA do Cariri a partir das técnicas de classificação orientada a objeto (OBIA) sobre a imagem do satélite Sentinel-2A permitiu a identificação de oito classes temáticas: 1) Caatinga Arbórea; 2) Caatinga Arbustiva; 3) Afloramento Rochoso; 4) Leito do Rio; 5) Planície de Rio Ocupada com Plantação; 6) Área Degradada; 7) Açude e 8) Áreas Antrópicas Não Agrícolas, conforme a Figura 5.

**Figura 5 – Uso da terra e cobertura vegetal.**



A Caatinga Arbórea na região da APA do Cariri é composta principalmente por espécies como Angico (*Anadenanthera colubrine*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Imburana de cambão (*Commiphora leptophloeos*), Faxeiro (*Pilosocereus pachycladus*), Jatobá (*Hymenaea rubriflora*) e Mororó (*Bauhinia cheilantha*), além das espécies arbustivas predominantes como Pinhão Bravo (*Jatropha mollissima*), Marmeleiro (*Croton blanchetianus*), Catingueira (*Poincianella pyramidalis*) e Pereiro (*Aspidosperma pyriformium*) que se misturam entre as espécies arbóreas. Essas formações vegetais foram identificadas em regiões de relevo com declividade acentuada assim como nas áreas de encostas dos grandes afloramentos rochosos (SOUZA e SOUZA, 2016; LACERDA et al., 2018). Essas características geomorfológicas e topográficas acabam por dificultar o uso agropecuário e extrativista vegetal mais intenso dessas áreas, seguindo uma regra do que se encontra em toda essa região dos Cariris Velhos (SOUZA et al. 2015a), o que acaba favorecendo a relativa preservação da cobertura vegetal original. Esta classe ocupa uma área de 480,73 ha aproximadamente 3,10% da área total da APA.

Destaque para essa área é a presença de espécies como o Jatobá (*Hymenaea rubriflora*), entre outras consideradas de ocorrência nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, o que indica a existência local de umidade elevada o suficiente para a permanência das mesmas, em contraste com a baixa umidade dominante de forma geral em áreas de Caatinga típica.

A classe Caatinga Arbustiva é formada predominantemente por espécies arbustivas pioneiras como o Pinhão Bravo (*Jatropha mollissima*), Marmeleiro (*Croton blanchetianus*), Catingueira (*Poincianella pyramidalis*), Pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e Favela (*Cnodusculus quercifolius*). Encontra-se também algumas espécies arbóreo-arbustivas isoladas como o Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), Umbu (*Spondias tuberosa*) e o Mulungu (*Erythrina velutina*). Outro grupo bastante abundante é a família das cactáceas, com espécies como o Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), Coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis*) e Palmatória de espinho (*Tacinga palmadora*), além da presença de algumas bromeliáceas como a Macambira (*Bromelia laciniosa*) entre outros arbustos e herbáceas que se espalham rapidamente no período chuvoso. Já no período seco a predominância é apenas das espécies pioneiras, assim como as cactáceas e de algumas espécies de bromeliáceas adaptadas aos longos dias de estiagem (SOUZA e SOUZA, 2016; LACERDA et al., 2018). É a maior classe mapeada na APA do Cariri, predominando em 9.463,35 ha (61,00 % da área da APA).

O Afloramento Rochoso é formado principalmente por relevos graníticos predominantemente nas regiões de Lajedo, oriundos de rochas ígneas e/ou metamórficas aflorantes, sendo muito comum encontrá-las em formas de relevo saprolítico segundo o constatado por Maia e Nascimento (2018). Estão concentrados principalmente nas porções Nordeste (NE), Leste (L) e Sudeste (SE) da APA. De acordo com Lages et al., (2013) esses afloramentos são formados por vários conjuntos de matacões graníticos em diferentes estágios de meteorização e exumação de blocos fraturados (MAIA e NASCIMENTO, 2018), conhecidos na região como Saca de Lã, Lajedo Sítio Bravo, Lajedo Manuel de Souza, Lajedo Salambaia e Lajedo Pai Mateus, formando assim um dos mais famosos atrativos geoturísticos do interior do estado da Paraíba. Esta classe representa uma área de 497,88 ha, aproximadamente 3,20 % da APA.

Destacamos que embora essas áreas apresentem uma vegetação pouco expressiva, do ponto de vista quantitativo, dadas as condições extremas a que estão submetidas onde dominam solos esqueléticos, com baixos valores de nutrientes e temperaturas mais elevadas que nas localidades mais distantes da sua influência, devido a influência das rochas expostas (POREMBSKI, 2007), o papel que exercem como dispersores da água das chuvas é fundamental para explicar os padrões de umidade e de cobertura vegetal encontrados no seu entorno imediato (LUNGUINHO, 2018), tal como tem sido verificado em outros ambientes de clima seco semelhantes distribuídos pelo restante do mundo (PASCUAL et al., 2017).

A Tabela 2 demonstra os valores de cada classe temática de uso da terra e cobertura vegetal. As áreas de Leito do Rio representam o leito seco dos rios intermitentes presentes na região da APA, que são trechos dos rios Boa vista, Gurjão, Solenidade e Taperoá. Estas áreas ficam expostas no período seco devido ao acúmulo de sedimentos composto principalmente por areias grossas e cascalhos depositados ao longo dos canais do rio trazido pelas águas da chuva na época de cheia. As áreas mapeadas de Leito do Rio foram de 102,13 ha, o que corresponde a 0,66%.

**Tabela 2** – Quantificação das classes de uso da terra e cobertura vegetal.

<b>Classe Temática</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Caatinga Arbórea	480,73	3,10
Caatinga Arbustiva	9.463,35	61,00
Afloramento Rochoso	497,88	3,20
Leito do Rio	102,13	0,66
Planície de Rio Ocupada com Plantação	1.051,52	6,77
Área Degradada	3.594,49	23,17
Açude	46,25	0,30
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	278,61	1,80
<b>Total</b>	<b>15.514,99</b>	<b>100</b>

A Planície de Rio Ocupada com Plantação representa o processo atual de ocupação das margens dos rios e riachos (planícies aluviais e terraços) pela atividade agrícola, por se tratar de áreas que concentram mais umidade e são utilizadas normalmente para o plantio de grãos, legumes, frutas e hortaliças, principalmente na estação chuvosa. Esta classe ocupa uma área de 1.051,52 ha dentro da APA o equivalente a 6,77%.

As Áreas Degradadas são grandes extensões resultantes de ações antrópicas, caracterizadas principalmente por processos erosivos ocasionados pelo uso inadequado do solo e o desmatamento da vegetação nativa, o que inclui também a baixa diversidade de espécies vegetais nativas, além da presença de espécies vegetais exóticas que foram introduzidas e que são bastante competitivas, oriundas do processo histórico de ocupação desta região (BRASILEIRO, 2009; GIBBS e SALMON, 2015; SOUZA et al., 2015a). É a segunda maior classe mapeada e ocupa 3.594,49 ha (23,17%).

Os Açudes são reservatórios superficiais de armazenamento de água, criado como uma das alternativas para melhorar a oferta hídrica, principalmente na região do semiárido brasileiro que basicamente tem como princípio de funcionamento a formação de reservas de água no período das chuvas e o uso dessas reservas no período de escassez (SANTOS e CURTI, 2014) para abastecimento humano e animal, além do uso para irrigação. A classe Açude foi a menor classe mapeada, ocupando 46,25 ha, aproximadamente 0,30% da região.

As Áreas Antrópicas Não Agrícolas (IBGE, 2013) representam áreas onde predominam edificações e construções habitacionais e a extração do minério de Bentonita mais especificamente no município de Boa Vista no qual se encontra na porção Nordeste (NE) da APA do Cariri, teve seu início no final dos anos 60 com duas grandes áreas de extração denominadas de Sítio Bravo e Urubu (ARAÚJO, 2008). Segundo Silva (2011) nessa região concentra-se 60% das reservas brasileiras de Bentonita. Formadas por um conjunto de minas de extração, dentre elas a Mina Bravo que são exploradas pela empresa BUN – Bentonita União Nordeste e que concentra uma parte de suas infraestruturas e instalações dentro da região da APA e atualmente ocupa 278,61 ha, ou seja, 3,13%.

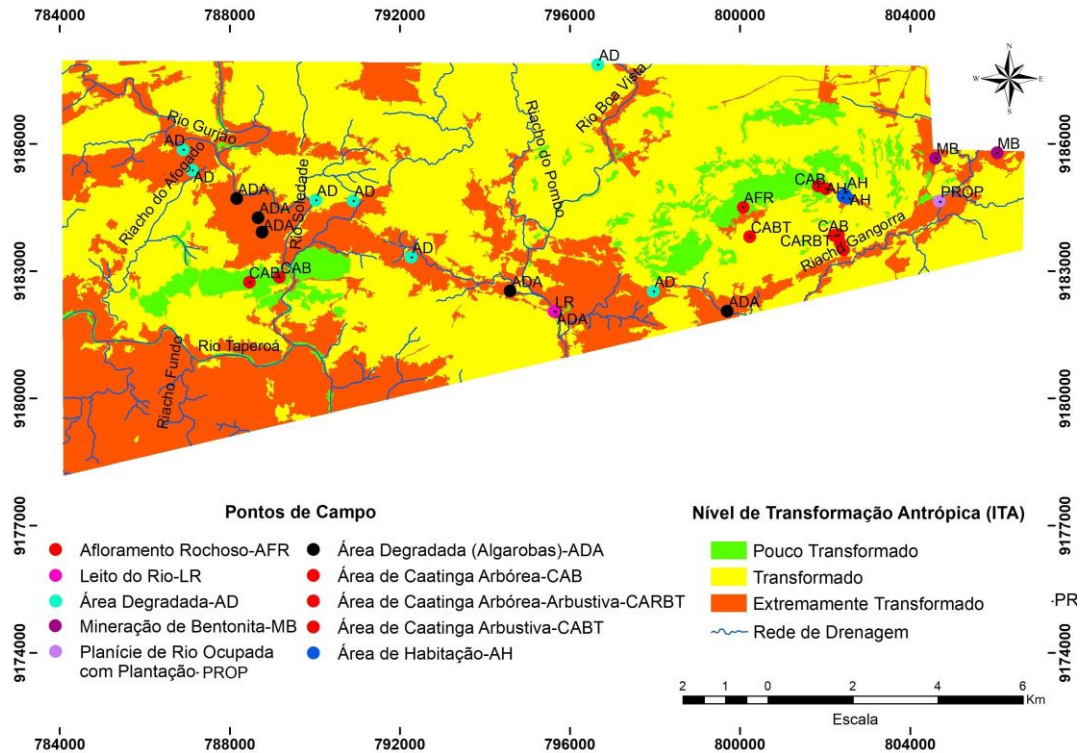
### **ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA)**

A APA do Cariri foi classificada pelo ITA como um ambiente Transformado, ou seja, apresenta um nível de transformação antrópica intermediário. Os valores de ITA também foram calculados para cada classe de uso da terra e cobertura vegetal e após os resultados, para a espacialização do ITA e das classes Açude, Planície de Rio Ocupado com Plantação, Áreas Degradadas e Áreas Antrópicas Não Agrícolas optamos em manter como resultado os valores qualitativos (Transformado e Extremamente Transformado, no qual atribuímos os pesos 7 e 10) para estas classes, devido ao nível de conhecimento dos autores em relação à região e os resultados de trabalho de campo, uma vez que os resultados quantitativos classificariam estas classes como Pouco Transformado, não condizendo com a realidade avistada a campo e o histórico de ocupação da região. Já em relação as demais classes (Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva, Leito de Rio, e Afloramento Rochoso) estão de acordo qualitativamente e quantitativamente com os resultados obtidos em campo.

O mapeamento do ITA resultou em três níveis de transformação antrópica, classificados como: 1) Pouco Transformado; 2) Transformado e 3) Extremamente Transformado sobre a paisagem,

e que foram espacializadas conforme demonstra a Figura 6. O resultado da espacialização do ITA também demonstra os pontos obtidos através de trabalho de campo por GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite).

Figura 6 – Espacialização do ITA.



A Tabela 3 demonstra os valores em porcentagem (%) de cada classe do uso da terra e cobertura vegetal, o peso do ITA atribuído para cada classe e o valor resultante da equação, assim como os níveis classificados.

Tabela 3 – Valores dos níveis de transformação antrópica.

Classe Temática	(%)	Peso ITA	Valor ITA	Nível de Transformação
Caatinga Arbórea	3,10	1	0,03	Pouco Transformado
Afloramento Rochoso	3,20	1	0,03	Pouco Transformado
Leito do Rio	0,66	2	0,01	Pouco Transformado
Caatinga Arbustiva	61,00	5	3,05	Transformado
Açude	0,30	7	0,02	Transformado
Planície de Rio Ocupada com Plantação	6,77	10	0,6	Extremamente Transformado
Área Degradada	23,17	10	2,31	Extremamente Transformado
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1,80	10	0,18	Extremamente Transformado
<b>ITA da APA</b>		<b>100</b>	<b>6,23</b>	<b>Transformado</b>

Nas áreas classificadas como Pouco Transformado encontram-se três classes mapeadas de uso da terra e cobertura vegetal que são a Caatinga Arbórea, o Afloramento Rochoso e o Leito do Rio.

As áreas de Caatinga Arbórea na APA do Cariri são as mais preservadas, principalmente por serem encontradas em regiões onde o acesso é mais dificultado devido às altas elevações com declividades bastante acentuadas e nas bordas do entorno dos afloramentos rochosos (Lajedos), o que dificulta a ocorrência de processos de antropização mais intensos como desmatamentos e o pastoreio pelo gado.



O Afloramento Rochoso (lajedo) apresentou poucas transformações antrópicas, embora atualmente na região venha sendo desenvolvida atividades de ecoturismo de cunho sustentável (SILVA e SILVA, 2009) devido a sua beleza cênica natural permitindo a contemplação das paisagens naturais e dos recursos geológicos, paleontológicos e paleoantropológicos (CAVALCANTE e PERAZZO, 2013; LAGES et al., 2013), mas que não trouxeram profundas transformações ou profundos impactos para mudanças nos Afloramentos Rochosos.

O Leito do Rio também não apresentou transformações profundas em relação às ações antrópicas diretas, embora haja um acúmulo elevado de sedimentos em suas calhas oriundos tanto da lixiviação devido aos usos inadequados do solo, quanto da própria condição geomorfológica natural da região em constante processo de pediplanação.

As áreas de Caatinga Arbustiva foram classificadas como ambiente Transformado, ou seja, por tratar-se de uma formação vegetal secundária em processo de regeneração, resultantes principalmente das intervenções antrópicas exercidas pelo processo de ocupação ao longo dos anos na região. Portanto, isso implicou em grandes desmatamentos e na alteração da formação vegetal originária que seriam de Caatingas Arbóreas e Arbóreo-Arbustivas fechadas (SOUZA e SOUZA, 2016).

Ainda sobre as formações vegetais que recobrem essa região Souza e Souza, (2016) ao estudarem o processo de ocupação dos Cariris e os efeitos na cobertura vegetal constataram que as Caatingas Arbustivas representam uma fase de maior intervenção humana. Neste sentido, os resultados levantados nesta pesquisa pelo trabalho de campo associado aos resultados dos autores supracitados justificam o peso moderado atribuído a esta classe para o cálculo do Índice de Transformação Antrópica (ITA).

As áreas de Açude também foram classificadas com o nível de intensidade antrópica tido como Transformado. Apesar de transformações significativas sobre a paisagem, os açudes também concentram algumas espécies vegetais nativas no seu entorno e de fauna que interagem com as águas represadas nos reservatórios. Os açudes na região da APA servem para abastecer principalmente as necessidades de dessedentação humana e animal, além de irrigação para pequenas plantações, desenvolvido por moradores que estão mais próximos aos reservatórios.

A Planície de Rio Ocupada com Plantação foi classificada como Extremamente Transformado, uma vez que o processo de transformação da paisagem por influência antrópica destas regiões tem cunho histórico relacionado à ocupação das margens dos rios (SOUZA et al., 2015b). Atualmente as planícies dos rios e córregos na região da APA encontram-se em grande parte sem a vegetação nativa original (Mata Ciliar) cedendo espaço para a atividade agrícola conforme também constatado por Silva (2003) e Souza et al., (2015b).

A classe Área Degradada foi classificada como um ambiente Extremamente Transformado e o resultado dessas transformações também são oriundas de um conjunto de ações antrópicas ligadas principalmente ao processo de ocupação e o histórico do uso da terra que tem suas origens na colonização.

No primeiro momento pelo desmatamento da vegetação nativa e a introdução de atividades agropastoris, no segundo momento pela atividade de cotonicultura (criação de Algodão) e por último a introdução de espécies vegetais exóticas como a Algaroba (*Prosopis juliflora*) encontrada tanto nas planícies dos rios, quanto espalhadas por grandes extensões competindo com a Caatinga Arbustiva, além da extração de lenha de forma ilegal e a caprinocultura (SOUZA et al., 2015a). Nestas áreas é visível em campo a presença de diferentes formas e níveis de degradação ambiental de origem antrópica, que vão desde processos erosivos como ravinamentos, ao predomínio de espécies vegetais exóticas como a Algaroba e a baixa diversidade de espécies nativas.

Atualmente o maior processo relacionado à degradação ambiental que esta região vem sofrendo é o de desertificação, uma série de trabalhos vem sendo desenvolvidos na região buscando entender, quantificar e propor medidas que possam atenuar o desencadeamento desses processos de degradação ambiental (SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2009; FRANCISCO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2014; CHAVES et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA e SOUZA, 2016; LIMA e ALMEIDA, 2017).

As Áreas Antrópicas Não Agrícolas também foram classificadas como ambiente Extremamente Transformado. As construções habitacionais são desenvolvidas a partir de um conjunto de casas, onde se encontram também, solo exposto ligado ao desenvolvimento de novas infraestruturas habitacionais e agricultura familiar (pequenos roçados) que são constantemente modificados de acordo com a necessidade da comunidade, caracterizando um uso da terra de elevada dinâmica temporal.

As áreas utilizadas na extração de Bentonita, também apresentaram as mais profundas transformações na paisagem da região. A primeira delas, como anteriormente mencionado está relacionada com o desmatamento da vegetação nativa original e a introdução de espécies exóticas criando paisagens agropecuárias de cunho secular. A partir da introdução da mineração nesta região entre as décadas de 1960, 1970 e 1980, houve uma nova transformação nesses espaços baseado em uma dinâmica oriunda das necessidades da indústria dotando essas áreas mineradoras de pequenas infraestruturas urbanas com edificações, novas estradas, uso de maquinário pesado, distribuição de serviços como energia elétrica, saneamento e internet, além de novos arranjos nas relações de trabalho (ARAÚJO et al., 2008). O impacto antrópico perceptível e marcante da transformação desta paisagem também está nas áreas de extração do minério, caracterizadas inicialmente pelas clareiras abertas e posteriormente utilizadas para o acúmulo do que não é aproveitado economicamente na extração do minério de Bentonita, além dos outros fatores como lixo, poluição química e sonora resultante desta atividade.

Contudo, é importante salientar conforme o constatado por Araújo et al. (2008), que a atividade de mineração de Bentonita não extinguiu a atividade agropecuária da região, e que ambas estão mescladas tanto nas relações com os ambientes naturais impressos na paisagem, quanto nas relações econômicas e sociais de organização e reprodução desse espaço.

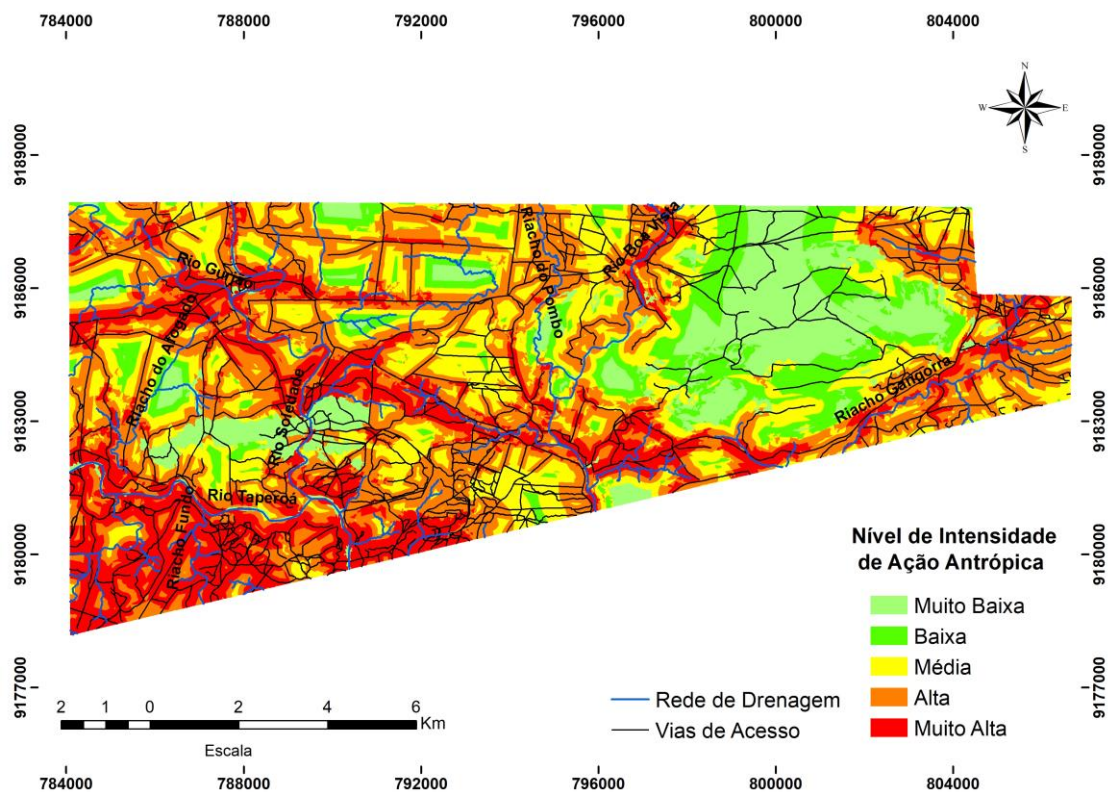
#### **INTENSIDADE DE AÇÃO ANTRÓPICA**

O mapeamento dos níveis de intensidade de ação antrópica (Figura 7) teve como objetivo principal espacializar as áreas onde estão concentradas as maiores e menores ações antrópicas, que resultaram em cinco níveis de intensidades classificadas como: 1) Muito Baixa, 2) Baixa, 3) Média, 4) Alta e 5) Muito Alta, para a APA do Cariri.

As áreas identificadas com Muito Baixa intensidade de ação antrópica concentram-se principalmente na região Nordeste (NE) da APA, classificadas como ambiente Pouco Transformado pelo ITA, onde a vegetação é mais preservada. Esse é o caso da Caatinga Arbórea, onde o acesso é mais difícil devido ao fator topográfico que restringe as atividades humanas mais impactantes como a agropecuária. As vias de acesso são poucas, o que influencia menos nas ações exercidas, inclusive no uso que normalmente é dado às terras do entorno imediato da rede de drenagem. Ocupam 1.984,97 ha, ou seja, 12,79 % da APA.

A Baixa intensidade de ação antrópica encontra-se em áreas que foram classificadas pelo ITA como Pouco Transformado (Afloramento Rochoso) e na transição para Transformado da paisagem, principalmente nas regiões onde a Caatinga Arbustiva é mais densa no Nordeste (NE) da área de preservação. As vias de acesso também são poucas nestas localidades, assim como a rede de drenagem, ocupando uma área de 1.500,34 ha, aproximadamente 9,67%. A Tabela 4 demonstra os valores em ha e % das classes de intensidade de ação antrópica para a APA do Cariri.

**Figura 7 – Níveis de intensidade de ação antrópica.**



**Tabela 4 – Níveis de intensidade de ação antrópica.**

Nível de Intensidade de Ação Antrópica	ha	%
Muito Baixa	1.984,97	12,79
Baixa	1.500,34	9,67
Média	3.374,31	21,75
Alta	5.324,35	34,32
Muito Alta	3.331,02	21,47
<b>Total</b>	<b>15.514,99</b>	<b>100</b>

A Média intensidade de ação antrópica encontra-se bem espalhada na APA, destacando-se nas regiões que foram classificadas pelo ITA como Transformados da paisagem (Caatinga Arbustiva), sendo a segunda maior classe, ocupando 21,75% o mesmo que 3.374,31 ha da área total estudada.

A Alta intensidade de ação antrópica foi mapeada na transição entre os ambientes classificados como Transformado (Caatinga Arbustiva e Açude) e Extremamente Transformado mais próximos das Áreas Degradadas, Planície de Rio Ocupada com Plantação e das Áreas Antrópicas Não Agrícolas. A rede de drenagem mais expressiva da APA está localizada nessas áreas, principalmente no Riacho do Pombo e em alguns trechos do Riacho Gangorra. As vias de acesso são mais intensas nessas áreas, principalmente próximas das redes de drenagem, e das Áreas Degradadas e da Planície de Rio Ocupada com Plantação, indicando maiores intensidades de ações antrópicas nessas áreas. Esta classe é a maior mapeada, representando 34,32% do total da APA, ocupando aproximadamente 5.324,35 ha.

A Muito Alta intensidade de ação antrópica ocupa uma extensão de aproximadamente 3.331,02 ha, ou seja, 21,47% da APA, localizando-se em regiões que foram classificadas como ambiente Extremamente Transformado da paisagem pelo ITA, que são as Áreas Degradadas, Planície de Rio Ocupada com Plantação e as Áreas Antrópicas Não Agrícolas. A rede de drenagem inserida nesta classe, destaca-se pela presença do Rio Taperoá na região Sudoeste (SW) da

APA, onde foram mapeadas as maiores extensões de áreas degradadas, o que inclui também todo o riacho Fundo. Já os rios Gurjão e Soledade apresentaram trechos sobre influência desta classe, e em proporções menores em alguns trechos do Rio Boa Vista. Observou-se também que as vias de acesso são muito mais intensas nesta classe, principalmente na região Sudoeste (SW), justamente a mais degradada da APA, as margens do rio Taperoá e o Riacho Fundo, o que demonstra alta intensidade de ações antrópicas nesta área e a importância das variáveis expostas na concentração e no desenvolvimento das atividades humanas.

Outros trabalhos realizados utilizando metodologias de análises das transformações a partir de ações antrópicas com auxílio de geotecnologias mostraram-se bastante eficazes em seus resultados (GOUVEIA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014; COCCO et al., 2015; PERIM e COCCO, 2016; DASSOLLER et al., 2018 e SEABRA et al., 2018). Entretanto, o presente estudo levou em consideração além do uso da terra, da cobertura vegetal e do ITA, mais outras duas variáveis importantes que são as vias de acesso e a rede de drenagem, elementos de suma importância para as atividades humanas realizadas na região, além do auxílio do trabalho de campo e do resgate histórico do processo de ocupação dessas terras. Nesse contexto, a junção das variáveis utilizadas e o conhecimento específico da região mostraram-se bastante eficazes para se alcançar os resultados desta pesquisa.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das áreas de intensidade de ação antrópica permitiu quantificar e apontar espacialmente a distribuição das áreas onde as ações antrópicas são mais ou menos intensas na APA do Cariri. Consideramos o resultado bastante satisfatório e coerente em relação ao que se observa em campo sobre os reflexos dos usos da terra impressos nas paisagens da região, exercidos pelas ações antrópicas do passado e do presente sobre os recursos naturais.

No contexto anteriormente descrito, o domínio do ITA nas classes média a muito alta também chama atenção, do ponto de vista prático, para a fragilidade de UCs do tipo APA, particularmente em um bioma que se encontra cada vez mais comprometido por uma série de atividades humanas, cuja base é a retirada de grande parte da cobertura vegetal original, gerando processos de desertificação.

Neste sentido, seria importante que para a região fossem desenvolvidos mais projetos, que possam prestar assessoria técnica constante aos moradores de práticas de uso dos recursos de forma sustentável, como técnicas de manejo de animais, plantas e principalmente dos recursos hídricos. Assim como auxílio por parte do poder público na execução de mecanismo de infraestruturas que possibilitem o fomento de atividades econômicas de forma também sustentável dentro da APA. Este estudo combinado com outros já desenvolvidos para a UC em questão, que trazem levantamentos dos aspectos físicos-naturais, sociais e econômicos podem servir de base e subsídio no planejamento ambiental, contribuindo assim de forma significativa na gestão de unidades de conservação de forma conjunta, integrando o poder público junto das comunidades locais.

### AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba - UFPB (Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG) pelo apoio logístico e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, campus de Três Lagoas, pela parceria no desenvolvimento deste estudo.

### REFERÊNCIAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Geoportal. Shapefiles.** Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>>. Acesso em: 19 de set. 2018.

ALVES, J. J. Geocologia da caatinga no semiárido do nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem.** v, 2, n 1, p. 58-71, 2007.



- ARAÚJO, J. S. B.; FARIAS, P. S. C.; DE SÁ, A. J. Mineração e industrialização da Bentonita e as transformações/permanências no espaço agrário de Boa Vista-PB: um estudo de caso dos sítios Bravo e Urubu. **Revista de Geografia**, v. 25, n.3, p. 122-142, 2008.
- BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A.Y.; QUENÉOL, H.; VANNIER, C.; CORGNE, S. Markov chains-cellular automata modeling and multicriteria analysis of land cover change in the Lower Nhecolândia subregion of the Brazilian Pantanal wetland. **Journal Applied Remote Sensing**, v. 10, n. 1, p. 1-21, 2016. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.10.016004>
- BALLÉN, L. A. C.; SOUZA, B. I.; LIMA, E. R. V. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal na área de proteção ambiental do Cariri, Paraíba, Brasil. **Boletim. Goiano de Geografia**, v, 36, n, 3. p. 55-571, 2016. <https://doi.org/10.5216/bgg.v36i3.44558>
- BARBIERI, L. F. P.; CORREIA, M. F.; BRAGA, C. C.; GONÇALVES, W. A.; MOURA, M. S. B. Desempenho de método de estimativa da temperatura média diária: um estudo em áreas com forte pressão antrópica. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v,6, n, 4, p. 857-874. 2013. <https://doi.org/10.26848/rbqf.v6i4.233082>
- BORBA, C. S.; MENESES, L. F. Metodologia para avaliação do potencial estético das geoformas na área do projeto geoparque Cariri Paraibano. **Clío Arqueológica**. v, 32, n 3, p. 37-60, 2017.
- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (**Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC**) regulamentou os incisos I, II, III e VII do parágrafo 1º do art. 225 da Constituição Federal, ao estabelecer os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**: Atualização - Ministério do Meio Ambiente.. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento do desmatamento dos biomas Brasileiros por satélite: acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA**. Monitoramento do Bioma Caatinga 2002 a 2008. MMA: Brasília, 46 p. 2011.
- BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**. v. 5 n. 5, p. 01-12, 2009.
- CAVALCANTE, M. B.; PERRAZO, A. R. F. Potencialidades ecoturísticas do Estado da Paraíba: o lajedo de Pai Mateus, Cabaceiras-PB. In: XVII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III Encontro de Iniciação à Docência, 2013. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba/Univap, 2013. p.01–04.
- CHAVES, I. B.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V.; CHAVES, L. H. G. Modelagem e mapeamento da degradação da Caatinga. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 183 – 195, 2015.
- CINDIN, R. C. P. J.; SILVA, R. S. Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. **Estudos Geográficos**. v, 2, n 1, p. 43-52, 2004.
- COCCO, J.; RIBEIRO, H. V. GALAVANIN, E. A. S.; NASCIMENTO, D. L. Análise e previsões das ações antrópicas para a bacia do rio do Sangue - Mato Grosso/Brasil. **Revista de Estudos Sociais**, v. 17, n. 34, p. 52-63, 2015.
- CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 49 n. 12, p. 1671-1678, 1991.
- COSTA, F. H. S.; PETTA, R. A.; LIMA, R. F. S.; MEDEIROS, C. N. Determinação da vulnerabilidade ambiental na bacia potiguar, região de Macau (RN), utilizando sistemas de informações geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**. v, 58, n 8, p. 119-127, 2006.
- DASSOLLER, T. F.; MIRANDA, M. R. S.; NEVES, S, M, A. S. Dinâmica espaço-temporal da paisagem de Mirassol D'Oeste/Mato Grosso, Brasil. **Revista Geosul**, v. 33, n. 67, p. 162-180, 2018. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n67p162>
- DIAS, L. C. C.; MOSCHINI, L. E.; TREVISAN, D. P. A Influência das atividades Antrópicas na Paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Pandeiros, MG – Brasil. **Fronteiras:**

**Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 85, 2017. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2.p85-105>

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1966) – **Folha SB.24-Z-D-III** - Boqueirão, Escala 1:100.000.

ESTÊVEZ, L. F.; CONICO, C.; MEZZOMO, M. M.; BIESK, A. S.;MAGANHOTO, R. Análise da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi, Morretes-PR: Unidades de paisagem, fragilidade potencial e hemerobia. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, n. 23, p. 428–447, 2011. <https://doi.org/10.5380/raega.v23i0.24847>

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS for Desktop**. Versão. 10.1. Redlands: ESRI, 2012.

ESA - European Space Agency. 2015. **Sentinel 2a: imagem de satélite**. Bandas 2, 3, 4, e 8. Disponível em: < <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>>. Acesso em: 19 de maio de 2018.

EXELIS Visual Information Solutions. **ENVI/software ENVI 5.1**. Bolder, Colorado, 1 Cd Rom. 2014.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L. H. G.; BRANDÃO, Z. N.; LIMA, E. R. V.; SILVA, B. B. Mapeamento da vulnerabilidade das terras da bacia hidrográfica do Rio Taperoá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 02, p. 271-286, 2013.

FERREIRA, P. S. M.; TROVÃO, D. M. B. M.; MELO, J. I. M. Leguminosae na APA do Cariri, Estado da Paraíba, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 3, p. 531-547, 2015. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-04/2015>

GIBBS, H. K.; SALMON, J. M. Mapping the world's degraded lands. **Applied Geography**, v. 57, p. 12-21, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerra Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1045-1054, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600006>

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3ªed. Revista e Ampliada. Rio de Janeiro, IBGE, 3ªe p. 171, 2013.

KÖPPEN, W. P. Grundriss der Klimakunde (**Outline of climate science**). Berlin:Walter de Gruyter, 388 p. 1931. Disponível em:< <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/koeppen.html>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018.

LACERDA, A. V.; SILVA, D. V.; GOMES, A. C.; DORNELAS, C. S. M.; BARBOSA, M. F. Riqueza florística de quintais agroflorestais no semiárido paraibano, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 3, p. 90-100, 2018.

LAGES, G. A.; MARINHO, M. S.; NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C.; DANTAS, E. L. FIALHO, D. Mar de Bolas do Lajedo do Pai Mateus, Cabaceiras, PB – Campo de matações graníticas gigantes e registros rupestres de civilização pré-colombiana. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/sitio068/sitio068.pdf>>. Acesso em: 25 de agosto de 2018.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977. <https://doi.org/10.2307/2529310>

LÉMECHEV. T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v.100, p. 357- 375, 1982.

LIMA, E. A.; MACHADO-FILHO, H. O.; MELO, J. I. M. Angiospermas aquáticas da Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, Paraíba, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 667-683, 2013. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000400001>

LIMA, F. S.; ALMEIDA, N. V. Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, Paraíba-PB, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.10, n.3, p. 699-721, 2017. <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170046>

LOPES, L. S. O.; SOARES, R. C. Suscetibilidade à desertificação das terras secas de Gilbués (estado do Piauí) e Cabrobó (estado do Pernambuco), nordeste do Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. n, 56, p. 307-323, 2016. <https://doi.org/10.15359/rgac.1-56.13>

LUNGUINHO, R. L. **Nos caminhos dos relevos residuais. Contribuição a ec hidrologia de encostas no semiárido brasileiro.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-graduação em Geografia, João Pessoa-PB, 2018.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** São Paulo, v. 19, n 2, p. 373-389. 2018. <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295>

MATEO, J. **Geocologia de los Paisajes.** Mérida: Edit. ULA, Monografia, 1991.

MEDEIROS, S. C. O.; BALLEEN, L. A. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; SOUZA, B. I. Importância e valorização do patrimônio geomorfológico da Área de Proteção Ambiental do cariri – PB. **Revista Equador,** v. 04, p. 1532-1539, 2015.

MELO, J. A.B.; LIMA, E. R. V.; PEREIRA, R. A.; NETO DANTAS, J. Identificação das áreas de conflito de uso da terra na microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB. **Revista de Geografia.** v, 27, n 1, p. 185-201, 2010.

MENEZES, S. J. M. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LIMA, C. A.; SOUZA, M. O. A. Geotecnologias aplicadas à gestão ambiental. **Diversidade e Gestão,** v 1, n 1, p 57-69, 2017.

NASCIMENTO, S. S.; LIMA, E. R. V.; LIMA, P. P. S. Uso do ndvi na análise temporal da degradação da Caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em debate,** v.8, n.1, p. 72-93, 2014.

PARAÍBA. Decreto nº 25.083, de 08 de junho de 2004. **Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Cariri.** João Pessoa, 2004. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso em 18 de set. 2018.

PASCUAL, M. S.; NEGRÍN, E. F.; VEJA, G. Q.; AGUILLAR, M. J. A. Efecto de la inclinación y pedregosidad sobre el reparto del agua de lluvia, su cuantificación y aplicación al estudio de la vegetación em zonas áridas. **Investigaciones Geográficas,** n. 92, abril 2017. Disponível em: [www.investigacionesgeograficas.unam.mx](http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx). Acesso em: 23 de março de 2019.

PERIM, M. A.; COCCO, M. D. A. Efeito das transformações antrópicas às margens do rio Una, Taubaté, São Paulo, Brasil. **Revista Ambiente & Água,** v. 11, p. 1164-1171. 2016. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1918>

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica,** v. 30, n. 4. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042007000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000400004)>. Acesso em: 22 de março de 2019. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000400004>

QGIS Development Team. **QGIS/software QGIS 3.0.** Disponível em:< [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/](https://www.qgis.org/pt_BR/site/)>. Acesso em 10 de out. 2018.

RAPOSO, A. A.; CARVALHO, A.; OLIVEIRA, L. A. F.; RIGHI, R. B. S.; MAGALHÃES JR, A. P. Reflexos de pressões antrópicas e da erosão acelerada sobre a dinâmica fluvial da bacia do Ribeirão Sardinha – Quadrilátero Ferrífero / MG. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza. 2009. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/UFV, 2009. p. 01-15. Disponível em: <[http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo3/009.pdf](http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/009.pdf)>. Acesso em: 20 de abril de 2019.

RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. S. A.; NEVES, R. J.; GALAVANIN, E. A. S.; SILVA, J. S. V. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do Rio Queima-Pé, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais,** v.32, p. 52–64, 2014.

ROSA, L. S.; CORDAZZO, C. V. Perturbações antrópicas na vegetação das dunas da praia do Cassino (RS). **Cadernos de Ecologia Aquática.** v, 2, n 2, p. 01-12, 2007.

RUFINO, I. A. A.; SILVA, S. T. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: uma abordagem metodológica. **Boletim de Ciências Geodésicas.** v, 23, n, 1, p. 166-181, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702017000100011>

SANTOS, V. S.; CURI, W. F. Sustentabilidade do uso dos recursos hídricos do reservatório Epitácio Pessoa através de um modelo de otimização multiobjectivo. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade,** v.4, n. 3, p. 95-112, 2014. <https://doi.org/10.18696/reunir.v4i3.274>

- SEABRA, V. S.; XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C.; DAMACESNO, J. Índice de transformação antrópica por bacias de primeira ordem nas bacias do rio Taperoá e alto Paraíba-PB. XII SINAGEO Paisagem e Geodiversidade – A valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro. 2018. Crato. **Anais...** Crato: Universidade Regional do Cariri/URCA, 2018. p.01–11. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2018/anais.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.
- SILVA, A. A. **Contribuição ao estudo das Bentonitas do município de Boa Vista estado da Paraíba.** Tese/Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- SILVA, L. M. T. Nas margens do rio Paraíba do Norte. **Cadernos do Logepa**, v. 2, p. 74-80, 2003.
- SILVA, R. H.; SILVA, M. G. C. Turismo cultural e desenvolvimento em Cabaceiras – PB. **Revista Eletrônica de Turismo Cultural**, v. 3, n. 2, p. 1-27, 2009.
- SILVA, R. A.; PEREIRA, J. A. A.; BARROS, D. A.; BORGES, L. A. C.; TEIXEIRA, M. D.; ARCEBI JR, F. W. Avaliação da cobertura florestal na paisagem de Mata Atlântica no ano de 2010, na região de Ouro Preto – MG. **CERNE**. v, 21, n 2, p. 301-309, 2015a. <https://doi.org/10.1590/01047760201521021539>
- SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares-PB. **HOLOS**. v,8, p. 148-165, 2015b. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2063>
- SOUZA, B. I.; QUEIROZ, R. T.; CARDOSO, E. C. M. Degradação e riscos à desertificação no alto curso do rio Paraíba – PB/Brasil. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v. 11, n. 16, p. 201-222, 2015a. <https://doi.org/10.5418/RA2015.1116.0009>
- SOUZA, B. I.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, G. J. F. Temperatura dos solos e suas influências na regeneração natural da Caatinga nos Cariris Velhos – PB. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 261–287, 2015b. <https://doi.org/10.5380/raega.v35i0.41609>
- SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 292-298, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662004000200019>
- SOUZA, B. I.; SOUZA, R. S. Processo de ocupação dos Cariris Velhos – PB e efeitos na cobertura vegetal: contribuição à Biogeografia Cultural do semiárido. **Revista Caderno de Geografia –PUC Minas**, v.32, n .2 p. 229-258, 2016. <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26nesp2p229>
- SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do cariri paraibano. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 08, n.16, p. 217-232, 2009. <https://doi.org/10.4215/RM2009.0816.0017>
- TRIMBLE GEOSPATIAL. **Software eCognition Developer 8.0.** Disponível em: <<http://www.ecognition.com/suite/ecognition-developer>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

Recebido em: 03/11/2018

Aceito para publicação em: 05/06/2019