

## VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI, RN, BRASIL

Caio Victor Macêdo Pereira, UFRN, caiomp2010@hotmail.com

Fellipe Souza de Araujo, UFRN, fellipe.souza26@gmail.com

Ivo Cavalcanti Neto, UFRN, ivocavalcantisjs@gmail.com

Matheus Natan Ferreira Alves de Sousa, UFRN, matheusnatancivil@gmail.com

Joyce Clara Vieira Ferreira, UFRN, joyceclaravfgeo@gmail.com

Paulo Eduardo Vieira Cunha, UFRN, pauloeduardovc@gmail.com

Allison Vicente Silva Bezerra, UFRN, allisonvbezerra@gmail.com

Carlos Wilmer Costa, UFRN, carloswilmercosta@gmail.com

### Resumo

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei Federal N° 12.261/2012, que institui as regras gerais sobre a exploração da vegetação nativa e regulamenta a proteção a certos usos do solo. O objetivo deste trabalho consiste em mapear a Vulnerabilidade Ambiental à perda de solo em APPs e seus conflitos com o uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi - RN (BHRP). A vulnerabilidade ambiental foi elaborada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) a partir de Análise Multicritério, sendo empregada a metodologia desenvolvida por Crepani *et al.* (2001). Dentre os resultados, foram obtidas 5 classes de vulnerabilidade nas APPs: Muito Baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito alta. Os graus de vulnerabilidade Moderada, Alta e Muito Alta representaram, somados, 83,73% do total de áreas de APPs. Quanto aos conflitos de uso do solo, a atividade de maior expressão encontrada nas áreas de vulnerabilidade Muito Alta foi a de pastagem, representando 91,4% das mesmas.

**Palavras-chave:** Erosão, Recursos Hídricos, Geotecnologias.

### 1. Introdução

As alterações nos diferentes compartimentos ambientais (relevo, clima, recursos hídricos e geologia) em consonância à má gestão do uso do solo, podem causar efeitos negativos ao meio ambiente, desde processos erosivos, desertificação e até mesmo assoreamento dos cursos d'água (SPORL e ROSS, 2004; ALEXANDRE *et al.*, 2016). Como forma de determinar proteção e limitação de usos da terra, o novo Código Florestal Brasileiro (CFB) (Lei Federal N° 12.261/2012) é adotado como principal base legal, estabelecendo, dentre outros conceitos, as Reservas Legais (RL) e Áreas de Proteção Permanentes (APPs), sejam em nascentes, topos de morro, áreas com declividades acentuadas e outras variantes (HOENIG e CANDIOTTO, 2012). Desta maneira, o monitoramento das diferentes formas de uso e ocupação da terra nessas áreas é de extrema relevância, uma vez que o solo é um sistema aberto não renovável, em constante transformação e suscetível aos impactos ambientais (SILVA e SILVA, A.J., 2017).

A faixa de restrição de APPs é alterada diante da dimensão de corpos hídricos ou tamanho de reservatórios, onde as diretrizes estabelecidas pelo Código Florestal possuem grande importância ambiental devido ao crescimento desordenado de municípios e alterações não



planejadas do uso da terra (CHIAVARI e LOPES, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2007). Apesar de todas as importâncias citadas, frequentemente as APPs não são levadas em consideração no ordenamento territorial, tornando os níveis municipais e regionais (bacia hidrográfica) fundamentais para definição de estratégias de efetivação de espaços protegidos no entorno de corpos de água (SCHULT *et al.*, 2013). Partindo dessa afirmação, as bacias hidrográficas atuam como unidades de análise significativas quando nos referimos aos estudos ambientais, possibilitando o entendimento da dinâmica natural do seu espaço em larga escala de complexidade (DICKEL e GODOY, 2016). Desse modo, a Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP) surge como meio para avaliação de vulnerabilidade das APPs nesta pesquisa, uma vez que esses tipos de estudos são importantes para o planejamento territorial, de forma a definir diretrizes e ações em espaços físicos-territoriais (SILVA e BACANI, 2017).

A BRHP agrega diversas importâncias territoriais, abrangendo cerca de 25 municípios do estado (SEMARH, 1998). Já o rio Potengi, corpo hídrico que dá nome à bacia, é de grande importância histórica para o RN, fazendo alusão ao “Rio Grande” do estado (TEIXEIRA, 2015). O mesmo também é de extrema relevância para movimentar diversas atividades econômicas como pesca, agricultura e dessedentação animal, mas se encontra em estado de vulnerabilidade, com características organolépticas desagradáveis e sofrendo de diversas alterações em suas características naturais (TORRES *et al.*, 2019).

Na avaliação da vulnerabilidade ambiental, a erosão representa um dos fenômenos mais significativos, capaz de contribuir para o aporte de sedimentos até chegar ao estuário do seu rio principal. Certas regiões da BHRP, mais especificamente em sua região oeste, possuem solos mais frágeis à erosão hídrica, pois esse agente atua como principal forma de degradação de solos tropicais (SANTOS e SCUDELARI, 2011; PINTO *et al.*, 2020). Pensando nessa problemática, o geoprocessamento, aliado ao uso de ferramentas de sensoriamento remoto em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tornam-se essenciais para o estudo de vulnerabilidade ambiental de APPs (MACHADO *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2014).

Nesse sentido, este artigo resulta de pesquisa apoiada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), que busca ações de recuperação de nascentes e áreas degradadas da BHRP, visando a melhoria da disponibilidade hídrica. Portanto, o presente estudo tem por objetivo a aplicação de uma adaptação de um modelo elaborado por Crepani *et al.* (2001) para avaliar a vulnerabilidade à perda de solo em ambiente SIG e com auxílio de geotecnologias nas áreas de APPs da Bacia Hidrográfica do rio Potengi, relacionando aos conflitos de uso do solo e ao novo Código Florestal Brasileiro.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Áreas de Preservação Permanente (APPs)

O conceito de Área de Preservação Permanente (APP) surgiu na Lei nº 4.771/1965, apesar de já existirem vestígios da importância de áreas semelhantes no que viria a ser considerado o primeiro Código Florestal Brasileiro no Decreto Federal n. 23.793, de 1934 (GUIMARÃES *et*



*al.*, 2015). A APP é regulamentada pelo Novo Código Florestal Brasileiro de 2012, que revoga a Lei nº 4.771/1965 (CASTRO *et al.*, 2018). De acordo com o Código, uma APP é definida como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa e que possui função de preservar recursos hídricos, preservar a paisagem, preservar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger solo, e também contribuir para a população no geral (BRASIL, 2012).

Para cursos d'água, em zonas rurais ou urbanas, as faixas protegidas são medidas desde a borda da calha do seu leito regular: 30 metros para cursos d'água que possuam menos de 10 metros de largura; 50 metros para larguras entre 10 a 50 metros; 100 para larguras entre 50 a 200 metros; 200 para larguras entre 200 a 600 metros e 500 metros para larguras maiores que 600 metros. Já para nascentes de rios, a lei prevê um raio de 50 metros (BRASIL, 2012).

## 2.2 Vulnerabilidade Ambiental

Diversos autores, como Paiva *et al.* (2022), Souza *et al.* (2020) e Silva e Bacani (2017), desenvolveram trabalhos na temática de vulnerabilidade ambiental à perda de solo, seja a partir de adaptação da proposta elaborada por Crepani *et al.* (2001) ou união com outras metodologias, como a proposta de Ross (1994) para fragilidade ambiental.

A metodologia adotada para este trabalho foi elaborada por Crepani *et al.* (2001), pensada originalmente para subsidiar o Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia, a partir da elaboração de mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo. Tem por objetivo ressaltar áreas frágeis e susceptíveis a processos erosivos, servindo como indicadores de fragilidade ambiental (ZAPAROLI e CREMON, 2010). Essa metodologia é fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1997), que estabelece as unidades ecodinâmicas, a partir da morfodinâmica como elemento determinante e uma gradação entre a pedogênese e morfogênese (TRICART, 1997; LIMA e SILVA, 2018).

## 3. Metodologia

### 3.1 Caracterização da Área

A BHRP (Figura 01) possui uma área de 4.093 km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 7,7% do território do RN (SEMARH, 1998). Suas nascentes estão localizadas nas serras centrais do estado, no município de Cerro Corá, e sua foz no município de Natal (MIRANDA e FARIAS *et al.*, 2021). Limita-se a norte com as bacias do rio Ceará-Mirim e do rio Doce, a Sul com as bacias do rio Trairi e do rio Pirangi, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com a bacia do Piranhas-Açu. Apresenta uma característica longitudinal, se estendendo de oeste para leste com 135 km e de norte a sul com 50 km (SOUZA e AMORIM, 2022).

# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

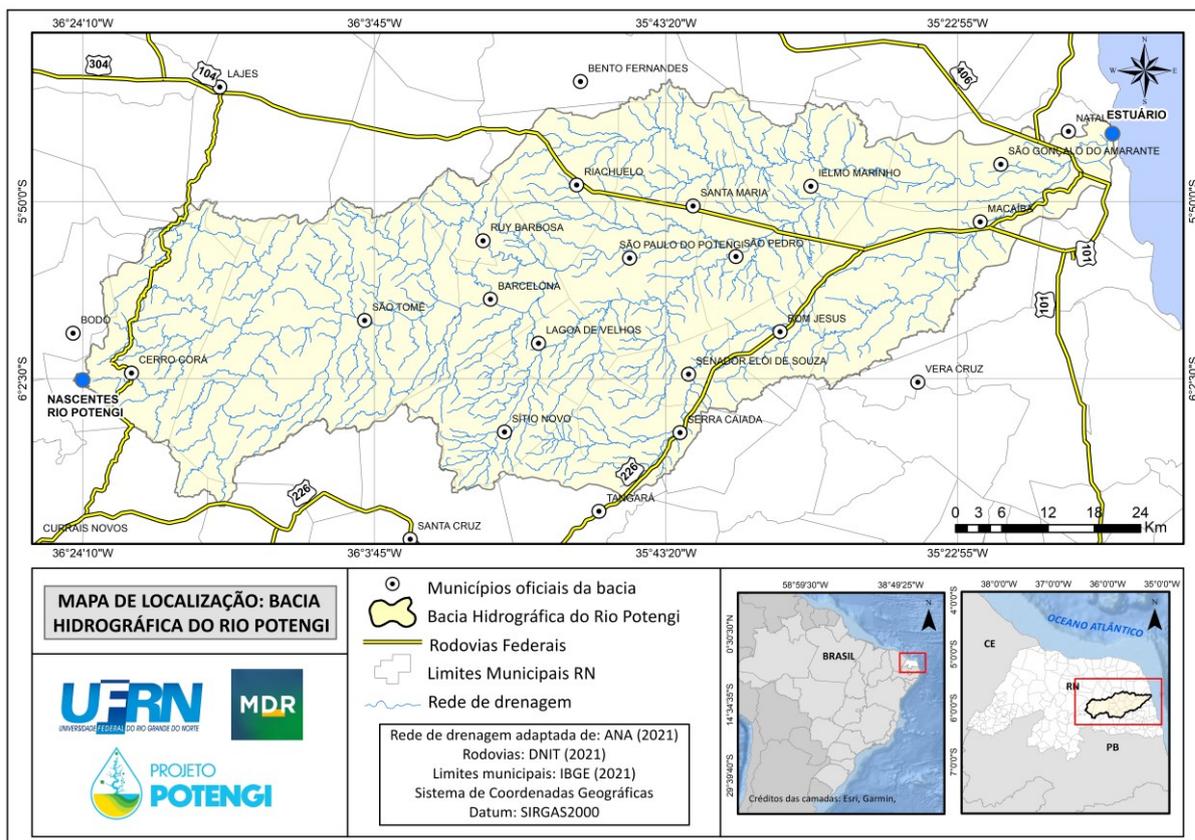
de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:

Apoio:

**Figura 01** – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 02 apresenta as principais características ambientais e físicas da bacia, como Geologia, Pedologia, Precipitação, Geomorfologia e Altimetria. Para a Geomorfologia, as interpretações taxonômicas regionais conduzidas por Diniz et al. (2017) resultaram no mapa geomorfológico (Figura 02-A) da bacia em escala 1:250.000. Foram identificadas na BHRP três unidades morfoestruturais, três unidades morfoesculturais e nove subunidades morfoesculturais. Quanto à Pedologia (Figura 02-B), foram identificados 9 (nove) grandes grupos de solos segundo dados do projeto RADAMBRASIL (1981), variando em 4 ordens diferentes: Gleissolos, Latossolos, Argissolos e Neossolos.

Quanto ao clima, predominam três principais zonas na bacia a classificação segundo a classificação de Köppen (1936): tropical do tipo As (com verão seco); o clima predominantemente semiárido (zona B) do tipo BSh no médio curso da bacia; e clima BSw'h na porção oeste da bacia (ÁLVARES *et al.*, 2014; KOPPEN, 1936). A pluviometria da bacia é apresentada na Figura 02 - C, elaborada a partir de dados de 17 estações pluviométricas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) durante um horizonte de 21 anos (2001-2021).



# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO  
TOTALMENTE ONLINE

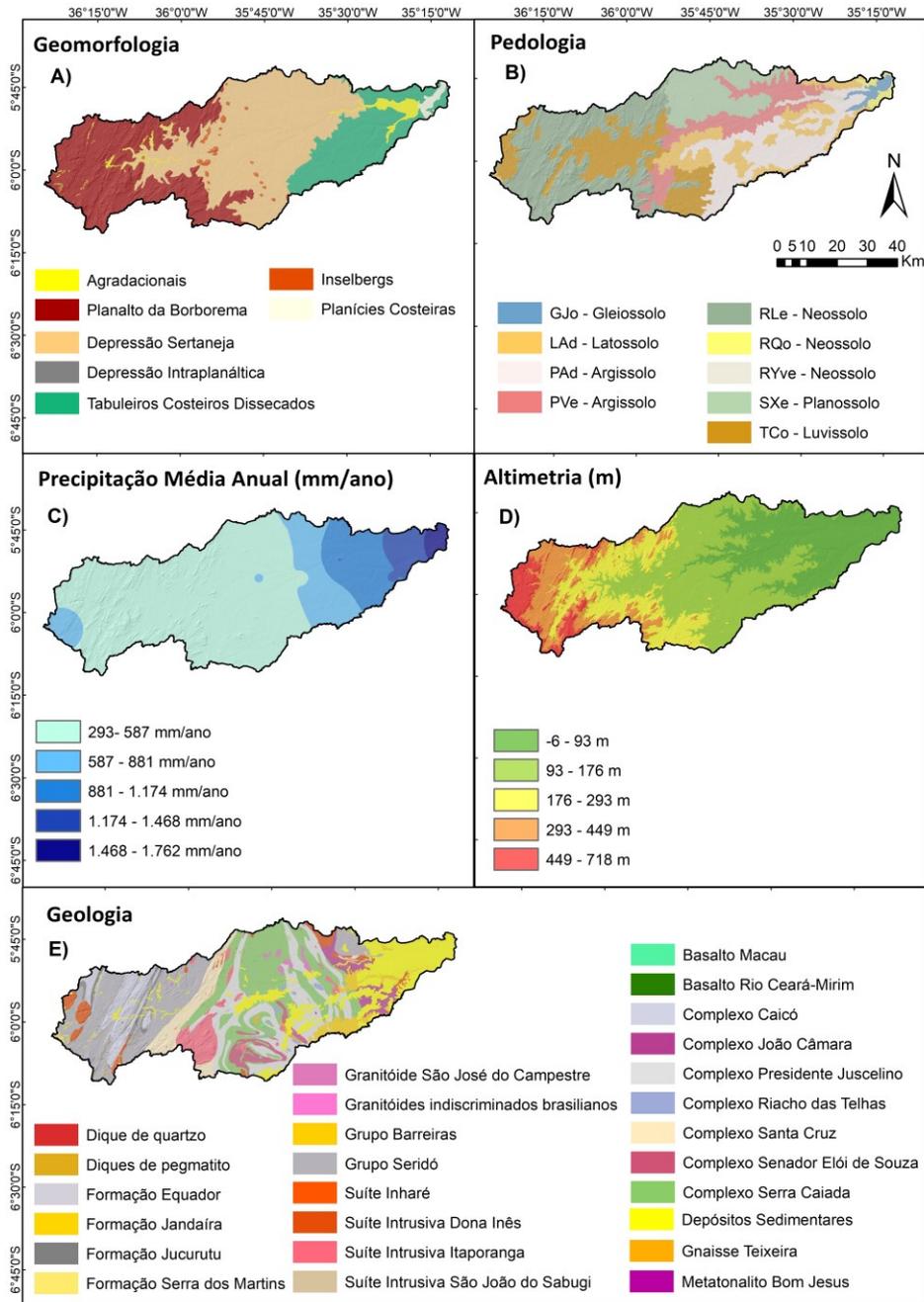
Realização:




Apoio:




**Figura 02 – Características geoambientais da BHRP.**



Fonte: Autores (2022).

Os dados para o mapa de altimetria (Figura 02-D) apresentam altitude máxima de 718 m em regiões de montante da área e mínimo de -6 m próximo ao estuário da bacia.. Por fim, a



geologia da BHRP (Figura 02-E) é composta, de maneira geral, por variações de rochas de natureza cristalina (ígneas e metamórficas), sedimentar e depósitos de sedimentos.

### 3.2 Materiais e Métodos

Os resultados para a BRHP foram gerados a partir do *software* ArcGis 10.8 e QGIS 3.22.7 (2022) no sistema de coordenadas geográficas, datum SIRGAS 2000. O banco de dados utilizados neste trabalho encontra-se descrito na Tabela 01.

**Tabela 01** – Banco de dados geográficos.

Banco de Dados	Descrição	Fonte	Resolução espacial/escala
Modelo Digital de Elevação (MDE)	Hipsometria	Satélite ALOS - sensor PALSAR -JAXA/METI (2010)	12,5 X 12,5 m
	Declividade		
	Delimitação da Bacia		
Folhas topográficas <sup>1</sup>	TIFF/SHP	DSG/SUDENE (1983)	1:100.000
Rede Hidrográfica	Rede de drenagem	Folhas topográficas <sup>1</sup>	1:250.000
		ANA (2021)	
		Esri/Maxar (Basemap/ArcMap)	
Pluviosidade	Dados das estações pluviométricas (série histórica 2001-2021)	EMPARN (2022)	-
Geologia	Folhas geológicas <sup>1</sup>	CPRM (2012, 2013a, 2013b, 2016, 2018a, 2018b)	1:100.000
Geomorfologia	Formas do relevo	DINIZ et al. (2017)	1:250.000
Pedologia	Elaborado a partir das folhas SB.24 e folha SB.25	RADAM Brasil (1981)	1:250.000 <sup>2</sup>
Uso e cobertura do solo	Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).	Satélite: PlanetScope (PSL); Sensor PS2: SD; Bandas: 1,2 e 3. Planet Labs PBC (2022)	5 x 5 m

Fonte: Autores (2022).

<sup>1</sup>Folhas João Câmara, Lajes, Natal, Santa Cruz, São João do Campestre e São José de Mipibu.

<sup>2</sup>Embora impresso em escala 1:1000.000, tal mapeamento foi realizado em escala 1:250.000.

A delimitação da bacia foi realizada através do satélite Advanced Land Observing Satellite (ALOS), da Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) – sensor PALSAR (Phased Array type L-Band Synthetic Aperture Radar) que opera na banda L, com resolução espacial de 12,5 x 12,5 metros (ASF, 2015). A delimitação foi refinada em ambiente 3D no *software* ArcScene e com auxílio das folhas topográficas 1:100.000 do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (BDGEx).

# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

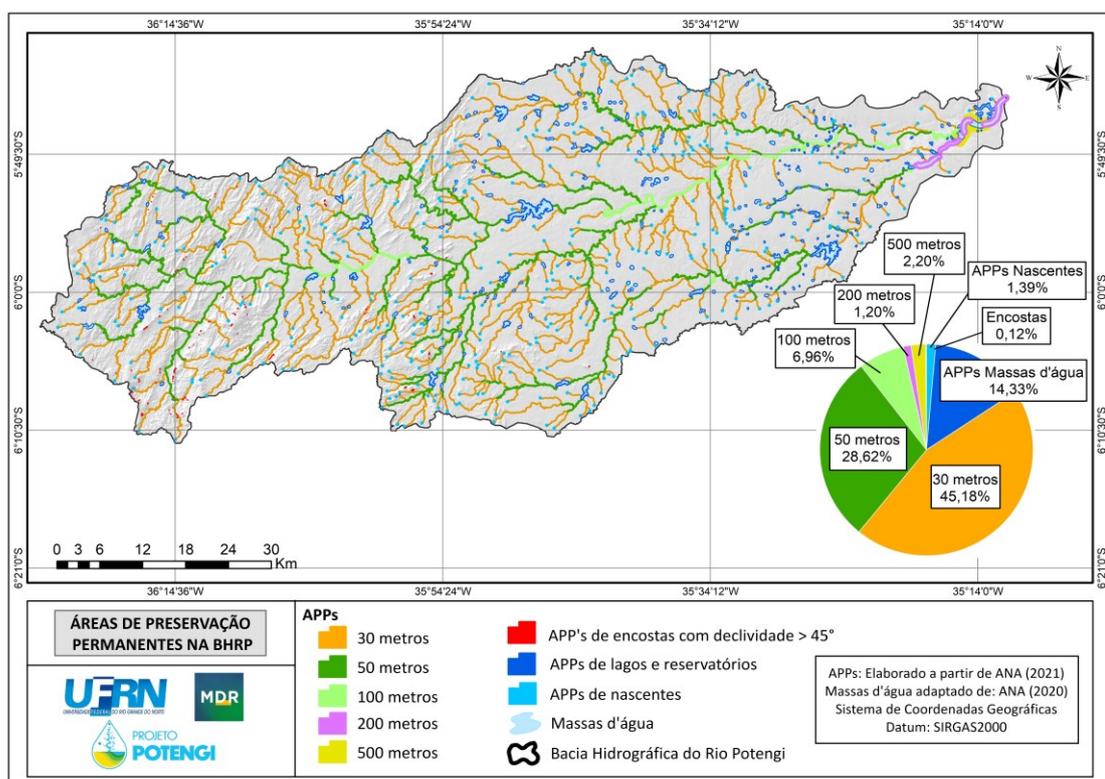
Realização:

Apoio:

### *Definição das Áreas de Preservação Permanente*

As APPs (Figura 03) foram mapeadas a partir das normas estabelecidas pela Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). O estudo levou em conta a definição do Art. 3º, atendendo aos termos do Art. 4º, itens I, III, IV, V, e IX.

**Figura 03** – Tipos de APP na BHRP.



Fonte: Autores (2022).

### *Vulnerabilidade Ambiental*

Para implementação da metodologia de vulnerabilidade à erosão em APPs, foi utilizada adaptação da Análise Multicritério proposta por Crepani *et al.* (2001), composta pela sobreposição de 5 Planos de Informações (PI) georreferenciados: Geologia (G), Geomorfologia (R), Pedologia (S), Intensidade Pluviométrica (IP), e Uso e Cobertura da Terra (U). Foram atribuídos pesos aos PI, classificados entre 1 (muita baixa) e 3 (muito alta), conforme Tabela 02. As variáveis geoambientais supracitadas foram classificadas segundo os valores definidos por Crepani *et al.* (2001) e por equipe interdisciplinar composta por Engenheiros Ambientais, Engenheiros Civis e Geógrafos. Após a confecção dos produtos cartográficos, foi realizada a

equalização do tamanho das células (26 x 26) e média aritmética das variáveis com uso da ferramenta *Raster Calculator* no *software* ArcGIS 10.8.

**Tabela 02** – Classes de vulnerabilidade das variáveis IP, G, S e U.

<b>CLASSES DE VULNERABILIDADE PARA OS PLANOS DE INFORMAÇÕES DA BHRP<sup>3</sup></b>	
<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Variável (peso)</b>
<b>Intensidade Pluviométrica (mm/mês) - IP</b>	
<b>Baixa (1,5 a 1,7)</b>	150 -175mm (1,5); 175 - 200mm (1,6); 200 - 225mm (1,7)
<b>Moderada (1,8 a 2,2)</b>	225 -250mm (1,8); 250 - 275mm (1,9); 275 - 300mm (2,0); 300 - 325mm (2,1); 325 -350mm (2,2)
<b>Alta (2,3 a 2,6)</b>	350 - 375mm (2,3); 375 - 400mm (2,4); 400 - 425mm (2,5); 425 - 450mm (2,6)
<b>Geologia - G</b>	
<b>Muito Baixa (1 a 1,3)</b>	Quartzo (1), , quartzito (1), Biotita (1,1), Monzogranito (1,1) Granulito félsico (1,2), biotita gnaiss (1,2), migmatito (1,2) Ortognaisse (1,3), gnaiss (1,3), ortognaisse granítico (1,3)
<b>Baixa (1,5 a 1,7)</b>	Basalto (1,5), xisto aluminoso (1,7), biotita gnaiss (1,7)
<b>Moderada (1,8 a 2,0)</b>	Gabro (1,8), anfibolito (1,8), piroxenito (1,8), Hornblenda (1,9), rocha calcissilicática (2,0)
<b>Alta (2,3 a 2,5)</b>	Mármore (2,3), Arenito (2,4), Arenito conglomerático (2,5)
<b>Muito Alta (2,9; 3,0)</b>	Calcários calcíferos (2,9), Areia (3,0), argila (3,0), silte (3,0)
<b>Pedologia - S</b>	
<b>Muito Baixa (1)</b>	Latossolo Amarelo Distrófico
<b>Moderada (2)</b>	Planossolo Háptico Eutrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Luvisolo Crômico órtico
<b>Muito Alta (3)</b>	Neossolo Litólico Eutrófico, Gleissolo Tiomórfico Órtico, Neossolo Quartzarênico Órtico, Neossolo Flúvico Ta Eutrófico
<b>Cobertura e uso da terra - U</b>	
<b>Muito Baixa (1 a 1,3)</b>	Áreas Urbanizadas (1); Água (1); Formação Pioneira com influência fluviomarinha (1); Savana-Estépica Florestada (1,2); Savana-Estépica Arborizada (1,3)
<b>Baixa (1,5)</b>	Savana-Estépica Parque (1,5)
<b>Moderada (1,8)</b>	Culturas Permanentes (1,8)
<b>Alta (2,5)</b>	Culturas Temporárias (2,5)
<b>Muito Alta (2,8; 3,0)</b>	Pastagem (2,8); Áreas Descobertas (3,0); Áreas de Mineração (3,0)

Fonte: Autores (2022).

<sup>3</sup>A variável Geomorfologia (R) foi classificada separadamente por depender de outras 3 variáveis (Amplitude de Interflúvio, Amplitude Altimétrica e Declividade).



# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO  
TOTALMENTE ONLINE

Realização:





Apoio:

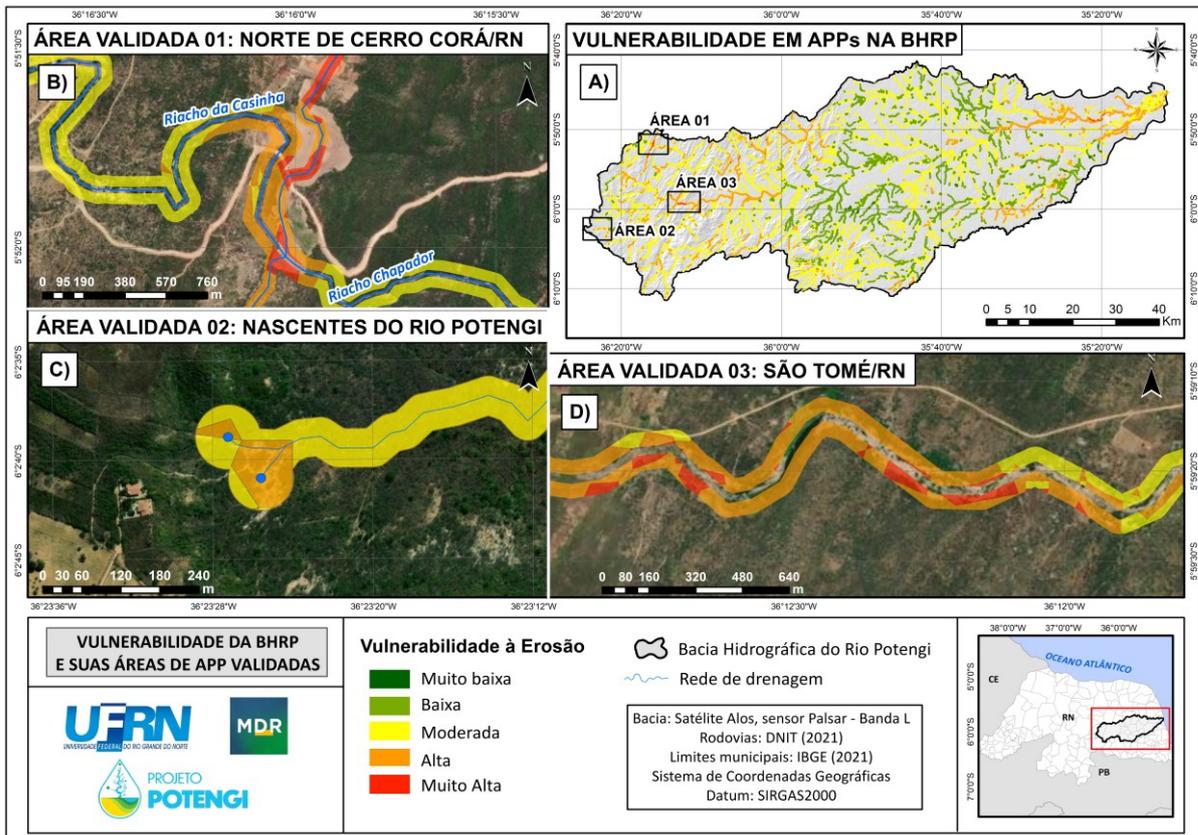




#### 4. Resultados

Na Figura 04 é apresentada a vulnerabilidade à erosão das APPs na BHRP (Figura 04 - A), bem como 3 áreas de APPs críticas e validadas em campo (Figuras 04 - B, C e D). Com relação às classes de vulnerabilidade, foram obtidas pela álgebra de mapas 5 classes, a saber: Muito Baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta. Aproximadamente 16837,98 ha das APPs estão classificadas como Moderadas à perda de solo, 2350,66 ha como "Alta" e 15,91 ha como "Muito Alta" (Tabela 03), correspondendo, respectivamente, à 72,66%, 10,14% e 0,07%.

**Figura 04** – Vulnerabilidade à erosão na escala da BHRP e em APPs validadas em campo.



Fonte: Autores (2022).

De acordo com a Tabela 03, as áreas de vulnerabilidade Alta estão relacionadas, na maioria das vezes, a pastagem, savanas estépicas e culturas temporárias. Já as áreas de vulnerabilidade Muito Alta apresentaram 91,4% de seus usos associados à pastagem, 2,79% por culturas temporárias/ e apenas 5,18% por vegetação. A partir desses dados, e considerando o objetivo de selecionar as áreas mais críticas, com usos não previstos segundo o Código Florestal Brasileiro, 3 APPs (Figuras 04-B, C e D) foram visitadas e validadas em campo.



**Tabela 03** – Classes de vulnerabilidade ambiental por uso e cobertura da terra.

Uso e Cobertura da Terra em APPs	Vulnerabilidade ambiental em APPs (m) <sup>4</sup>							
	Muito Baixa e Baixa		Moderada		Alta		Muito Alta	
Classes	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
Áreas Urbanizadas	33,27	0,84	191,11	1,13	20,63	0,88	-	-
Culturas Temporárias	16,39	0,41	1227,00	7,29	429,74	18,28	0,44	2,79
Corpos d'água	91,59	2,31	353,23	2,10	3,18	0,14	-	-
Áreas Descobertas	9,83	0,25	548,85	3,26	101,48	4,32	0,10	0,63
Pastagem	53,59	1,35	3312,04	19,67	913,13	38,85	14,54	91,40
Áreas de Mineração	0,07	0,00	3,98	0,02	-	-	-	-
Formação Pioneira com influencia Fluviomarinha	1,43	0,04	663,76	3,94	122,34	5,20	-	-
Culturas Permanentes	4,02	0,10	19,56	0,12	-	-	-	-
Savana-Estépica Arborizada	3738,41	94,15	10406,90	61,81	759,99	32,33	0,82	5,18
Savana-Estépica Parque	-	-	3,34	0,02	0,16	0,01	-	-
Savana-Estépica Florestada	21,95	0,55	108,20	0,64	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3970,55</b>	<b>100,00</b>	<b>16837,98</b>	<b>100,00</b>	<b>2350,66</b>	<b>100,00</b>	<b>15,91</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores (2022).

<sup>4</sup>Considerando as APPs de corpos hídricos, massas d'águas e nascentes, excluído APPs de encostas.

A Área 01 (Figura 04-B) fica localizada na região norte do município de Cerro Corá/RN, próxima a RN-104, onde consiste na APP do riacho intermitente "Chapador", próximo ao Parque Eólico Santa Rosa Mundo Novo e apresentando classes Alta e Muito Alta. Sua geologia, formada por Depósitos Aluvionares, indica naturalmente uma vulnerabilidade Alta à perda de solo, bem como sua pedologia formada pelo Neossolo Litólico eutrófico. Aliado a esses fatores e em desconformidade com o Código Florestal Brasileiro, essa área é composta principalmente por pastagens, principais atividades causadoras de erosão, e por culturas temporárias às margens do curso d'água (Figura 05-A e Figura 05-B). A partir de aerolevantamento com drone, é possível perceber as plantações às margens do rio, que se encontrava seco.



# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO  
GRATUITO  
TOTALMENTE  
ONLINE

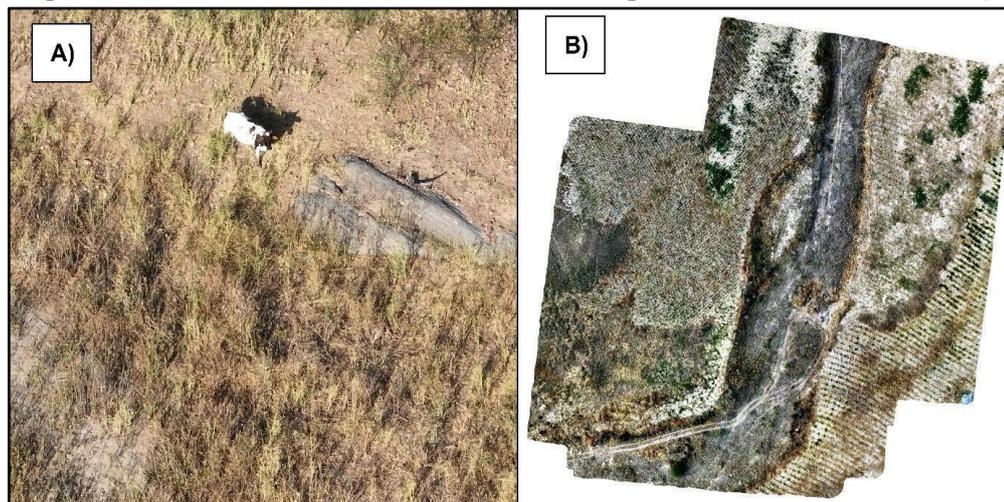
Realização:




Apoio:



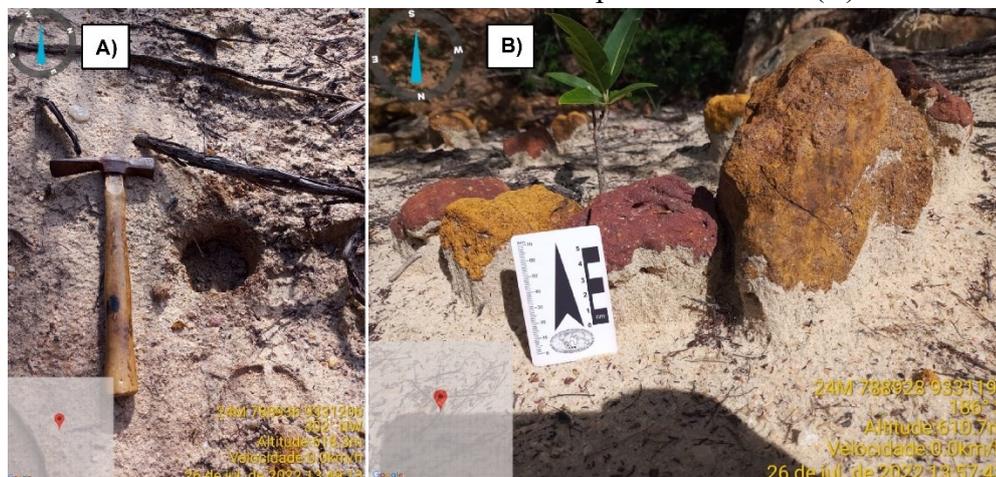

**Figura 05** - Pastoreio do gado em APP (A); Aerolevanteamento de região com culturas temporárias em APP de riacho intermitente “Chapador” em Cerro Corá/RN (B).



Fonte: Autores (2022).

A Área 02 (Figura 04-C e Figura 06), apresentou classes de vulnerabilidade Moderada e Alta, estando localizada no município de Cerro Corá/RN. Trata-se das nascentes do rio Potengi, considerada como um ponto turístico e extremamente relevante para a BHRP, contemplando o Geossítio do Geoparque Seridó. Sua geologia é formada pelos arenitos fraturados da Formação Serra dos Martins, com solos do tipo Luvissole Crômico Órtico.

**Figura 06** – Pisoteio do gado em APPs das nascentes do Rio Potengi (A); Pináculos evidenciando erosão da camada superficial do solo (B).



Fonte: Autores (2022).

Nessas APPs foram mapeadas áreas descobertas e pastagens em suas proximidades. Durante visita *in loco*, foi verificado o pisoteio de gado nas áreas das nascentes (Figura 06-A)

**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FLO CAMPINAS

Apoio: Agência das Racias PCJ

o que ocasionou a compactação do solo e o consequente aumento de processos erosivos (Figura 06-B). A validação indica que essa área vem sofrendo com processos de degradação, uma vez que não existe controle de acessos à região e nenhum tipo de cercamento para impedir o avanço do gado e proteção das nascentes.

A Área 03 (Figura 04-D) está localizada no município de São Tomé/RN, sendo interceptada pela RN-203. Esta APP apresentou classes de vulnerabilidade Alta e Muito alta, com sua geologia formada por Depósitos Aluvionares e solos do tipo Neossolo Litólicos eutróficos. Apesar de ser uma APP com vulnerabilidade naturalmente elevada, foram identificadas pastagens e áreas em preparo para cultivo (Figura 07).

**Figura 07** – Preparo para cultivo nas margens do Rio Potengi, em São Tomé/RN.



Fonte: Autores (2022).

## 5. Conclusões

A BHRP apresentou 83,73% do somatório de áreas de APPs com vulnerabilidade “Moderada”, “Alta” e “Muito Alta” e apenas 16,27% de áreas classificadas como “Muito Baixa” e “Baixa”. Dentre os fatores naturais que influenciaram as classes “Muito Alta” e “Alta”, a combinação de uma geologia cristalina/sedimentar responsável pelos solos Litólicos/Quartzarênicos foram os principais responsáveis. Para áreas de maiores vulnerabilidades, prevaleceram usos do solo como pastagens, culturas temporárias e solos expostos.

Na bacia, 3 APPs foram validadas, onde foi constatado em visita *in loco* o processo erosivo e diversas irregularidades de uso e ocupação do solo nas faixas de proteção ao confrontá-las com o Código Florestal Brasileiro. Considerando que a BHRP é uma das mais importantes do estado do Rio Grande do Norte, abrangendo diversas atividades econômicas e sociais, o mapeamento realizado pode servir de subsídio para o planejamento territorial dos



municípios integrantes da bacia e para o Comitê da mesma, ainda não estabelecido. Ações para recuperação de áreas degradadas podem ser iniciadas. Sugere-se a continuidade da validação de outras APPs, bem como o levantamento por município e os principais processos causadores de degradação em cada região.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e a Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC) pelo incentivo financeiro.

## Referências Bibliográficas

ALEXANDRE, F. da S.; RAMOS, P. S.; DEUS, R. A. S. G.; GOMES, D.D.M.; SILVA, S. A. **Mapeamento do Uso do Solo no município de Palmeirina-PE**. Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.], v. 2, p. 1160–1167, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10579. Acesso em: 02 set. 2022.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., et al. "**Köppen's climate classification map for Brazil**", *Meteorologische Zeitschrift*", v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANDRADE SOUZA, J.; FREITAS DE AMORIM, R. Comportamento espaço-temporal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Potengi-RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 77–86, 2022. DOI: 10.21680/2447-3359.2022v8n1ID22006. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/22006>>. Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília, Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 01. set. 2022.

CANDIOTTO, L. Z. P.; HOENIG, L.. **ANÁLISE DO USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO COTEGIPE, FRANCISCO BELTRÃO - PR**. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária, 2012, Uberlândia. Territórios em disputa: os desafios da Geografia Agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro, 2012. p. 1-12.

CASTRO, Stéphanie Louise Inácio; MAY, Leda Ramos; GARCIAS, Carlos Mello. MEIO AMBIENTE E CIDADES – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) MARGINAIS URBANAS NA LEI FEDERAL N. 12.651/12. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 1340-1349, 1 out. 2018. Universidade Federal de Santa Maria. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833353>.

CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina Leme. OS CAMINHOS PARA A REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL: DECIFRANDO O NOVO CÓDIGO FLORESTAL. In: SILVA, Ana Paula

Moreira da; MARQUES, Henrique Rodrigues; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa (org.). **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei.** Rio de Janeiro: Ipea, 2016. p. 21-44. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6912>>. Acesso em: 03. set. 2022.

CREPANI, E. et al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2001. 124 p.

DICKEL, Mara Eliana Graeff; GODOY, Manuel Baldomero Rolando Berríos. Desastres ambientais e impactos socioambientais: inundações no município de Itaóca- SP: Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão de riscos. **Caderno de Geografia**, [S.L.], v. 26, n. 47, p. 737-759, 20 set. 2016. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2016v26n47p737.

DINIZ, M. T. M. et al. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n.4, 2017.

GUIMARÃES, Bruno Bianchi; GUIMARÃES, Raul Borges; LEAL, Antonio Cezar. Código Florestal brasileiro: análise do conceito de área de preservação permanente e sua aplicação na bacia hidrográfica do córrego são pedro - anhumas, são paulo. **Boletim Campineiro de Geografia**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 157-173, 30 jun. 2015. Boletim Campineiro de Geografia. <http://dx.doi.org/10.54446/bcg.v5i1.192>.

HOENIG, Lucas Ricardo; CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessôa. ANÁLISE DO USO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO COTEGIPE, FRANCISCO BELTRÃO - PR. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**. Universidade Federal de Uberlândia. 2012.

KOPPEN, W., 1936: Das geographische System der Klimate.– KOPPEN, W., R. GEIGER (Eds.): Handbuch der Klimatologie. – Gebu"der Borntra"ger, Berlin, 1, 1–44, part C.

LIMA, Maria Maiany Paiva; SILVA, Lucas da. Análise da vulnerabilidade natural da bacia hidrográfica do Rio Banabuiú, com apoio de geotecnologia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 1442-1457, 2018. Revista Brasileira de Geografia Física. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1442-1457>.

MACHADO, Tereza Cristina Efigenia; CAMPOS, Milton Cesar Costa; PAGANI, Caio Henrique Patrício; CUNHA, Jose Mauricio; SOARES, Marcelo Dayron Rodrigues. AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NOS ANOS DE 2008 E 2013 NA ZONA URBANA DE HUMAITÁ, AMAZONAS. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [S.L.], v. 15, n. 2. 2017. Universidade Vale do Rio Verde (UninCor). DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i2.3017>. Acesso em: 05 set. 2022.

MIRANDA, Marcellus Silva Arruda; FARIAS, Juliana Felipe. UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO MÉDIO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO



POTENGI-RN: APONTAMENTOS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Foz de Iguaçu, Brasil, v.15, n.1, p.94 - 104. 2021. ISSN: 1982-5528.

OLIVEIRA, Marcelo Zagonel de; VERONEZ, Mauricio Roberto; THUM, Adriane Brill; REINHARDT, Alessandro Ott; BARETTA, Luciane; VALLES, Telmo Henrique Alves; ZARDO, Douglas; SILVEIRA, Leonardo Konrath da. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG). **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, p. 4119-4128, abr. 2007.

PAIVA, Arthur Miranda Lobo de; AMARO, Venerando Eustáquio; LOLLO, José Augusto di; COSTA, Carlos Wilmer. Fragilidade Ambiental aplicada em área de manancial no Nordeste brasileiro. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 128-147, 14 abr. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. DOI: <http://dx.doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n1id24368>.

PINTO, Guilherme Silva; SERVIDONI, Lucas Emanuel; LENSE, Guilherme Henrique Expedito; MOREIRA, Rodrigo Santos; MINCATO, Ronaldo Luiz. Estimativa das perdas de solo por erosão hídrica utilizando o Método de Erosão Potencial. **Geography Department University Of Sao Paulo**, [S.L.], v. 39, p. 62-71, 23 jun. 2020. Universidade de Sao Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). DOI: 10.11606/rdg.v39i0.160233.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, 8, São Paulo, 1994. p. 63-74.

SANTOS, Rodrigo de Oliveira; SCUDELARI, Ada Cristina. AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI, RN. In: **XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 2011, Maceió. **Anais [...]**.

SCHULT, Sandra Irene Momm; GHODDOSI, Sheila Mafra; NOLL, João Francisco; BACK, Carla Cintia; KONDLATSCH, Karen Mariana de Souza. Planejamento territorial e recursos hídricos: as áreas protegidas no entorno de corpos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (sc). In: **XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICO**, 2013, Bento Gonçalves/RS.

SEMARH, Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos. 1998.

SILVA, P. L. F. da; SILVA, A. J. da. **Avaliação do uso e ocupação do solo no município de Pilõesinhos-PB, de 1984-2016 utilizando o geoprocessamento**. *Revista de Geociências do Nordeste*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 48-63, 2017. DOI: 10.21680/2447-3359.2017v3n1ID10982. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10982>>. Acesso em: 02 set. 2022.

SILVA, Leandro Félix da; BACANI, Vitor Matheus. Análise da Fragilidade Ambiental e das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Córrego Fundo, Município de Aquidauana-MS. **Caderno de Geografia**, [S.L.], v. 27, n. 49, p. 264-284, 2 maio 2017. Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2017v27n49p264.

SILVA, M. S. da; LEMOS, S. S. de; MORAES, A. B. de. Uso de geotecnologias para delimitação de Áreas de Preservação Permanente e análise das áreas de conflito de uso e ocupação do solo na zona urbana do município de Mãe do Rio-PA. In: **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. 2014.

SOUZA, Alessandra Ribeiro de; DUPAS, Francisco Antonio; DRUMMOND, Isabela Neves; COSTA, Carlos Wilmer. ZONEAMENTOS DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL E EXPECTATIVA DE PERDA DE SOLO: é possível usar a usle na determinação de vulnerabilidade ambiental?. **Geociências**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 1105-1119, 7 abr. 2020. UNESP - Universidade Estadual Paulista. DOI: <http://dx.doi.org/10.5016/geociencias.v38i4.14083>.

SOUZA, Julie Andrade; AMORIM, Rodrigo Freitas de. Comportamento espaço-temporal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Potengi-RN. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 77-86, 14 mar. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. <http://dx.doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n1id22006>.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandy Luciano Sanches. ANÁLISE COMPARATIVA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL COM APLICAÇÃO DE TRÊS MODELOS. **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

TEIXEIRA. Rubenilson B. O rio Potengi e a cidade do Natal em cinco tempos históricos. Aproximações e distanciamentos, *Confins* [Online] 2015, posto online no dia 12 Março 2015. DOI: 10.4000/confins.10114. Acesso em: 04 set. 2022.

TORRES, Dayana Melo; GOMES, M.D.B.; ANDRADE, E.K.F.; SILVA, R.D.R. **ESTUDO DE CASO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO POTENGI NA CIDADE DE SÃO PAULO DO POTENGI, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**. *Holos*, [S.L.], v. 8, p. 1-15, 24 dez. 2019. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). DOI: 10.15628/holos.2019.9193. Acesso em: 04 set. 2022.

TRICART, J.. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2022.

ZAPAROLI, Fabiana Cristina Meira; CREMON, Édipo Henrique. Análise Comparativa entre Quatro Metodologias de Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jangada, Noroeste Paulista. In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2010. Florianópolis. **Anais [...]**. 2010.