

CAPÍTULO 7

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL MATA DOS GODOY – LONDRINA-PR

DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/planar07>

Pâmela da Silva Gaedke

Marciel Lohmann

Ronaldo Ferreira Maganhotto

Rafael Pietroski Galvão

William Henrique Kurunczi Ferreira

VOLTAR AO SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Historicamente, as intervenções antrópicas no meio ambiente ocorrem de modo a proporcionar subsídios para o consumo de bens, que cresce a cada dia e demanda ainda mais matéria-prima e espaços para a produção. Tal fato ocasiona a conversão de áreas naturais em ambientes de exploração e consequente degradação, causando alteração nos mais diferentes biomas terrestres.

Diante da pressão causada pela exploração nos ambientes, a perda de biodiversidade cresce a cada dia, de forma que muitos biomas se fragmentam a ponto de estarem representados por pequenas áreas em meio aos ambientes urbanos e rurais. Diante deste cenário e da necessidade de preservação e conservação destes espaços, surgiu a necessidade da criação de ambientes protegidos por lei, a fim de manter os remanescentes dos ecossistemas nativos, buscando reduzir a perda da biodiversidade e garantindo a longevidade, mesmo que de pequenas porções, dos diferentes biomas.

As Unidades de Conservação (UCs), no Brasil tem tido um papel fundamental na conservação e preservação dos recursos naturais. Estas unidades são regidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que estabelece as normas e critérios para a criação e gestão destas unidades sob a lei federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000.

Devido ao impacto que estas Unidades possuem em seu entorno, podendo afetar a biodiversidade das UCs, as zonas de amortecimento (ZA) possuem o papel de proteção do entorno, funcionando como um filtro contra as agressões externas, reduzindo as invasões humanas e de espécies exóticas, assim como a extração de organismos, contaminação por agrotóxicos, ruídos entre outros (TAMBOSI, 2008, p. 10).

Apesar dos objetivos de preservação das ZA, seu uso é permitido, desde que não entrem em conflito com os objetivos da criação da UC, onde as atividades são sujeitas a restrições, visando minimizar os impactos negativos sobre a unidade, onde a fiscalização é realizada pelo órgão responsável pela

administração da unidade. No caso da área de estudo, essa administração é realizada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que atualmente está vinculado ao Instituto Água e Terra (IAT).

Levando em consideração tal importância, o manejo e/ou gestão destas ZA, podem impactar de maneira significativa a UC. Para garantir a efetiva gestão da proteção e conservação destas Unidades, o Plano de Manejo possui um importante papel, na medida em que visa dispor de informações que regem o estudo da UC, com informações, análises e diagnósticos importantes para a tomada de decisões, que leve em consideração as peculiaridades de cada unidade, além de possuir caráter preventivo, deve conter todas as normas que irão regular a unidade de conservação e seu entorno.

Dentre as diferentes metodologias para dar suporte na construção do Plano de Manejo, as caracterizações dos aspectos físicos da área se fazem fundamentais, já que tem como principal objetivo mapear as porções mais frágeis da unidade bem como definir o zoneamento ambiental. Este mapeamento permite definir as áreas mais frágeis e que por sua vez merecem mais atenção, já que é uma medida da sensibilidade intrínseca dos ecossistemas às pressões ambientais. No entanto, o grau de impacto sobre o ambiente pode ser maior ou menor diante das características do ambiente (VALLE *et al.*, 2016).

Nesse sentido, os Índices de Representação do Relevo (IRR) possibilitam a compreensão dos processos geomorfológicos e a classificação dos solos. Entre os diversos índices possíveis de serem extraídos a partir do MDT, estão: o índice Altitude Above Channel Network (AACN) que representa a distância vertical do local em relação ao canal de drenagem mais próximo, indicando possíveis problemas com saturação de água ou hidromorfismo (BÖHNER *et al.*, 2002). O atributo TWI sugere áreas em que fluxo de água são convergentes, ou que permaneçam por longos períodos saturados por água, indicando maior fragilidade (LIN *et al.*, 2006). O Multi Resolution Index for Valley Bottom Flatness (MRVBF), indica erosão ou deposição na paisagem (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2014; MCKENZIE e GALLANT, 2007). Já o LS simula a energia com que a água de escoamento superficial pode atingir no

local em questão, e indicando o potencial de erosão (MOORE *et al.*, 1993). Ainda se tem o Plano e Perfil de Curvatura que trazem informações referentes a morfologia das vertentes, fundamentam a compreensão da dinâmica de causa e efeito relacionada ao relevo, favorecendo a inferência da distribuição dos solos e na identificação de áreas sujeitas à erosão e sedimentação.

Partindo da necessidade da utilização de grande quantidade de dados que o mapeamento da fragilidade ambiental necessita, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas eficientes para a geração de produtos cartográficos, já que possuem capacidade para lidar com grande quantidade de dados, possibilitando o monitoramento e análise das mudanças em diferentes escalas e períodos (VALLE *et al.*, 2016). A manipulação de dados por meio destas ferramentas computacionais possibilita a geração de importantes instrumentos de gestão para órgãos públicos, visando o planejamento territorial, considerando as potencialidades e restrições.

Diante da efetividade e detalhamento de características possibilitadas pela aplicação dos IRR, este trabalho teve como objetivo analisar a fragilidade ambiental da zona de amortecimento do parque Estadual Mata Dos Godoy, a fim de disponibilizar subsídios para o planejamento e gestão da área.

ÁREA DE ESTUDO

O parque Estadual Mata dos Godoy se localiza na área rural do município de Londrina-PR e sua respectiva zona de amortecimento abrange os municípios de Arapongas, Apucarana e Londrina, localizado entre as coordenadas 23°22'43" 23°34'52" latitude sul e 51°23'30" 51°8'28" longitude oeste.

O parque Estadual Mata dos Godoy é uma UC classificada na categoria de Proteção Integral, tendo como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais.

O parque foi criado oficialmente pelo decreto n. 5.150 de 1989, e teve sua área ampliada pelo decreto estadual n. 3.917, possuindo atualmente uma

área de 690,17ha, sendo um dos últimos fragmentos de mata nativa (Floresta Estacional Semidecidual) do norte do Paraná, utilizado para atividades de educação ambiental, fiscalização e pesquisa, tendo a caça como uso conflitante segundo o Plano de Manejo da unidade (IAP, 2002).

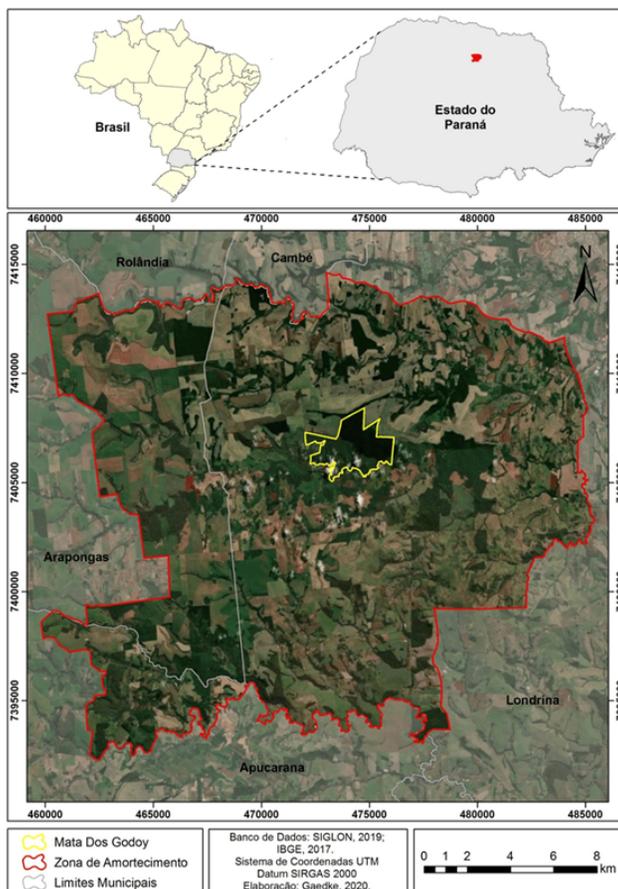
O parque que possui uma rica flora autóctone, também serviu de refúgio para uma diversidade de animais durante o desmatamento do norte do Paraná. Desta maneira, abrange uma variedade de espécies muito grande, fator que eleva a importância da preservação desta área.

A zona de amortecimento do parque possuía uma área de 556 km²; no entanto, o IAP, diante de estudos aplicados, viu a necessidade de redução desta área perante o processo de expansão da cidade de Londrina, sendo uma situação que promoveu conflitos com grupos ambientalistas da região (IAP, 2016). Diante disso, em 2019 foi aprovada a redução desta área para 389,94 km².

Um dos critérios para a criação da ZA foi abranger os fragmentos florestais ao entorno do parque. No entanto, grande parte da ZA possui características rurais tendo na agricultura e pecuária as atividades predominantes, o que eleva o potencial poluidor na área, visto que tais tipos de atividades possibilitam o uso de agrotóxicos que, com ação de agentes naturais, como os ventos e a chuva, podem impactar de forma negativa os recursos hídricos e o solo, podendo atingir a UC.

Diante disto, há a necessidade de se pensar um planejamento territorial que vise a integração de questões políticas, econômicas e ambientais com sustentabilidade, a fim de que promova um equilíbrio entre tais fatores, onde a cidade possa evoluir, abrindo espaços para a expansão urbana e industrial e, ao mesmo tempo, não impactando de forma negativa a UC.

Figura 1 – Mapa de localização da Zona de Amortecimento do parque Estadual Mata dos Godoy.



MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para a geração dos IRR segue principalmente as propostas metodológicas apresentadas por Maganhotto (2013, 2016 e 2019), na

geração de atributos topográficos a partir do MDT (Modelo Digital do Terreno) e suas respectivas análises combinadas para caracterização da área de estudo.

O MDT por meio de suas variações topográficas, permitem o entendimento da distribuição do fluxo d'água e desta maneira possibilita o estabelecimento das relações entre as formas do terreno e a variabilidade dos atributos do solo (PENNOCK, 2003). Em conjunto com os IRR possibilita a interpretação das relações físicas da paisagem, favorecendo a caracterização do relevo e da rede de drenagem, além dos parâmetros e processos condicionados pela variabilidade espacial, inerentes ao desenvolvimento dos solos (VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005; LARK, 1999; BERG; OLIVEIRA, 2000).

Sendo assim, para a execução dos objetivos preestabelecidos, foram utilizados arquivos *shapefiles* em escala de 1:50.000, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), dados de curvas de nível com 20m de equidistância e de pontos cotados fornecidos pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 2017). O limite do parque e sua zona de amortecimento foram disponibilizados pelo SIGLON (Sistema de Informação Geográfica de Londrina), além de informações sobre recursos hídricos do Instituto de Águas do Paraná, todos trabalhados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica).

De posse de dados altimétricos, foi gerado o MDT da Zona de Amortecimento a partir da ferramenta de interpolação *Topo to Raster* no *software* ArcGis 10.5, usado como base no cálculo de todos os índices de representação do relevo aqui empregados na terceira etapa. Ainda no mesmo *software*, foram produzidos os mapas de *Slope* (Declividade), *Profile Curvature* (Perfil de Curvatura) e *Plan Curvature* (Plano de Curvatura). Já os outros índices, tais como o *Channel Network Base Level* (CNBL), *Altitude Above Channel Network* (AACN), *Wetness Index* (TWI), *Multiresolution Index of Valley Bottom Flatness* (MRVBF) e *Ls Factor*, foram confeccionados a partir do *software* SAGA Gis 7.5.0, e atribuídos cinco classes de fragilidade (variando de muito baixo até muito alto) a cada índice com exceção do plano e perfil de curvatura que apresentam apenas três classes.

A *Altitude Above Channel Network* (AACN) de acordo com Prates *et al.* (2012, p. 409), é um índice que retrata a distância vertical da superfície em relação ao canal de drenagem mais próximo, como uma estimativa de energia potencial do terreno a processos erosivos e expressa em metros. Segundo Maganhotto (2013), valores baixos de AACN indicam locais onde o lençol freático pode estar mais próximo da superfície do solo, sendo caracterizadas como zonas de acumulação de sedimentos; valores intermediários indicam zonas de transferência de material em locais de maior declive; e valores maiores sinalizam os locais mais elevados da superfície geomórfica, se caracterizando como zonas mais propícias a perda de material.

Segundo Silveira *et al.*, (2014, p. 8), o índice *Slope* (Declividade) “é considerado como um importante atributo topográfico na identificação de processos de movimentação de massa, pois corresponde à inclinação do terreno em relação ao plano horizontal, expresso como a mudança de elevação sobre certa distância”. As classes de declividade adotadas apresentam os seguintes percentuais: de 0 – 3% de inclinação para relevos planos; 3 – 8% para relevos suavemente ondulados; 8 – 15% para relevos ondulados; 15 – 30% para relevos moderadamente ondulados; >30% para relevos fortemente ondulados e montanhosos.

O *Profile Curvature* ou Perfil de Curvatura, segundo Capoane *et al.* (2015, p. 474) refere-se “à forma da vertente analisada em perfil, podendo ser dos tipos convexa, côncava ou retilínea. É um fator com forte influência na aceleração ou desaceleração do fluxo de água em uma encosta, contribuindo assim, para processos denudacionais e agradacionais”. Desta maneira, foram adotados valores superiores a 0,05 na representação de segmentos côncavos; inferiores a -0,05 para segmentos convexos; e valores entre -0,05 a 0,05 para segmentos retilíneos de vertente.

O *Plan Curvature* ou Plano de Curvatura, também está associado à “caracterização de processos de transporte de sedimentos, pois demonstra o caráter divergente e convergente dos fluxos de matéria e fluxos hídricos superficial e subsuperficial sobre as vertentes, quando as mesmas são análi-

sadas em projeção horizontal”. Sendo assim, tal índice de representação do relevo foi organizado em três classes, cujo valores inferiores a -0,02 expressam segmentos convergentes; superiores a 0,02 segmentos divergentes; e valores intermediários a -0,02 e 0,02, caracterizam segmentos planares (SILVEIRA *et al.*, 2014, p. 13).

O *Wetness Index* (TWI), ou Índice de Umidade, é usado para “caracterização da distribuição de zonas de saturação superficial, evidenciando áreas de acumulação de água no relevo” (SILVEIRA, 2013, p. 629). Desse jeito, por meio da relação entre a umidade real dos solos e o TWI, “identificou-se que para solos bem drenados, o índice varia entre 4 e 5; em solos moderadamente drenados ele varia entre 5 e 7; e em solos mal drenados, os índices apresentam valores acima de 7” (PRATES *et al.*, 2012, p. 409).

O índice *LS Factor*, ou Fator LS, representa o efeito da topografia sobre a erosão, de forma que, quanto maior o fator, maior será o potencial erosivo, reproduzindo o efeito combinado do comprimento e grau de declive da encosta (MAGANHOTTO *et al.*, 2016). Como parâmetros para o índice, “locais com valores de 0 a 4 estão livres dos processos erosivos; de 4 a 6 são propícios, dependendo do seu uso e manejo; e entre 6 e 10 caracterizam-se como locais altamente propensos aos processos erosivos” (MAGANHOTTO, 2013, p. 56).

Por fim, o índice *Multiresolution Index of Valley Bottom Flatness* (MRVBF), conhecido também por Potencial de Erosão e Sedimentação, tem seu uso no mapeamento de áreas de sedimentação e deposição na paisagem. Define e distingue os fundos de vale de encostas e combina diferentes paisagens em um único índice, de maneira que valores menores a 0,5 reportam-se às encostas; valores entre 0,5 e 1 correspondem a pequenos fundos de vale; e maiores que 1 a fundos de vale maiores. Há também a relação dos valores deste atributo com os processos erosivos, onde “os valores inferiores a 0,5 são áreas propícias à erosão, enquanto os superiores a 0,5 estão mais relacionados à deposição” (MAGANHOTTO, 2013, p. 55).

Após a geração individual de cada índice para a área de estudos, foi realizada a reclassificação de cada um deles por meio da ferramenta *Reclassify*, onde foram atribuídos pesos que correspondem aos valores de 1 a 5, onde representavam os cinco níveis de fragilidade, representando respectivamente a fragilidade “muito baixa”, “baixa”, “média”, “alta” e “muito alta” (tabela 1).

Em seguida, foi utilizado o procedimento de álgebra de mapas para a distribuição dos pesos onde representam os níveis de relevância de cada índice na equação: Slope (1); Perfil de Curvatura (0,5); Plano de Curvatura (0,5); AACN (2); TWI (1,5); MRVBF (3); Ls Factor (1,5). A junção dos índices com os respectivos pesos corresponde ao mapa de fragilidade ambiental da zona de amortecimento, que representa a sobreposição das informações levando em consideração o grau de significância de cada um.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 apresenta as classes destinadas a cada IRR, as áreas correspondentes em km² e porcentagem, além dos pesos destinadas a cada uma das classes de cada índice, para a reclassificação das informações.

A distribuição dos pesos visou relacionar os altos valores para as classes que representavam maior degradação como por exemplo, quanto maior o potencial erosivo, maior o peso destinado, e os menores valores para as classes que representam maior preservação dos ambientes, como por exemplo, quanto menor o potencial erosivo, menor o peso atribuído.

A declividade da área apresenta uma maior presença de declividades entre 8 e 30%, ou seja, relevos ondulados e moderadamente ondulados, representadas em 229,65 km² da zona de amortecimento, estando presente em todas as porções da ZA, no entanto menos presente na porção noroeste.

Tabela 1 – Dados referentes aos IRRs.

	Classes	Área (Km ²)	Área (%)	Pesos
MRVBF	0 - 0,25	178,23	46%	5
	0,25 - 0,5	73,98	19%	3
	0,5 - 2,5	111,25	29%	1
	2,5 - 3,5	20,30	5%	2
	> 3,5	5,74	1%	4
AACN	0 a 3	42,46	11%	5
	3 a 6	15,77	4%	4
	6 a 10	16,85	4%	3
	10 a 20	37,92	10%	2
	> 20	276,51	71%	1
TWI	0 a 5	1,63	0%	1
	5 a 7	146,28	38%	2
	7 a 8	122,84	32%	3
	8 a 10	95,49	24%	4
	> 10	23,26	6%	5
LS FACTOR	0 a 2	236,20	61%	1
	2 a 4	107,57	28%	2
	4 a 6	35,85	9%	3
	6 a 8	8,72	2%	4
	> 8	1,17	0%	5
Declividade	0 a 3%	40,98	11%	1
	3 a 8%	99,33	25%	2
	8 a 15%	116,88	30%	3
	15 a 30%	112,78	29%	4
	> 30%	19,98	5%	5
Plano de Curvatura	Convergente	121,00	31%	5
	Planar	151,23	39%	2
	Divergente	117,72	30%	3
Perfil de Curvatura	Convexo	107,31	28%	3
	Retilínio	174,27	45%	2
	Côncavo	108,37	28%	4

Elaboração: Gaedke (2020).

A classe com declividade superior a 30% possui maior influência na velocidade de escoamento da água, se caracterizando por relevos fortemente ondulados, locais onde a erosão ocorre com maior intensidade. Esta classe ocupa 5% da área (19,98 km²), estando mais presente nas porções leste e sul. As classes com declividades de 0 a 8% se caracterizam por relevos planos e sua-

vemente ondulados, áreas onde a deposição de sedimentos ocorre de maneira mais frequente, essas áreas de localizam com maior concentração na porção noroeste, ocupando cerca de 35 % da ZA.

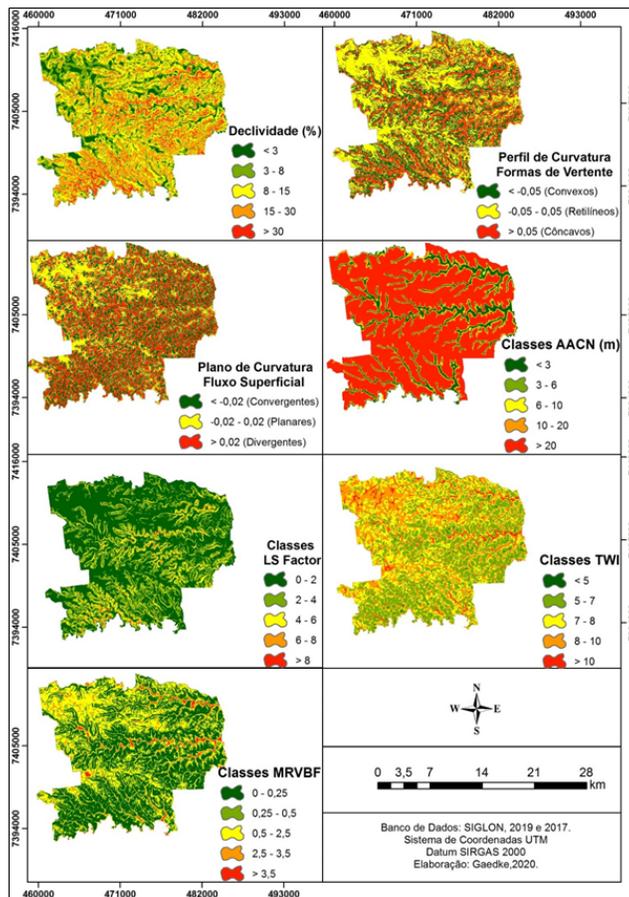
O índice AACN demonstra que grande porção da zona de amortecimento apresenta grandes extensões de áreas onde a perda de material predomina, representados pela classe com valores superiores a 20, ocupando cerca de 276 km² da área, ou seja, 71%. A classe que apresenta as zonas de acumulação de sedimentos, se localizam próximos as ramificações dos corpos d'água, onde o lençol freático está mais próximo do solo. Esta classe ocupa 11% da área e estão circundadas pelas classes médias que correspondem as classes de transferência de material, localizado nos locais de maior declive.

O mapa que espacializa dados do índice Ls Factor onde ocorre a combinação do comprimento, grau e declive da encosta, demonstra que grande parte da ZA possui baixo potencial erosivo, representados pelos intervalos de 0 a 4 ocupando 89% da área (343,76 km²). Na medida em que o Ls aumenta, as áreas representadas reduzem, já que o alto potencial erosivo, com Ls maior que 8 da área está presente de forma fragmentada e pouco concentrada, estando mais presente na porção sul e centro da ZA, representando apenas 1,17 km². Já o Ls entre 6 e 8, segue a mesma dinâmica, estando concentrado nas mesmas áreas e quase que nas mesmas proporções, no entanto um pouco mais presente ocupando cerca de 8,71 km² (2%). Já a classe que representa médio potencial erosivo ocupa 35,84 km² (9%) da área, presentes em maior quantidade na porção central, sudoeste e leste da ZA.

A representação das áreas de erosão e deposição representadas pelo índice MRVBF apresenta a predominância da erosão, presente em 94% da ZA em diferentes níveis, somando 363,46 km², refletindo o alto potencial erosivo da área de estudo. As encostas representadas pelos valores menores que 0,5 representam uma área de 252,21 km² (65%), especializados por toda a área onde os menores índices estão presentes na porção sul e centro-leste da ZA, o restante da área está representado por grandes fundos de vale, onde os maiores índices estão localizados na porção central de forma quase linear e na porção noroeste com o mesmo padrão.

O índice de umidade, ou seja, o TWI, indica que 62% da área possui solos mal drenados, ocupando cerca de 241,59 km², presentes de forma mais concentrada na porção noroeste e leste da ZA, mas também presentes em pequenos fragmentos de forma menos concentrada por toda a área. Já os solos bem drenados foram os menos representativos ocupando cerca de 1,63 km², localizados de forma fragmentada na porção extremo sul, leste e central.

Figura 2 – Mapa dos Índices de Representação do Relevo da ZA.



Elaboração: Gaedke (2020).

O perfil de curvatura que apresenta os tipos de vertente apresenta predominância do tipo retilínea presente em 45% da área ocupando cerca de 174,27 km². As vertentes do tipo côncavo e convexo estão distribuídas pela ZA quase que na mesma proporção, com 28% cada uma, onde a primeira tem tendência a possuir o fluxo de água mais concentrado estando presente em maior concentração na porção sul e leste da ZA e menos presente na porção noroeste, correspondendo a 108,36 km² e a segunda presente de forma mais concentrada na porção noroeste e oeste, com 107,30 km² em toda a área.

O plano de curvatura identifica as áreas com locais coletores e dispersores do fluxo de água. As vertentes planares estão presentes em maior parte da área ocupando 151,23 km² (39%). As vertentes do tipo convergentes correspondem a 121 km² (31%) da ZA.

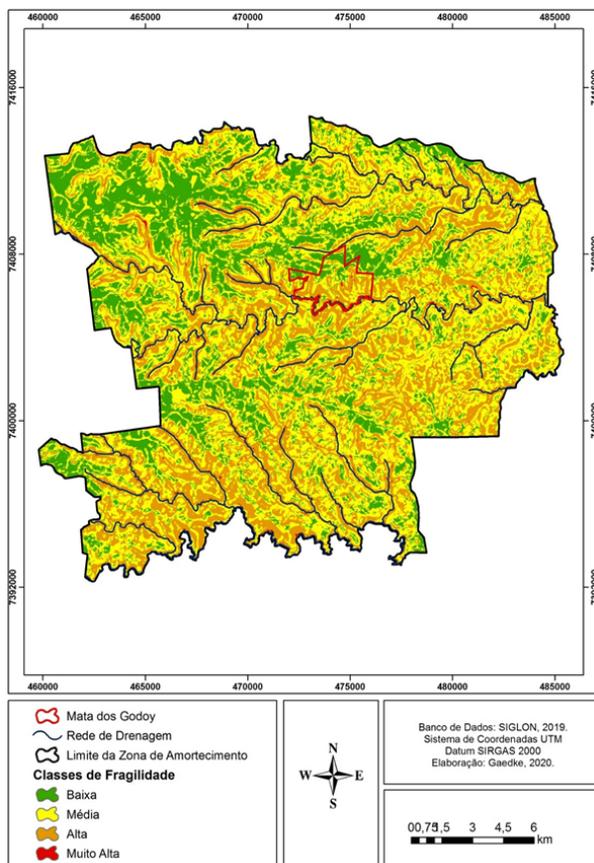
O mapa da figura 3 ilustra a sobreposição das informações referentes a cada índice (AACN, Slope, Perfil e Plano de Curvatura, TWI, Ls Factor e MRVBF). A partir da álgebra de mapas e dos pesos atribuídos, a classe “muito baixa” não foi identificada, apenas as classes baixa, média, alta e muito alta.

Diante da distribuição das classes de fragilidade na área de estudo, foi possível identificar que a classe que obteve maior representatividade foi a média com 185,27 km² (48%), estando mais presente na porção sul e centro leste da área. Tais áreas se caracterizam por obterem maior quantidade de médio potencial erosivo em relação às demais porções da área, com maior concentração de superfícies de erosão.

Já a classe que obteve menor representatividade na ZA foi a classe de fragilidade muito alta, com 1,99 km² (1%) distribuídos de forma fragmentada pela área, mais presente na porção sul e central sentido oeste, que correspondem a áreas com maiores limitações, dispostas sobre a área de modo a sobrepor as áreas com alta fragilidade. Esta por sua vez, se apresenta de forma distribuída por toda a área, no entanto em menor quantidade na porção noroeste e com maior concentração na porção sul, centro e leste da ZA, totalizando 115,07 km² (30%).

A porção noroeste da bacia concentrou em maior quantidade a classes de baixa fragilidade, ocupando cerca de 87,15 km² (22%), mais presentes além desta, na porção centro norte e centro sul. Em tais áreas há superfícies com problemas relacionados à erosão, solos mal drenados, e áreas mais extensas de zonas de acumulação, já que também apresentam menores declividades, com predominância de superfícies planas.

Figura 3 – Mapa de fragilidade ambiental da Zona de Amortecimento do parque Estadual Mata dos Godoy



Elaboração: Gaedke (2020).

Dessa maneira, foi possível identificar alguns padrões na área de estudo. O mais evidente está relacionado à porção noroeste da bacia, pois apresentou os mesmos padrões quanto aos índices de declividade, apresentando as duas menores classes que correspondem aos índices menores que 3% e de 3 a 8% de inclinação, além do Plano de curvatura com superfícies predominantemente planares (-0,02 – 0,02) e quanto ao índice MRVBF, apresentou superfícies erosivas em sua maioria com valores de 0,5 a 2,5.

Outro padrão possível de identificar foi relacionado às porções sul e leste da ZA, apresentando relevos fortemente ondulados com declividades mais altas, perfil de curvatura com vertentes mais côncavas indicando fluxos mais concentrados de água e MRVBF com superfícies de erosão com valores menores (0 – 0,25).

Já os índices de AACN e TWI indicaram resultados em áreas padronizadas referente a ramificações da porção centro-leste, apresentando alto potencial erosivo com índices superiores a 10 e maiores zonas de acumulação com valores superiores a 3.

Tendo em vista o exposto, e analisando a imagem da figura 1, percebe-se a falta de vegetação da zona de amortecimento, já que esta é composta em sua maioria por pastagens e agricultura com poucos fragmentos de floresta que geralmente se encontram em estágios precoces de sucessão e marcados por influências antrópicas (SACRAMENTO, 2016). Tais usos podem intensificar o impacto dos processos de erosão da área, fazendo-se necessário o uso de forma racional e equilibrada, já que as manutenções dessas atividades acabam sendo alternativas não viáveis ao meio natural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises possibilitadas pelo auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) permitiu manipular os dados, a fim de espacializar as informações e tornar a dinâmica da área visível, facilitando assim a compreensão

e, conseqüentemente, a gestão territorial. Dessa maneira, apresenta-se como uma importante ferramenta no processo de gestão e planejamento territorial.

Os Índices de Representação do Relevo se mostraram importantes e eficientes no detalhamento dos processos geomorfológicos da zona de amortecimento, permitindo a compreensão da dinâmica de modo individual e combinado, interligando características dos processos geomorfológicos, parâmetros pedológicos e comportamento das vertentes. Com isso, é possível afirmar que a ZA do parque Estadual Mata dos Godoy possui em sua predominância uma fragilidade média, estando ausente a fragilidade muito baixa dentre as categorias.

Importante ainda salientar que a ZA, por ser um filtro das agressões externas à unidade de conservação, serve para prevenir que haja algum tipo de degradação que possa pôr em risco a integridade da UC. Assim, as zonas de amortecimento devem admitir somente atividades antrópicas que não prejudiquem o objetivo da conservação. Desse modo, é imperativo instituir formas de planejamento e de gestão para as zonas de amortecimento, de modo a possibilitar o sustento econômico e, ao mesmo tempo, conter o efeito de borda decorrente da ação antrópica no sistema natural da unidade de conservação.

Nesse sentido, torna-se de fundamental importância os estudos que demonstrem a fragilidade ambiental da ZA; pois, com o conhecimento espacial das áreas frágeis, tais áreas podem ser constantemente monitoradas pela administração do parque para que os impactos inicialmente detectados não avancem para o interior da área protegida.

REFERÊNCIAS

BERG, M. van den; OLIVEIRA, J. B. Variability of apparently homogeneous soilscapes in São Paulo State, Brazil. II. Quality of soil maps. **Rev Bras de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 393-407, 2000.

BÖHNER, J.; KÖTHE, R.; CONRADO, O.; GROSS, J.; RINGELER, A.; SELIGE, T. Soil regionalization by means of terrain analysis and process parameterisation. In: MICHELI, E.; NACHTERGALE, F.; MONTANARELLA, L. (org.). **Soil classification 2002**. European Soil Bureau - Research Report, Luxembourg, 2002. pp. 213-222.

CAPOANE, Viviane *et al.* Uso de atributos topográficos para predição de áreas propensas a perda e a deposição de sedimento em uma bacia hidrográfica do planalto do Rio Grande do Sul. **Rev Bras de Geomorfologia**, v. 16, n. 3, 2015.

CARVALHO JUNIOR, W.; LAGACHERIE, P.; CHAGAS, C. S.; CALDERANO FILHO, B.; BHERING S. B. A regional-scale assessment of digital mapping of soil attributes in a tropical hillslope environment. **Geoderma**, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.06.007>>. Acesso em: 23 jul. 2019.

IAP-INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Plano de Manejo do parque Estadual Mata dos Godoy. Curitiba-PR, dez. 2002.

ITCG, DIVISÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DO PARANÁ. **Dados Geoespaciais de Referência**. 2017. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8>>. Acesso em: 23 de jul. de 2019.

LARK, R. M. Soil-landform relationships at within-field scales: an investigation using continuous classification. **Geoderma**, Amsterdam, v. 92, p.141-165, 1999.

LIN, H. S.; KOGELMANN, W.; WALKER, C.; BRUNS, M. A. 2006. Soil moisture patterns in a forested catchment: A hydropedological perspective. **Geoderma**, n. 131. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.03.013>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira. A determinação dos índices de representação do relevo como suporte ao zoneamento ambiental de unidades de conservação. 2013. Tese (doutorado em Geografia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira *et al.* Os Índices de Representação do Relevo como Suporte para o Zoneamento Ambiental de Unidades de

Conservação – Estudo de Caso da Floresta Nacional de Irati. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 168-181, 2016.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira; LOHMANN, Marciel; SOUZA, Luiz Claudio de Paula. A readequação do zoneamento ambiental da Flona de Irati a partir dos índices de representação do relevo. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 11, p. 32-50, dez. 2019.

MCKENZIE, N. J., GALLANT, J. C. Digital soil mapping with improved environmental predictors and models of pedogenesis. *In*: LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A.; VOLTZ, M. (org.). **Digital Soil Mapping**. Amsterdam: Editora Elsevier, 2007, pp. 327-349.

PENNOCK, D. J. Terrain attributes, landform segmentation, and soil redistribution. **Soil e Tillage Research**, Amsterdam, v. 69, p. 15-26, 2003.

PRATES, Venina; SOUZA, Luiz C. de P.; OLIVEIRA JUNIOR, Jairo C. de. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. **Rev Bras de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 408-414, 2012.

SACRAMENTO, B. H. Análise multicritério aplicada ao zoneamento ambiental em parte da região metropolitana de Londrina. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

SEMA/IAP. **Relatório e Justificativa Técnica para Alteração da Zona de Amortecimento do parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina, maio 2016.

SILVEIRA, Claudinei Tabora *et al.* Mapeamento preliminar da suscetibilidade natural a movimentos de massa da Serra do Mar Paranaense apoiado na análise digital do relevo. **Rev Bras de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, 2014.

TAMBOSI, Leandro Reverberi. Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento. Dissertação (mestrado em Ecologia), **Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo**, 2008.

VALLE, I. C.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**. 2016; 23(2): 295-308.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. *In*: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P. da; CARDOSO, E. J. (ed.). Tópicos em Ciência do Solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, p. 145-192, 2005.