

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLO NA ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) ESTRADA PARQUE DE
PIRAPUTANGA, MUNICÍPIOS DE AQUIDAUANA E DOIS IRMÃOS DO
BURITI (MS)**

**ANALYSIS OF VULNERABILITY TO SOIL LOSS IN THE
ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA (APA) PIRAPUTANGA
PARK ROAD, MUNICIPALITIES OF AQUIDAUANA AND DOIS
IRMÃOS DO BURITI, MATO GROSSO DO SUL STATE (MS)**

Lidiane Perbelin Rodrigues¹

Vanessa Aline Wagner Leite²

Dra. Lucy Ribeiro Ayach³

RESUMO: O presente artigo objetivou realizar uma análise da vulnerabilidade à perda de solo na Área de Proteção Ambiental (APA) Estrada-Parque Piraputanga, através da adaptação da metodologia de Crepani *et al.* (2001). A APA encontra-se localizada nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti, no estado de Mato Grosso Do Sul (MS), região do médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, com presença de córregos como Fundo, Morcego, Paxixi, Das Antas, Piraputanga, Benfica e Ribeirão Vermelho. A criação desta APA objetivou proteger o conjunto paisagístico da Serra de Aquidauana, ramificação do Planalto de Maracajú-Campo Grande, bem como a Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana. Os resultados apontam que 61,33% da área de estudo apresentam vulnerabilidade Média; 36,67% vulnerabilidade Alta, e; 2% vulnerabilidade Muito Alta. As áreas mais vulneráveis correspondem às áreas escarpadas e de declividade superiores a 50%, onde a formação do solo é dificultada e os processos morfogenéticos intensificados. Entende-se que a implementação da APA permite a conservação dos elementos naturais

¹ Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Geografia - Mestrado, pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus de Aquidauana, Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). - (lidiane_perbelin@hotmail.com)

² Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) pela UFMS, Campus de Aquidauana.- (vanessawleite@gmail.com)

³ Professora na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana- (luayach@terra.com.br)

que compõem essa paisagem naturalmente vulnerável, uma vez que atividades antrópicas degradantes podem aumentar sua vulnerabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Vulnerabilidade Ambiental; Unidades de Conservação; Paisagem; Geossistema; Geoprocessamento;

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze the vulnerability to soil loss in the Environmental Protection Area (APA) Piraputanga Park Road, adapting the methodology of Crepani *et al.* (2001). The APA is located in the municipalities of Aquidauana and Dois Irmãos do Buriti, in the Mato Grosso do Sul State (MS), region of the middle course of the Aquidauana River Hydrographic Basin, with presence of streams such as Fundo, Morcego and Paxixi, Das Antas, Piraputanga, Benfica and Ribeirão Vermelho. The creation of this APA was aimed at protecting the landscape of the Serra de Aquidauana, a branch of the Maracajú-Campo Grande Plateau, as well as the Aquidauana River Hydrographic Basin. The results indicate that 61.33% of the study area presents medium vulnerability; 36.67% of high vulnerability and; 2% very high vulnerability. The most vulnerable areas correspond to escarpments and slopes above 50% areas, where soil formation is hampered and morphogenetic processes intensify. It is understood that the implementation of APA allows the conservation of the natural elements that make up this naturally vulnerable landscape, since degrading anthropogenic activities may increase their vulnerability.

KEYS-WORD: Environmental Vulnerability; Conservation Units; Landscape; Geosystem; Geoprocessing;

INTRODUÇÃO

A necessidade de enfrentar os riscos e vulnerabilidades ambientais vem tornando cada vez mais necessárias à adoção de estratégias que busquem minimizar a degradação ambiental, entendida segundo Sanchez (2013, p. 27), como alterações negativas nos “processos, funções e componentes ambientais”, podendo ocorrer em qualquer tipo de ambiente.

Entretanto, alguns ambientes encontram-se mais vulneráveis a determinados tipos de degradação, que podem ser de origem antrópica ou mesmo natural

(SANTOS, 2004). Um dos processos degradantes mais comuns é a perda de solo por erosão.

Apesar de ser um processo natural fundamental para o equilíbrio dos sistemas ambientais, a erosão apresenta intensidade variável e pode ser intensificada pela ação antrópica, como a atividade pecuária extensiva, a agricultura e as queimadas, fazendo o solo perder a sua capacidade de suportar espécies vegetais, o que leva ao desequilíbrio sistêmico (LEPSCH, 2002; NOBRE, 2008; SANCHEZ, 2013).

A criação de Unidades de Conservação pode ser entendida como uma das estratégias para equalizar a problemática da degradação ambiental de áreas de especial interesse ambiental, que possuam um conjunto de elementos ambientais de relevante interesse social.

É nesse sentido, que a aplicação do Método Geossistêmico tem sua importância ressaltada, pois pode subsidiar o Planejamento e Gestão Ambiental e Territorial de áreas protegidas, como as Unidades de Conservação, uma vez que segundo Rosolém e Archela (2010), busca compreensão das inter-relações dos meios físico, biótico e antrópico.

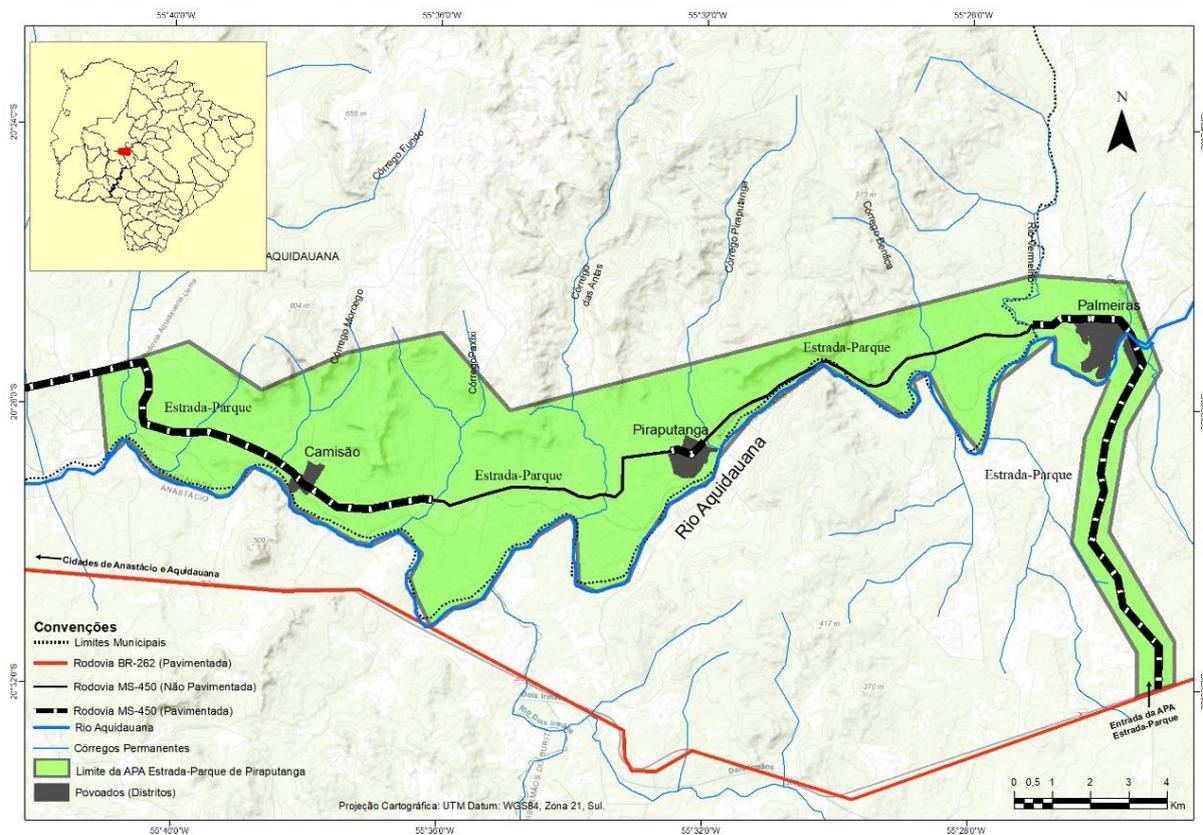
Maximiano (2004) aponta que o método Geossistêmico surgiu com Sotchava através do conceito de Geossistema, que correspondia à operacionalização do Método Sistêmico com fins de gestão territorial na Rússia.

No Brasil, a grande influência para esta operacionalização foi Tricart (1977), com sua teoria Ecodinâmica, que influenciou autores como Beltrame (1994), Crepani *et. al.* (2001) e Ross (1994) a oferecerem contribuição para à análise integrada da paisagem e das inter-relações sistêmicas.

O presente trabalho objetivou elaborar e analisar a Carta de Vulnerabilidade à Perda de Solos da Unidade de Conservação denominada Área de Proteção Ambiental (APA) Estrada-Parque de Piraputanga, contando com a utilização do Sensoriamento Remoto, técnicas de Geoprocessamento e uso do SIG Spring (CÂMARA *et. al.*, 1996) para a manipulação e operacionalização dos dados cartográficos possibilitando adaptar a metodologia proposta por Crepani *et. al.* (2001).

A APA Estrada-Parque Piraputanga encontra-se localizada entre as latitudes 20°34'49" e 20°24'27" sul, e longitudes 55°53'26" e 55°23'59" oeste, compreendendo parte dos territórios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti e as áreas urbanizadas de três distritos: Camisão, Piraputanga e Palmeiras, no centro-oeste do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1).

Figura 1: Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

A APA Estrada Parque de Piraputanga foi criada como Unidade de Conservação (UC) do grupo de Uso Sustentável no ano de 2000 (MATO GROSSO DO SUL, 2000) e possui área de 101,23km². Segundo Santos *et al.* (2017, p. 107) a APA Estrada Parque de Piraputanga foi:

criada com o objetivo de proteger o conjunto paisagístico, ecológico e histórico cultural, promover a recuperação da bacia hidrográfica do Rio Aquidauana, e formações da Serra de Maracaju, compatibilizando-as com o

uso racional dos recursos ambientais e ocupação ordenada do solo, garantindo qualidade ambiental e de vida das comunidades autóctones.

A APA apresenta como características principais a existência um relevo marcado pela formação de escarpas dissecadas pelo rio Aquidauana e seus afluentes abrigando formações fitofisionômicas do Domínio Cerrado.

METODOLOGIA

A elaboração do presente trabalho pautou-se no seguimento de etapas sucessiva e sistemáticas a fim de elaborar uma análise da Vulnerabilidade à Perda de Solo da área de estudo. A pesquisa seguiu as 4 etapas descritas por Libault (1971):

Nível Compilatório - Foi realizado um levantamento e seleção de dados relativos à área de estudo e seleção do *software* de SIG Spring 5.3, para montagem do Banco de Dados Geográficos (BDG) no qual foram inseridos os arquivos matriciais e vetoriais georreferenciados. O critério de escolha dos dados baseou-se na escala de detalhamento, na atualidade e na disponibilidade dos dados:

Para o Mapa de Uso e Cobertura da Vegetal: Imagem Orbital do satélite Landsat 8, sensor OLI, órbita-ponto 225/74, de 23 de Março de 2017 (USGS, 2017).

Também para o Mapa de Uso e Cobertura da Vegetal: Arquivo no formato *Shapefile*, obtido junto ao Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL, 2017), do Projeto GeoMS do ano de 2007, correspondente ao Mapeamento do Uso e Cobertura Vegetal do estado de Mato Grosso do Sul em escala 1:100.000.

Para o Mapa de Declividade e Mapa Altimétrico: Modelos Digitais de Elevação (MDE) do Projeto TOPODATA, quadrículas 20s_55 e 20s_57, com resolução espacial de 30m (VALERIANO, 2008);

Para o Mapa Geológico: Arquivo no formato *Shapefile*, obtido junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2017) na escala de 1:1.000.000, da edição do ano 2006 para o Mapa Geológico para o Estado de Mato Grosso do Sul.

Para o Mapa Pedológico: Arquivos no formato *Shapefile*, obtidos da Embrapa Solos (2006), na escala de 1:100.000 oriundos do Levantamento de

Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos dos Municípios de Anastácio, Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti.

Para o Climograma e Matriz de Intensidade Pluviométrica: Dados estatísticos das Normais Climatológicas (RAMOS; SANTOS; FORTES, 2009) correspondentes à média de precipitação acumulada anual e o número médio de dias com chuva anual entre os anos de 1961 e 1990.

Para o Mapa de Localização e Base cartográfica: foram utilizados arquivos no formato *shapefile* contendo a delimitação dos municípios de Mato Grosso do Sul e a espacialização dos países sul-americanos e divisão política do Brasil em estados obtidos junto ao IBGE (2017) e a imagem Landsat 8 supracitada.

Para o Mapa Geomorfológico: Arquivos no formato *Shapefile*, obtidos do Plano de Conservação do Alto Paraguai (PCBAP, 1997), na escala de 1:250.000.

Nível Correlativo - Os dados compilados foram organizados e tratados utilizando de técnicas do Geoprocessamento.

Mapa de Localização e Base cartográfica: Os *shapefiles* foram importados no formato vetorial e as redes de drenagem e rede viária foram obtidas a partir da vetorização da imagem Landsat 8.

Mapa de Uso e Cobertura Vegetal: Obtido através do método de Processamento de Imagem Híbrido (MOREIRA, 2012). Dividiu-se também o mapeamento em duas etapas: mapeamento da cobertura vegetal, que consistiu na atualização do mapeamento da vegetação realizado pelo Projeto GeoMS e o mapeamento das áreas antrópicas (agrícolas e não agrícolas). Utilizando-se das imagens orbitais, realizou-se o realce da vegetação com a técnica de aplicação do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e posterior classificação não supervisionada, empregando o classificador ISOSEG e fez-se, posteriormente, a edição matricial.

Mapa de Declividade: Primeiramente gerou-se de isolinhas de 40 metros a partir dos MDEs. Na sequência, as isolinhas foram exportadas como *shapefile*. O Arquivo com extensão *.spr* foi editado, trocando-se a palavra CONTOURLINES por SAMPLE. Depois da edição, as isolinhas foram importadas novamente como AMOSTRA na categoria MNT. Com esse novo arquivo, gerou-se uma grade triangular irregular (TIN) e, posteriormente, a grade numérica da declividade, que foi

fatiada nos seguintes intervalos de porcentagem, conforme as classes estabelecidas por Crepani *et al.* (2001): 0 a 2%, 2 a 6%, 6 a 20%, de 20 a 50% e > 50%.

Mapa de Altimetria: Foi obtido a partir do fatiamento da grade numérica do TOPODATA em intervalos de 40m.

Mapa Geológico, Mapa Geomorfológico e Mapa Pedológico: Os dados foram inseridos *a priori* em formato vetorial e *a posteriori*, os dados de Geologia e Solos foram convertidos para o formato matricial, *pixel* 30x30m, utilizando-se a ferramenta contida no Spring “Vetor > Matriz”. Os dados de Geomorfologia foram mantidos no formato de origem, uma vez que foram adicionados a este trabalho para melhor caracterizar a área de estudo e apoiar as discussões realizadas, não participando do cruzamento matricial.

Climograma e Matriz de Intensidade Pluviométrica: A partir dos dados de precipitação média anual e média de dias com chuvas aplicou-se a Equação (1) de Crepani *et al.* (2004) :

$$I = \frac{P}{N/30} \quad (1)$$

Onde: I: Intensidade Pluviométrica

P: Precipitação média anual

N: Número de dias com chuva

Foi criado um Plano de Informação denominado “Clima” na categoria CAT_Tematico, na qual foi gerada uma matriz com 30m de resolução espacial, que foi associada à classe denominada “Intensidade Pluviométrica”, correspondente ao resultado da fórmula aplicada.

Nível Semântico - Utilizando-se da LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), uma ferramenta de álgebra de mapas do Spring, realizou-se uma rotina de ponderação de cada variável (Geologia, Declividade, Clima, Solos e Uso e Cobertura Vegetal), em que os dados em formato matricial foram convertidos para o formato de Grade Numérica.

Cada pixel da imagem foi associado ao valor atribuído à classe a qual era pertinente, indicando dessa forma, a escala de vulnerabilidade conforme estabelece Crepani *et al.* (2001) (Figura 2).

Os pesos atribuídos variaram de 1 a 3, em que: valores próximos de 1 representam elementos que contribuem para a estabilidade e próximos a 3 representam aqueles que colaboram para a vulnerabilidade.

Figura 2: Escala da Vulnerabilidade à Perda de Solo.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
			VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6		255	204	0	
U6	2,5	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	2,4	204	255	0		
U8	2,3	153	255	0		
U9	2,2	102	255	0		
U10	2,1	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	51	255	0	
U11	2,0	0	255	0		
U12	1,9	0	255	51		
U13	1,8	0	255	102		
U14	1,7	0	255	153		
U15	1,6	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255		204
U16	1,5	0	255	255		
U17	1,4	0	204	255		
U18	1,3	0	153	255		
U19	1,2	ESTÁVEL	0	102		255
U20	1,1		0	51		255
U21	1,0		0	0	255	

Fonte: Crepani *et al.* (2001).

Nível Normativo - Com os mapas ponderados, efetuou-se o Cruzamento Matricial através da aplicação da Equação (2), adaptada de Crepani *et al.* (2001), resultando no mapa final de Vulnerabilidade, que possibilitou realizar a análise quantitativa dos resultados atinentes a vulnerabilidade da área de estudo.

$$V = \frac{(U+G+D+S+I)}{5} \quad (2)$$

Onde: V = Vulnerabilidade à Perda de Solo;

U = Vulnerabilidade para o tema Uso e Cobertura Vegetal;

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia;

D = Vulnerabilidade para o tema Declividade;

S = Vulnerabilidade para o tema Solos;

I = Vulnerabilidade para o tema Intensidade Pluviométrica.

Os resultados obtidos foram fatiados nas classes de vulnerabilidade apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1: Classes de Vulnerabilidade Ambiental

Classes de Vulnerabilidade	Intervalos
Muito Baixa	1,0 – 1,3
Baixa	1,4 – 1,7
Média	1,8 – 2,2
Alta	2,7 – 2,7
Muito Alta	2,7 – 3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

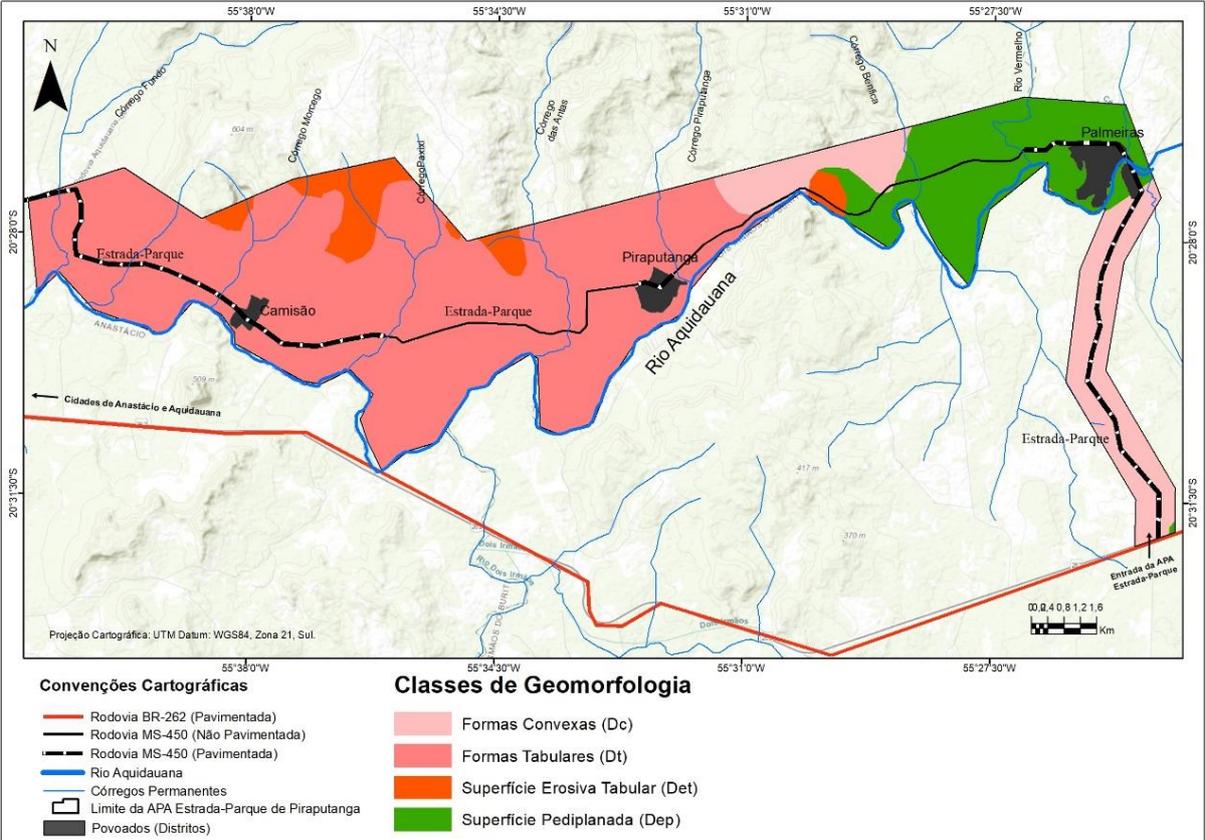
RESULTADOS E DISCUSSÕES

GEOMORFOLOGIA

Na área de estudo, observa-se que os aspectos geomorfológicos (Figura 3) explicitam importantes elementos preponderante na gênese da paisagem. As formas de escarpas, a presença do Rio Aquidauana e a acentuada declividade são elementos marcantes desta paisagem e estariam ligados a processos geológico-geomorfológicos macro, atrelados ao soerguimento dos Andes, Formação do Planalto Brasileiro e da Planície Pantaneira (AB'SÁBER, 2003; 2006).

As unidades geomorfológicas encontradas referem-se a tipos de forma de relevo em duas categorias: Formas erosivas e Formas de dissecação distribuídas em 4 classes diferentes.

Figura 2: Mapa de Geomorfologia da área de estudo.



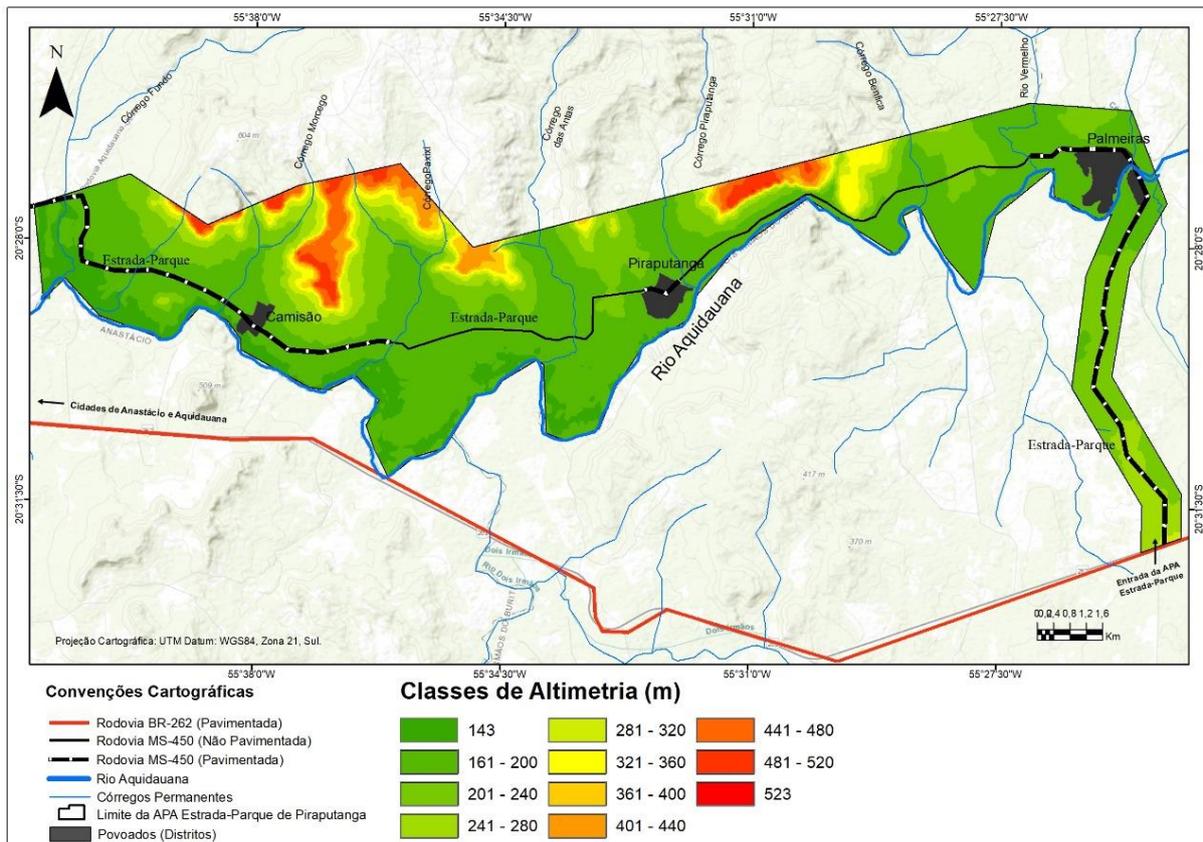
Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

ALTIMETRIA

O mapa Altimétrico da APA Estrada Parque de Piraputanga apresenta 11 classes de intervalos altimétricos variando de 143 a 523m, o que configura uma amplitude altimétrica de 380m (Figura 4).

As cotas mais altas correspondem ao relevo tabular formado pelas escarpas e feições oriundas do planalto de Maracajú, as cotas mais baixas correspondem à planície de inundação do Rio Aquidauana e seus afluentes com a presença de pequenos córregos como o Fundo, Morcego, Das Antas, Piraputanga, Benfica e Ribeirão Vermelho (DSG, 1966).

Figura 4: Mapa de Altimetria da área de estudo



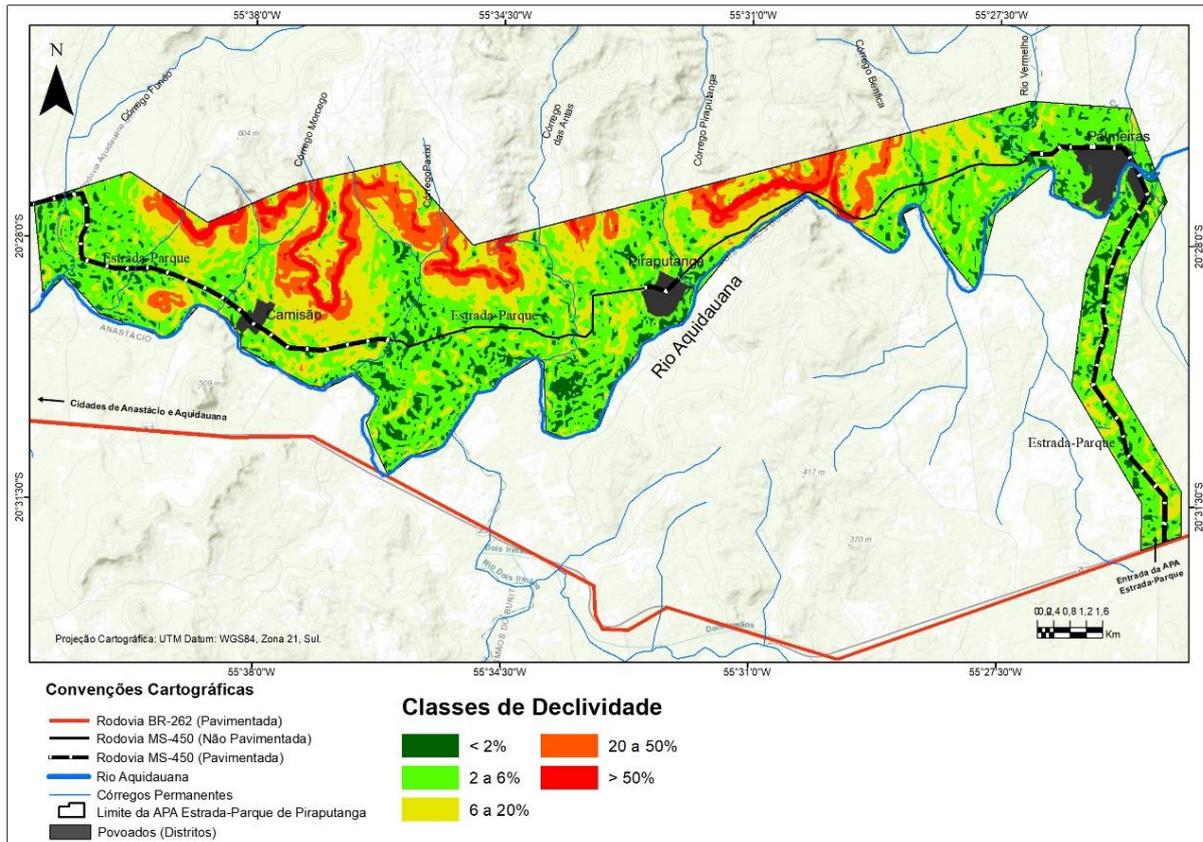
Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

DECLIVIDADE

A partir do mapa de declividade, notou-se que a elevada altimetria do relevo e a acentuada inclinação topográfica (Figura 5) evidenciaram a presença das escarpas, característica da formação do relevo tabular residual da área.

A classe com declive menor que 2% corresponde a 11,52% da área de estudo, localizada nas porções mais baixas do relevo e nos topos aplainados, a declividade entre 2 a 6% apresentou 45,91% da área, sendo a classe mais expressiva seguida pela classe de 6 a 20% com 29,56%, correspondem às áreas de transição entre a Planície do Rio Aquidauana e as escarpas da Serra de Aquidauana.

Figura 5: Mapa de Declividade da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Já a classe 20 a 50% indicou o menor percentual da área com 4,06%, porém se somada com a classe > 50% (9,01%), indica as porções cujo relevo é intensamente dissecado (Tabela 2).

Tabela 2: Classes de Declividade

Classe	Vulnerabilidade	Área (km ²)	%
< 2%	1	11,66	11,52
2% - 6%	1,5	46,47	45,91
6% - 20%	2	29,92	29,56
20% - 50%	2,5	4,06	4,01
50% >	3	9,12	9,01
Total	-	101,23	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

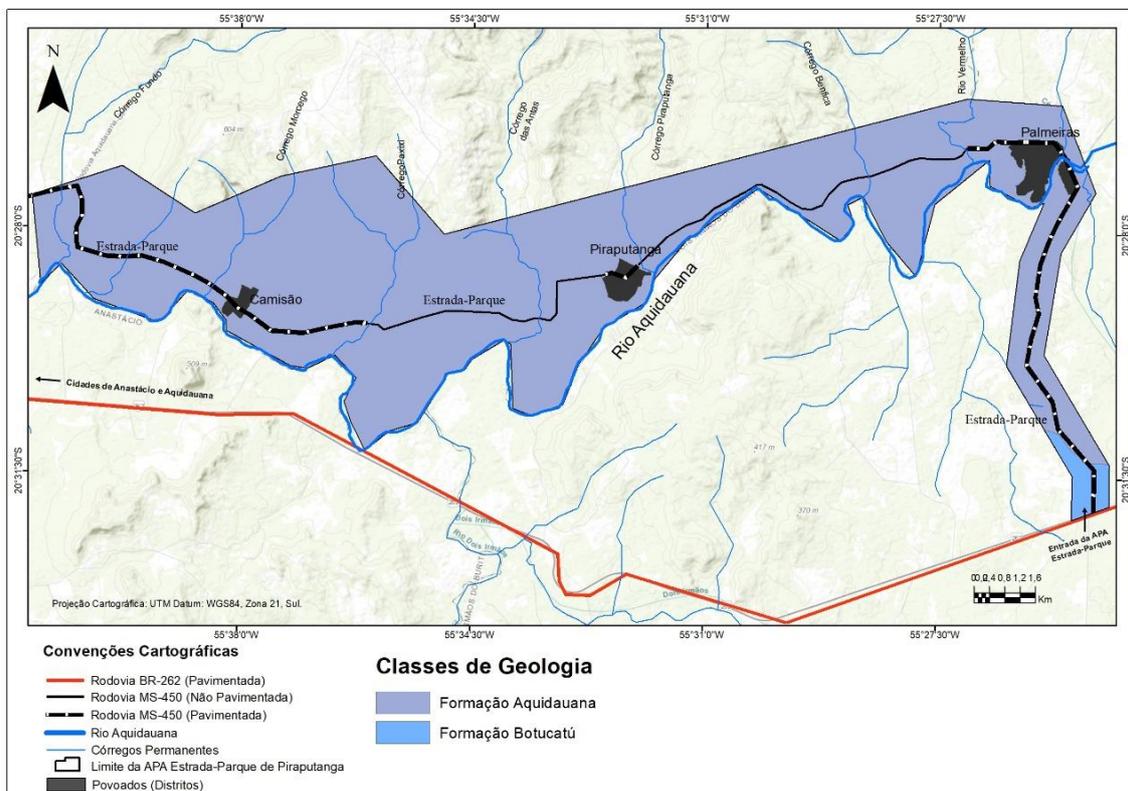
A proximidade entre os canais de drenagem e o entalhamento por eles realizados, além da alta declividade, denotam uma alta Energia do Relevo (SPIRIDONOV, 1981) na área de estudo.

A energia do relevo, segundo Crepani *et al.* (2001), quantifica a energia potencial disponível para o escoamento superficial, que transportam materiais responsáveis pela esculturação do relevo, sendo que áreas com maior energia favorecem os processos morfogenéticos, enquanto que áreas com menor energia tendem a favorecer os processos pedogenéticos.

GEOLOGIA

Essa alta energia do relevo na região da Serra de Aquidauana, gera feições geomorfológicas altamente dissecadas e tem estreita relação com as formações geológicas, posto que as rochas da região são sedimentares, notadamente Arenitos da Formação Aquidauana, altamente erodíveis, revelados pela dissecação das rochas da Formação Botucatu (IBGE, 1998) (Figura 6).

Figura 6: Mapa de Geologia da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

A representatividade das formações geológicas na área em estudo podem ser observadas na Tabela 3, sendo as predominantes de Idade Paleozóica, da Formação Aquidauana, com presença de Depósitos coluvionares Mesozóicos (IBGE, 1998). Esta Formação geológica é composta de arenito de cor vermelho a róseo, textura média a grossa, com intercalações de diamictito, arenito esbranquiçado, conglomerado, siltito, folhelho e arenito fino laminado, proveniente de ambiente continental, fluvial e lacustre (PCBAP, 1997; CPRM, 2006).

A presença da Formação Botucatu ocorre em pequena porção na entrada da APA Estrada Parque de Piraputanga, sendo constituída por arenito fino a grosso, de coloração avermelhada, grãos bem arredondados e com alta esfericidade, disposto em *sets* e/ou *cosets* de estratificações cruzadas de grande porte. Originada em ambiente continental desértico, formadas por depósitos de dunas (CPRM, 2006).

Tabela 3: Classes de Geologia

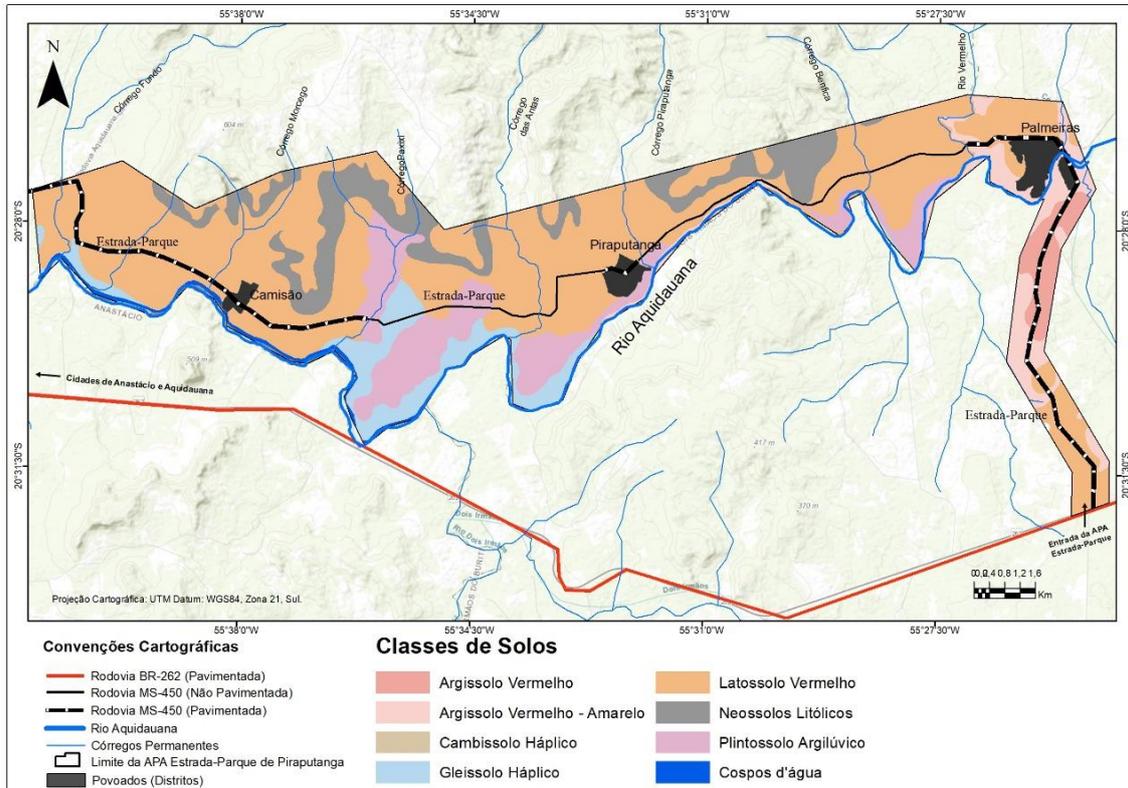
Classe	Vulnerabilidade	Área (km²)	%
Formação Aquidauana	2,6	99,62	98,41
Formação Botucatu	2,4	1,61	1,59
Total	-	101,23	100,00

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

SOLOS

Nesse sentido, na área de estudo, como consequência de um relevo altamente dissecado e declivoso, há presença de solos jovens e pouco desenvolvidos próximos aos canais fluviais (Figura 7).

Figura 7: Mapa Pedológico da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores

Os Latossolos Vermelhos predominam na área de estudo (59,44%), estes solos de acordo com IBGE (2007, p. 288) “originam-se de rochas básicas e têm grande ocorrência no País, especialmente na parte do território referente à bacia do Paraná”. Já os Neossolos Litólicos correspondem aos solos jovens supracitados atingindo a segunda maior representatividade (11,95%) de toda a APA (Tabela 4).

Tabela 4: Classes de Solos

Classe	Escala de Vulnerabilidade	Área (km ²)	%
Argissolo Vermelho	2	2,8	2,77
Argissolo Vermelho – Amarelo	2	7,06	6,97
Cambissolo Háptico	2,5	0,02	0,02
Gleissolo Háptico	3	7,16	7,07
Latossolo Vermelho	1	60,17	59,44
Neossolos Litólicos	3	12,1	11,95
Plintossolo Argilúvico	3	11,92	11,78

Total - 101,23 100,00

Fonte: Elaborado pelos próprios autores

USO E COBERTURA VEGETAL

Além dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos a paisagem na região é também marcada pelo Uso e Cobertura Vegetal que apresenta. A Tabela 5 indica o quanto representa cada classe de uso antrópico e vegetação da área. O maior destaque vai para a Pastagem com pouco mais de 50% da área, a qual vem sendo protagonista da crescente substituição da vegetação natural por plantio de forrageiras exóticas. Em segundo lugar está a Savana (Cerrado) Arborizada + Florestada, com 16,96%, sendo que esta classe é o Cerrado *stricto sensu*, possuindo árvores espaçadas e tortuosas, com presença de arbustos, subarbustos e gramíneas (SILVA *et al.*, 2011).

Em terceiro lugar, está a Savana Florestada + Arborizada com 8,75%, cuja estrutura se assemelha a uma floresta com estratos arbustivos ou herbáceos e estrato arbóreo descontínuo, com árvores espaçadas (SILVA *et al.*, 2011). Em quarto está a Vegetação Ciliar Aluvial, composta por fitosionomias características de ambientes úmidos, podendo ser gramínea, arbustiva ou arbórea.

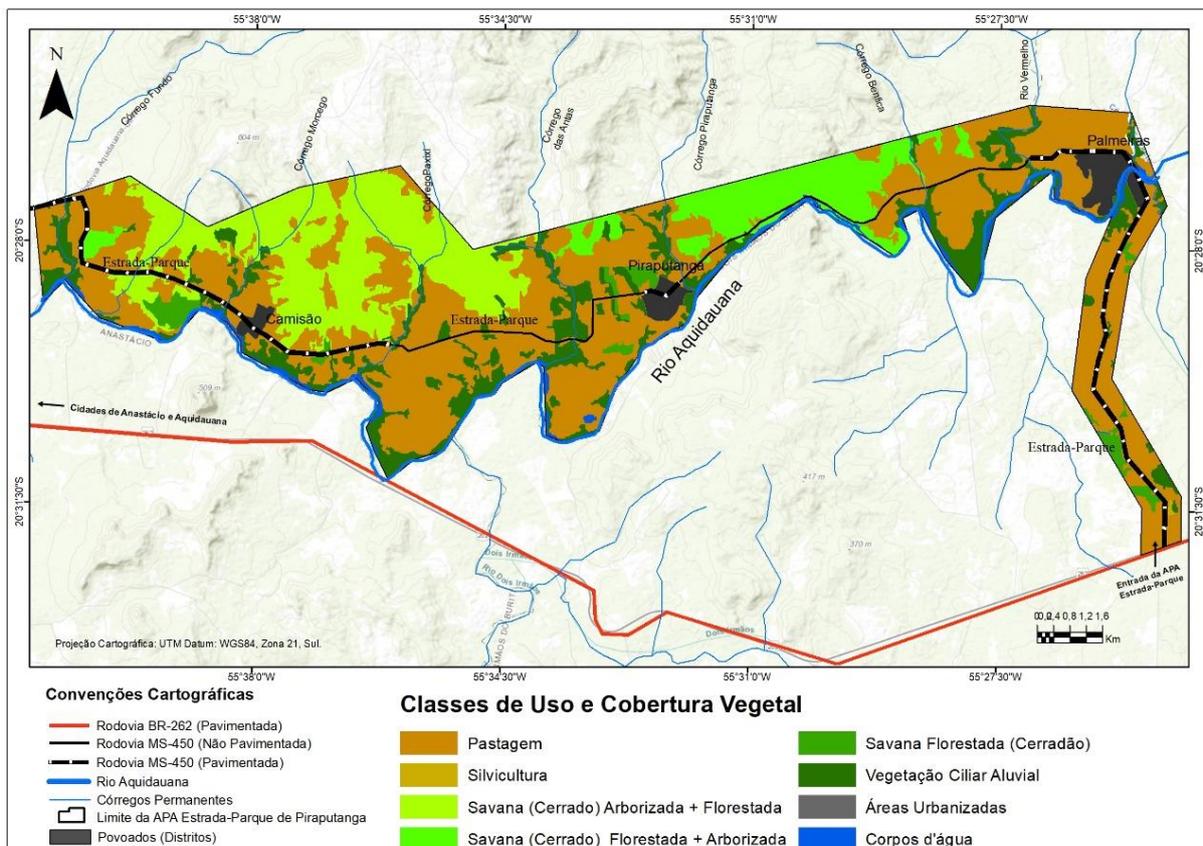
Tabela 5: Classes de Uso e Cobertura Vegetal

Classe	Escala de Vulnerabilidade	Área (km²)	%
Silvicultura	2,9	0,42	0,41
Pastagem	2,8	54,31	53,65
Savana (Cerrado) Arborizada + Florestada	1,9	17,17	16,96
Savana (Cerrado) Florestada + Arborizada	1,9	8,86	8,75
Savana Florestada (Cerradão)	1,7	2,11	2,08
Vegetação Ciliar Aluvial	1,6	13,24	13,08
Áreas Urbanizadas	3	2,88	2,85
Corpos D'água	1	2,24	2,21
Total	-	101,23	100

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

O processo de remoção da vegetação que está presente na área de pesquisa, tem forte presença da pecuária bovina de caráter extensivo, inclusive nas áreas que se caracterizam como Áreas de Preservação Permanente (APP) de acordo com a legislação brasileira, como as matas ciliares e os topos de morro (BRASIL, 2012). Há ainda, paulatina expansão das áreas de silvicultura, notadamente o Eucalipto (Figura 8).

Figura 8: Mapa de Uso e Cobertura Vegetal da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

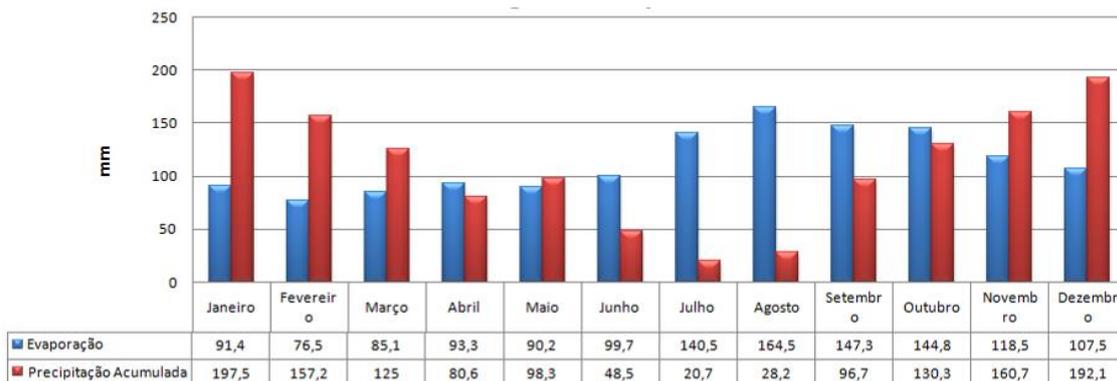
A cobertura vegetal e o uso da terra nessa região tem impactos diretos na qualidade ambiental da paisagem. A existência da cobertura vegetal para a conservação e formação do solo, garante proteção contra o impacto das gotas de chuva, que obtém maior infiltração, diminuindo dessa forma o escoamento superficial e aumentando sua porosidade, permeabilidade, umidade e fertilidade. Entretanto, quando o manejo não é compatível com as necessidades da paisagem, a inserção de atividade agressivas ao ambiente natural desequilibram o sistema,

acelerando processos erosivos, perda de fertilidade e de capacidade suporte para os organismos vivos (BELTRAME, 1994; MAFRA, 2005).

CLIMA

Ao uso e ocupação da paisagem soma-se ainda uma importante característica dos ambientes naturais, o clima. Para Embrapa (2012), ao aplicar a classificação de Köppen-Geiger para o clima, verificou-se que na região, a predominância é do Tipo AW, por possuir duas estações marcantes: uma quente e chuvosa, e outra fria e seca com duração de 3 a 4 meses (entre maio e setembro), com temperaturas médias elevadas (acima de 18°C). As precipitações anuais encontram-se entre 750mm e 1800mm, contudo, no período seco os índices mensais são inferiores a 50mm. Ademais Ramos, Santos e Fortes (2009) demonstram que nos meses secos a evaporação é até 5,8 vezes superior a precipitação (Figura 9).

Figura 9: Média de Precipitação Acumulada e Evaporação entre os anos de 1961 e 1990 para a área de estudo.



Fonte: Adaptado de Ramos, Santos e Fortes (2009).

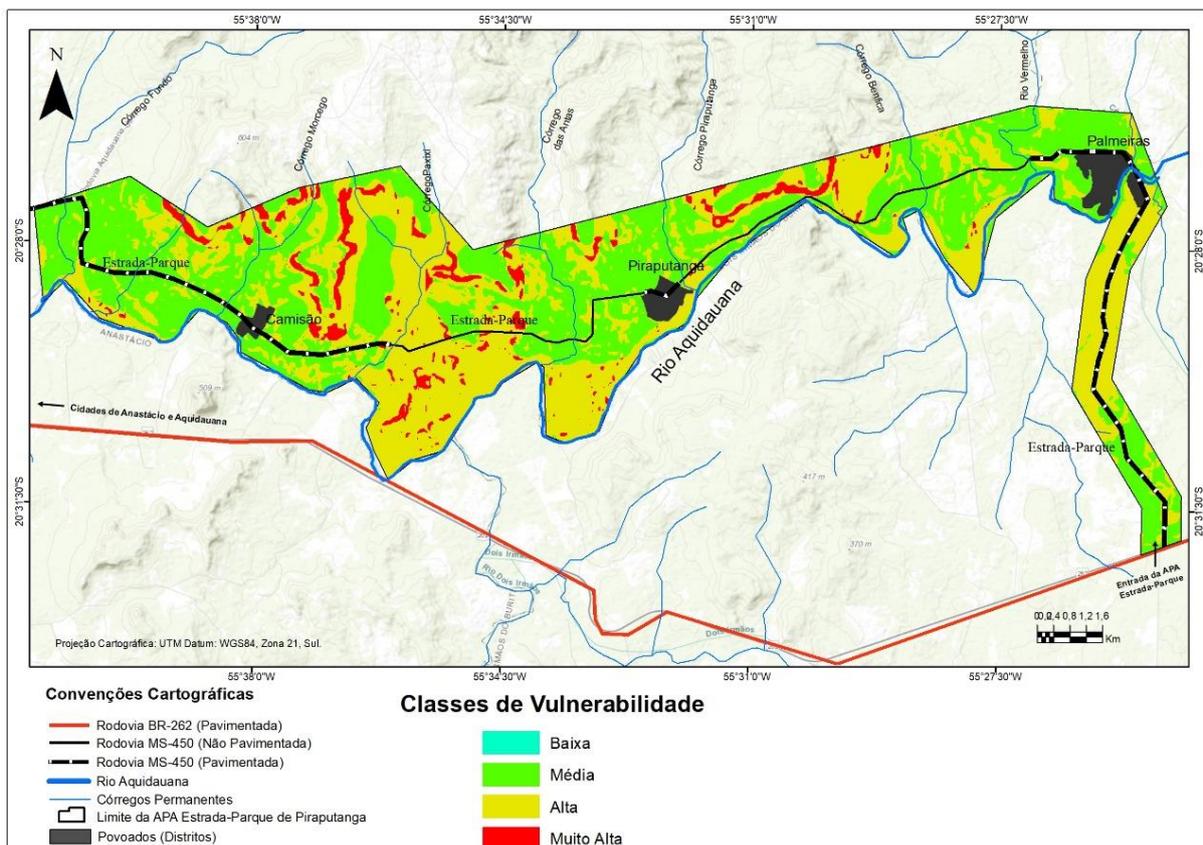
Com base nos dados de Ramos, Santos e Fortes (2009) e seguindo a metodologia de cálculo de Intensidade Pluviométrica de Crepani *et al.* (2004), constata-se que na APA, a Intensidade Pluviométrica é elevada, pois caracteriza

uma má distribuição das chuvas ao longo do ano, o que favorece os processos morfogenéticos.

VULNERABILIDADE

O mapa de Vulnerabilidade (Figura 10) representa a síntese dos elementos que compõem a paisagem e quantifica a vulnerabilidade à perda de solo. Com base na análise deste mapa é possível afirmar que a APA Estrada Parque possui áreas com vulnerabilidade Baixa, Média, Alta e Muito Alta.

Figura 10: Mapa de Vulnerabilidade à Perda de Solo da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

As áreas abrangidas pela classe de Vulnerabilidade Muito Alta correspondem a 4,87% da APA (Tabela 6), e representam especialmente às áreas com declividade acima de 50%, presença de Neossolos Litólicos, rochas da Formação Aquidauana e cobertura vegetal florestal. Dessa forma, caracterizam-se como áreas de alta

vulnerabilidade potencial, pois apesar de apresentar a alta proteção do tipo de cobertura vegetal florestal, sua vulnerabilidade é alta devido aos demais elementos da paisagem.

Tal resultado é semelhante ao trabalho de Tivoli *et al.* (2009) que ao analisarem os fatores Geomorfologia, Geologia e Solos na Bacia do Rio Negro, apontaram que a vulnerabilidade na região da Serra de Aquidauana é elevada (A Serra de Aquidauana é divisor de águas entre a bacia hidrográfica do Rio Negro e a bacia hidrográfica do Rio Aquidauana) e Pires *et al.* (2015) que apontaram alta vulnerabilidade potencial na região sudoeste do município de Aquidauana, área correspondente ao Planalto de Maracajú-Campo Grande, devido à ocorrência de declividades superiores a 20% e presença de solos jovens de baixa aptidão agrícola.

Tabela 6: Classes de Vulnerabilidade

Classe	Escala de Vulnerabilidade	Área (km ²)	%
Baixa	1,4 - 1,79	0,08	0,08
Média	1,8 - 2,29	47,79	47,21
Alta	2,3 - 2,69	48,43	47,84
Muito Alta	2,7 - 3	4,93	4,87
Total	-	101,23	100

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

A Classe de Alta Vulnerabilidade ocupa 47,84% da APA Estrada Parque de Piraputanga e corresponde a áreas com declividades entre 20 e 50%, com áreas de pastagem e Plintossolos Argilúvico ou mesmo Latossolos Vermelho ou Gleissolos Háplico próximos ao rio Aquidauana, onde há presença de pastagem e a vegetação nativa foi removida.

Silva e Bacani (2017) apontaram ao estudar a bacia do córrego Fundo, região oeste da APA Estrada Parque um elevado potencial natural erosivo, em virtude da remoção da vegetação natural, em especial nas áreas onde o Código Florestal é desrespeitado, como as áreas de APP do rio Aquidauana, dos córregos, nascentes, e as bordas de tabuleiro, mapeadas como as classes de maior potencial natural à erosão.

Dessa forma, se assente a necessidade de manutenção e/ou recuperação das vegetações florestais nas áreas de potencial erosivo natural moderado, a fim de garantir a estabilidade morfodinâmica das mesmas, assim como, sua importância da APA como corredor ecológico.

Corrêa *et al.* (2017) ressaltam a importância dos fragmentos de mata da APA Estrada Parque como conectores de biodiversidade e corredores gênicos entre os municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti.

Dessa maneira, os fragmentos florestais maiores existentes na APA tem grande relevância nessa região de ecótonos e encaves. Entretanto, Rodrigues, Silva e Carvalho (2015) apontam que mesmo após a criação da Unidade de Conservação a desfragmentação da vegetação na APA continuou, sendo que quando se compara o ano de 2000 (antes da criação da Unidade de Conservação) e o ano de 2015, a APA perdeu cerca de 20% de sua vegetação.

A classe Média corresponde a 47,21% da APA. São áreas de pastagens sobre Latossolos ou Vegetação Florestal de Cerrado e matas ciliares sobre Plintossolos e Gleissolos também com declividades < 6%, nas áreas de menor altitude ou nas áreas de superfície tabular da serra. Essas áreas são indicadas para o desenvolvimento de atividades econômicas previstas na criação do Plano de Manejo, em contrapartida com o emprego de práticas conservacionistas.

A classe de vulnerabilidade Baixa corresponde a apenas 0,08% da área de estudo. Essa pequena porção caracteriza-se pela presença de Latossolos próximos ao rio Aquidauana, presença de declividades baixas (<2%) e vegetação ciliar preservada. Apesar da baixa vulnerabilidade esta classe abrange áreas de APP do rio Aquidauana sendo indicadas, de acordo com Brasil (2012) como áreas de preservação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, conclui-se que as características geológicas, pedológicas, geomorfológicas e climáticas conferem uma elevada vulnerabilidade natural e ambiental para a APA Estrada Parque de Piraputanga, levando a necessidade de manejos que busquem compatibilizar a situação natural com as demandas socioeconômicas da APA.

Nas áreas de vulnerabilidade natural elevada da APA observa-se que mesmo com alta proteção de vegetação florestal a vulnerabilidade permaneceu alta, visto que esse elemento exerce forte influência na redução do grau de vulnerabilidade. Entretanto, observou-se que algumas áreas de menor vulnerabilidade natural foram realmente influenciadas pela cobertura vegetal tornando-se menos vulneráveis.

A APA Estrada Parque é uma Unidade de Conservação do Grupo de Uso Sustentável, o que permite o desenvolvimento de atividades econômicas que utilizem parte dos recursos naturais nela disponíveis, entretanto a APA não possui Plano de Manejo e o Planejamento e Gestão Ambiental da mesma ainda não apresenta diferença significativa em relação às áreas de seu entorno.

Indica-se um estudo das microbacias que compõem a rede de drenagem da APA no intuito de planejar os recursos hídricos e equalizar os problemas de uso e cobertura vegetal presente no entorno, uma vez que a APA corresponde as regiões de baixo e médio curso dessas bacias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES, pelo apoio financeiro e concessão de bolsas, e ao PPGeo UFMS/CPAQ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Brasil: Paisagens de Exceção - O litoral e o Pantanal mato-grossense**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2006.

BELTRAME, Angela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em < <http://goo.gl/fTaojV> > Acesso em: 30 jan. 2016.

BRASIL. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**: análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai. Brasília: PNMA, 1997.

CÂMARA, Gilberto; SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto; FREITAS, Ubirajara Moura; GARRIDO, Juan. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & graphics**, Reino Unido, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996. Disponível em <<https://goo.gl/YUuC8n>> Acesso em 24 Abr. 2017.

CORREA, Liliane Candida. TERUYA JUNIOR, Hugo; DALMAS, Fabrício Bau; PARANHOS FILHO, Antonio Conceição. Análise da Paisagem da Região de Dois Irmãos de Buriti, Mato Grosso do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 3, 2017. Disponível em <<https://goo.gl/DzxhNb>> Acesso em 21 mar. 2018.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Dados, Informações e Produtos do Serviço Geológico do Brasil**. Disponível em <<http://geosgb.cprm.gov.br/>> Acesso em 28 nov. 2017.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: CPRM, 2006. Disponível em <<https://goo.gl/EcpqaS>> Acesso em: 24 mar. 2017.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; PALMEIRA, Alessandro Ferraz. **Intensidade pluviométrica**: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo. São José dos Campos: INPE, 2004.

CREPANI, Edson; MEDEIROS, José Simeão de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Galloti.; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente. Faria. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em <<https://goo.gl/RGo1DV>> Acesso em 14 abr. 2017.

DSG. Serviço Geográfico do Exército. **Cartas Topográficas**. Região Centro-Oeste. 1966.

EMBRAPA, Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geoportal Digital**. Disponível em <<https://goo.gl/S9T9F3>> Acesso em 14 abr. 2017.

EMBRAPA, Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico do Município de Anastácio-MS**. Disponível em: <<https://goo.gl/gKXkhd>> Acesso em 21 dez. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Catálogo de Downloads**. Disponível em <<https://goo.gl/alesZ8>> Acesso em 14 abr. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2007. Disponível em <<https://goo.gl/17f7ny>> Acesso em 14 abr. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geologia**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1998. Disponível em <<https://goo.gl/Hz8TBn>> Acesso em 14 abr. 2017.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **SISLA: Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental**. Disponível em <sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/aplicmap/sisla.htm> Acesso em 14 abr. 2017.

LEPSCH, Igo. Fernando. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIBAULT, André. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1971.

MAFRA, Neusa Maria Costa. Erosão e Planificação de uso do solo. In: GUERRA, Antonio Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 301- 322.

MATO GROSSO DO SUL. **Decreto Nº 9.937, De 5 De Junho De 2000**. Cria a Área de proteção Ambiental Estrada-Parque de Piraputanga e dá outras providências.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RAEGA**, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Disponível em <<https://goo.gl/csMpJh>> Acesso em 14 abr. 2017.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012.

NOBRE, Mayra Fernandes. **O Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental: Uma proposta para a bacia hidrográfica do rio Corumbataí (SP)**. 2008. 249fls. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente.) - Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Campus de Rio Claro. Rio Claro-SP. Disponível em: <<http://goo.gl/81pzOx>> Acesso em: 19 nov. 2015.

PIRES, Larissa do Carmo; SILVA, Leandro Félix da; MENDONÇA; Bruno Gonçalves; BACANI, Vitor Matheus. Análise da fragilidade ambiental do município de Aquidauana-MS. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.25, n.43, 2015. Disponível em <<https://goo.gl/kwx9SU>> Acesso em 21 mar. 2018.

RAMOS, Andrea Malheiros; SANTOS, Luiz André Rodrigues dos; FORTES, Lauro Tadeu Guimarães. **Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. Disponível em <<http://goo.gl/uQgnWK>> Acesso em: 25 out. 2010.

RODRIGUES, Lidiane Perbelin. SILVA, Jaime Ferreira da; CARVALHO, Elisângela Martins. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra da Área de Proteção Ambiental Estrada Parque de Piraputanga – Aquidauana/MS. **Revista Equador (UFPI)**, Teresina, v. 4, n. 3, Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2015. Disponível em < <https://goo.gl/HH6NpG>> Acesso em 21 mar. 2018.

ROSOLEM, Nathalia Prado; ARCHELA, Rosely Sampaio. Geossistema, território e paisagem com método de análise geográfica. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 4. SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2, 2010. Coimbra, Portugal. **Anais**. Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2010. p. 1-9. Disponível em <<http://goo.gl/KMXwL6>> Acesso em: 19 nov. 2015.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, Eva Teixeira dos; CHAVES, Eros Salinas; AYACH, Lucy Ribeiro; RODRIGUES, Lidiane Perbelin. Proposta Metodológica de Avaliação do Potencial Paisagístico para Uso Turístico-Recreativo na Área de Proteção Ambiental (APA) - Estrada Parque Piraputanga/MS. **Revista Ateliê do Turismo**, Campo Grande, v. 1, n. 1, ago./dez. 2017. Disponível em <<https://goo.gl/WDurt2>> Acesso em 21 mar. 2018.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, João dos Santos Vila; POTT, Arnildo; ABDON, Myrian de Moura; POTT, Vali Joana; SANTOS, Kelson Ribeiro dos. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

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 [on line]**, Belo Horizonte, v.27, n.49, abr-jun, 2017. Disponível em <<http://www.redalyc.org/html/3332/333250465004/>> Acesso em 21 mar. 2018.

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografia, 1981.

TIVIROLI, Valter Alexandre. PARANHOS FILHO, Antonio Conceição. DIODATO, Marco Antonio. GRIGIO, Alfredo Marcelo. FACINCANI, Edna Maria. Análise da vulnerabilidade natural da bacia do Rio Negro – MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Anais**. São José dos

Campos: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p. 659-665. Disponível em <<https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2009/cd/p38.pdf>> Acesso em 21 mar. 2018.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

USGS. United States Geological Survey. **EarthExplorer**. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em 21 ago. 2017.

VALERIANO, Márcio de Morisson. **TOPODATA**: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos, 2008. Disponível em <<https://goo.gl/G8Mosc>> Acesso em 24 Abr. 2017.

Recebido em: 29/03/2018

Aceito para publicação em: 23/05/2018