



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 FLORESTAS, WIPES

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

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 km², 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

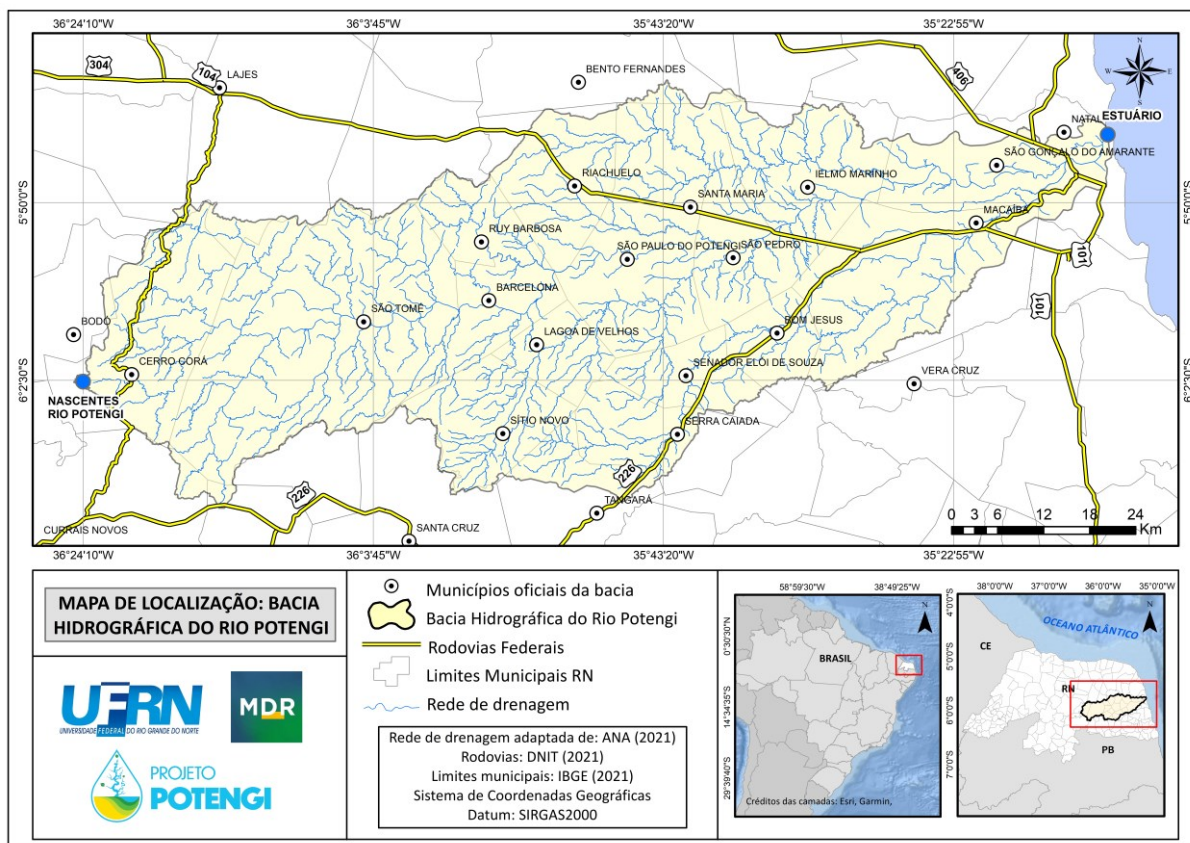
Realização:



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; KÖPPEN, 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

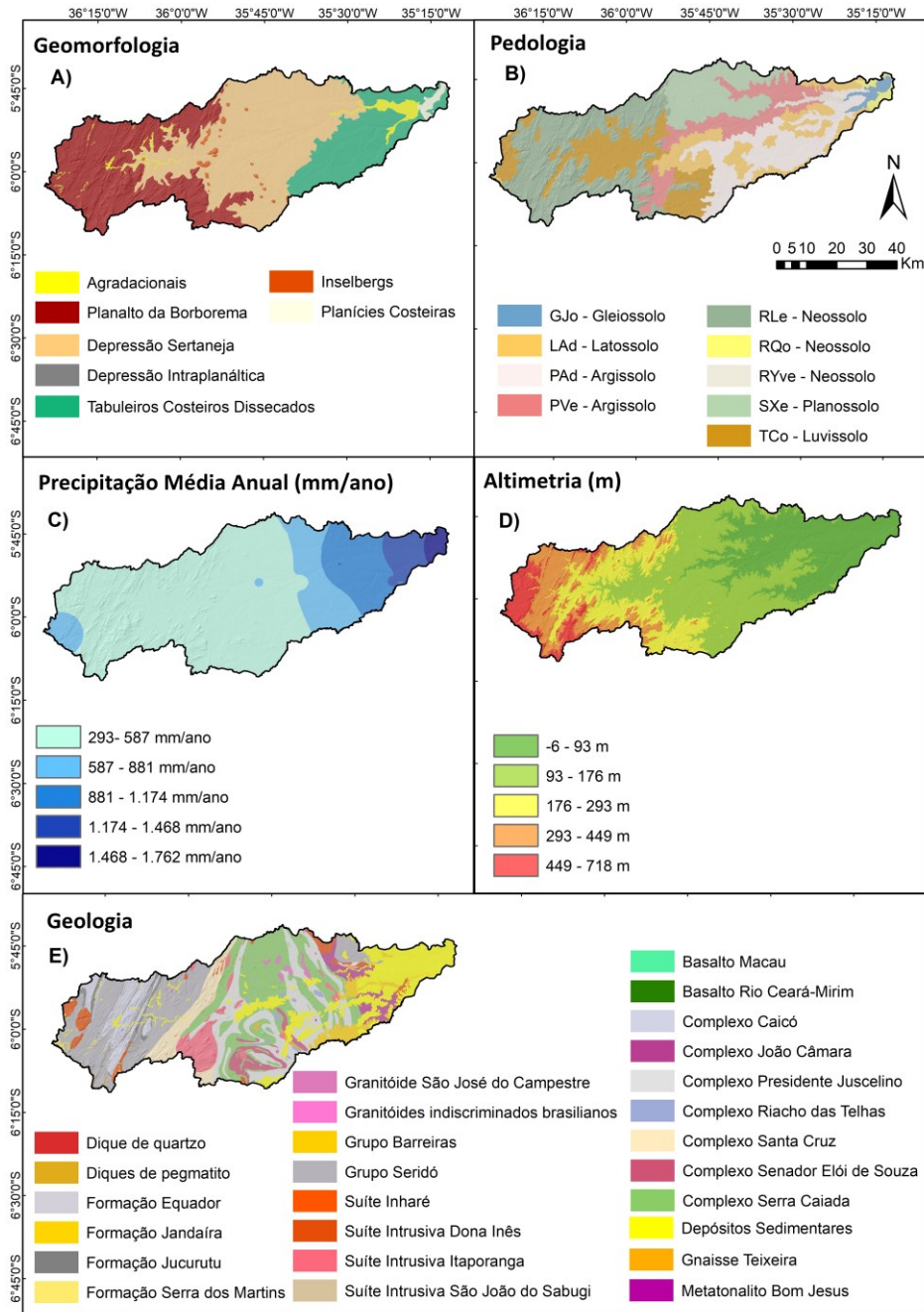
Realização:




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 ¹	TIFF/SHP	DSG/SUDENE (1983)	1:100.000
Rede Hidrográfica	Rede de drenagem	Folhas topográficas ¹	1:250.000
		ANA (2021)	
		Esri/Maxar (Basemap/ArcMap)	
Pluviosidade	Dados das estações pluviométricas (série histórica 2001-2021)	EMPARN (2022)	-
Geologia	Folhas geológicas ¹	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 ²
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).

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

²Embora 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:



SUSTENTARE
FUD-CAMPINAS



WIPIS
BR-OP

Apoio:



Agência das Racias PCJ

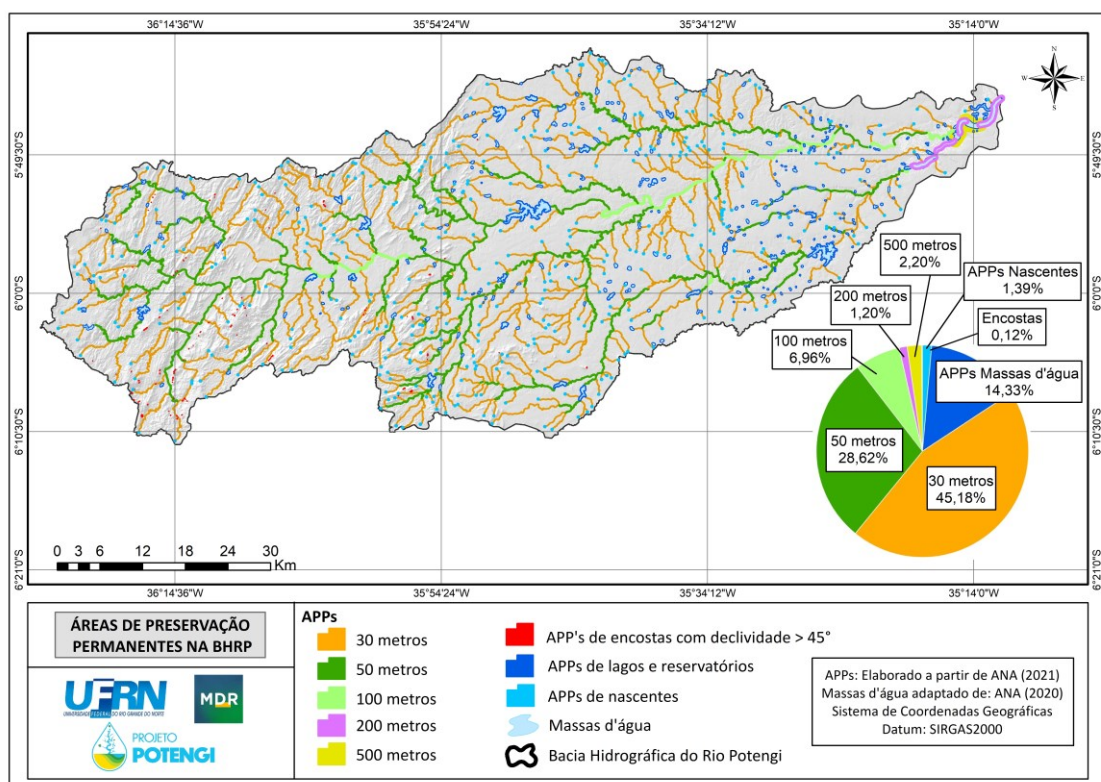


COMITÊS PCJ

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.

CLASSES DE VULNERABILIDADE PARA OS PLANOS DE INFORMAÇÕES DA BHRP³	
Vulnerabilidade	Variável (peso)
Intensidade Pluviométrica (mm/mês) - IP	
Baixa (1,5 a 1,7)	150 -175mm (1,5); 175 - 200mm (1,6); 200 - 225mm (1,7)
Moderada (1,8 a 2,2)	225 -250mm (1,8); 250 - 275mm (1,9); 275 - 300mm (2,0); 300 - 325mm (2,1); 325 -350mm (2,2)
Alta (2,3 a 2,6)	350 - 375mm (2,3); 375 - 400mm (2,4); 400 - 425mm (2,5); 425 - 450mm (2,6)
Geologia - G	
Muito Baixa (1 a 1,3)	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)
Baixa (1,5 a 1,7)	Basalto (1,5), xisto aluminoso (1,7), biotita gnaiss (1,7)
Moderada (1,8 a 2,0)	Gabro (1,8), anfíbolito (1,8), piroxenito (1,8), Hornblenda (1,9), rocha calcissilicática (2,0)
Alta (2,3 a 2,5)	Mármore (2,3), Arenito (2,4), Arenito conglomerático (2,5)
Muito Alta (2,9; 3,0)	Calcários calcíferos (2,9), Areia (3,0), argila (3,0), silte (3,0)
Pedologia - S	
Muito Baixa (1)	Latossolo Amarelo Distrófico
Moderada (2)	Planossolo Háptico Eutrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Luvisolo Crômico órtico
Muito Alta (3)	Neossolo Litólico Eutrófico, Gleissolo Tiomórfico Órtico, Neossolo Quartzarênico Órtico, Neossolo Flúvico Ta Eutrófico
Cobertura e uso da terra - U	
Muito Baixa (1 a 1,3)	Áreas Urbanizadas (1); Água (1); Formação Pioneira com influência fluviomarina (1); Savana-Estépica Florestada (1,2); Savana-Estépica Arborizada (1,3)
Baixa (1,5)	Savana-Estépica Parque (1,5)
Moderada (1,8)	Culturas Permanentes (1,8)
Alta (2,5)	Culturas Temporárias (2,5)
Muito Alta (2,8; 3,0)	Pastagem (2,8); Áreas Descobertas (3,0); Áreas de Mineração (3,0)

Fonte: Autores (2022).

³A 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:

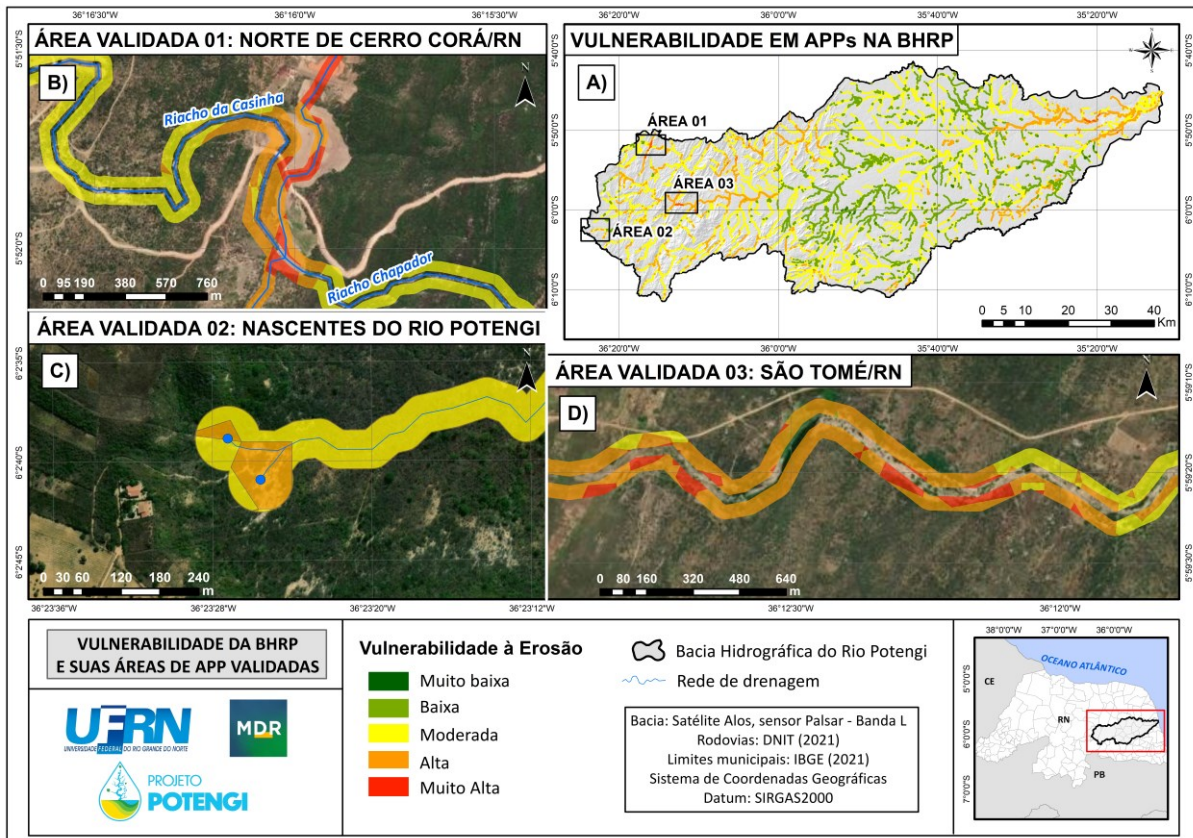




4. Resultados

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) ⁴							
	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	-	-	-	-
Total	3970,55	100,00	16837,98	100,00	2350,66	100,00	15,91	100,00

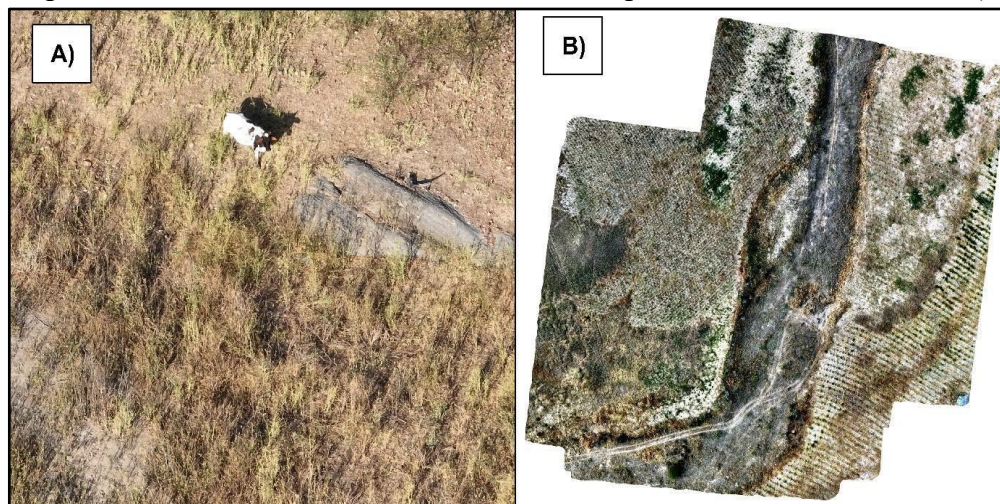
Fonte: Autores (2022).

⁴Considerando 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.



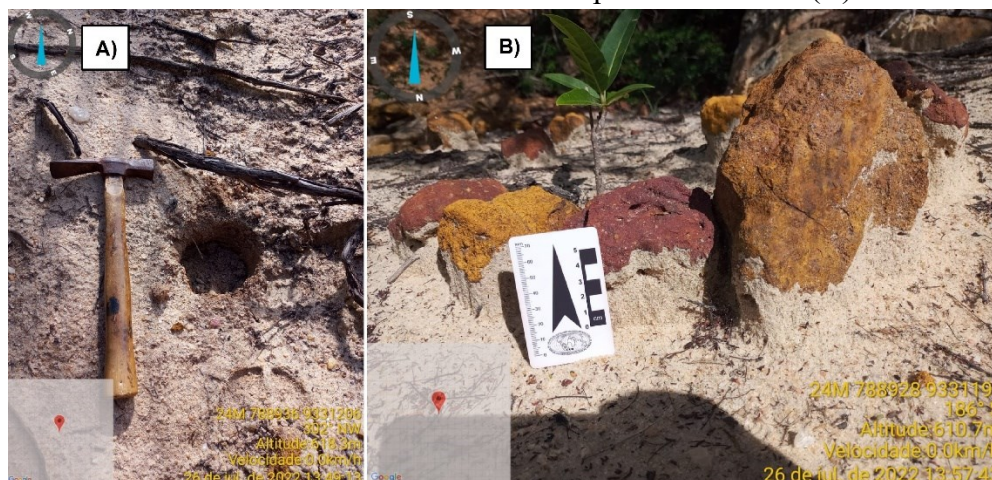
Figura 05 - Pastoreio do gado em APP (A); Aerolevantamento de região com culturas temporárias em APP de riacho intermitente “Chapador” em Cerro Corá/RN (B).



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)

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>. 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; GARCAS, 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. – Gebru“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.