

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v28i70.4078>
Recebido em: 08/05/2023; aprovado para publicação em: 28/05/2023

**Fragilidade Física Ambiental na Reserva Biológica das
Araucárias, PR**

***Physical Environmental Fragility in the Araucarias Biological
Reserve, PR***

***Fragilidad Física Ambiental en la Reserva Biológica de las
Araucarias, PR***

Ronaldo Ferreira Maganhotto¹
Amanda Chumlhak²
Karla Nadal³
Marciel Lohmann⁴

¹Doutor e mestre em Geografia Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor lotado no Departamento de Turismo. Linhas de atuação: Turismo em áreas Naturais, Geografia Física/Geoprocessamento, Desenvolvimento Comunitário. **E-mail:** ronaldomaganhotto@gmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-0659-1481>

²Turismóloga pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). **E-mail:** amandachumlhak@gmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5565-3760>

³Doutoranda em Desenvolvimento Comunitário na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Mestre em Gestão de Políticas Públicas pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). **E-mail:** knadal@unicentro.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-3413-0140>

⁴Mestre e doutor pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), professor lotado no Departamento de Geomática, na Universidade Estadual de Londrina (UEL). **E-mail:** marciel@uel.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-9243-5412>

Resumo: O estudo das interações físicas ambientais tornou-se um valioso instrumento no planejamento ambiental de unidades de conservação. Assim, a presente pesquisa tem por objetivo investigar a Fragilidade Física Ambiental na Reserva Biológica (REBIO) das Araucárias. Para isto, utilizou-se a metodologia de Ross (1994), correlacionando aspectos físico e biológico (declividade, solo e uso), quantificando e espacializando diferentes Classes de Fragilidade Ambiental. De posse destas classes, verificou-se que 50% da unidade dispõe-se em condições de Fragilidade Física Ambiental (Fragilidade Emergente) Muito Baixa e Baixa. No entanto, evidenciaram-se associações físicas preocupantes em 27% da unidade, decorrentes de usos de grau de proteção Muito Baixo e Médio, relacionados às classes de Fragilidade Potencial Média, Alta e Muito Alta. Neste contexto, orienta-se a adequação das formas de uso das Classes de Fragilidade Emergentes Alta e Muito Alta, a fim de assegurar a preservação ambiental da REBIO das Araucárias.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental; Fragilidade Física; Unidades de Conservação.

Abstract: The study of physical environmental interactions has become a valuable tool in the environmental planning of conservation units. So, this research aims to investigate the Physical Environmental Fragility in the Araucarias biological reserve (REBIO). For this, the methodology of Ross (1994) was used, correlating physical and biological aspects (slope, soil, and use), quantifying and spatializing different classes of environmental fragility. In possession of these classes, it was found that 50% of the unit is in conditions of Very Low and Low physical environmental fragility (Emergent Fragility). However, it was evidenced worrying physical associations in 27% of the unit, resulting to Very Low and Medium protection degree uses related to Medium, High, and Very High Potential Fragility classes. In this context, it is oriented to adapt the forms of use of the High and Very High Emergent Fragility Classes, in order to ensure the environmental preservation of the Araucarias biological reserve.

Keywords: Environmental Planning; Physical Fragility; Conservation Units.

Resumen: El estudio de las interacciones físicas ambientales se ha convertido en una valiosa herramienta en la planificación ambiental de unidades de conservación. Así, la presente pesquisa tiene como objetivo investigar la Fragilidad Física Ambiental en la Reserva Biológica (REBIO) de las Araucarias. Para ello, se utilizó la metodología de Ross (1994), correlacionando los aspectos físico y biológico (pendiente, suelo y uso), cuantificando y espacializando diferentes Clases de Fragilidad Ambiental. Con estas clases en mano, se verificó que el 50% de la unidad se encuentra en condiciones de Fragilidad Física Ambiental (Fragilidad Emergente) Muy Baja y Baja. Sin embargo, se observaron asociaciones físicas preocupantes en 27% de la unidad, derivadas de usos de grado de protección Muy Bajo y Medio, relacionados con las clases de Fragilidad Potencial Media, Alta y Muy Alta. En ese contexto, se orienta la adecuación de las formas de uso de las Clases de Fragilidad Emergente Alta y Muy Alta, con el fin de garantizar la preservación ambiental de la REBIO de las Araucarias.

Palabras clave: Planificación Ambiental; Fragilidad Física; Unidades de Conservación.

1 INTRODUÇÃO

A utilização irracional dos recursos naturais aliada às atividades que agridem diretamente a natureza potencializou, nas últimas décadas, os impactos ambientais. Tal realidade propiciou a formulação de leis e diretrizes que visem à diminuição destes impactos.

No Brasil, com publicação da Lei n. 9.985 (Brasil, 2000), Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabeleceram-se critérios e normas para a criação, implementação e gestão das Unidades de Conservação (UCs); houve um avanço nas áreas protegidas, dividindo-as em dois grupos: proteção integral e uso sustentável.

O objetivo básico das unidades de proteção integral (Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestre) é preservar a natureza, sem a intervenção humana utilizando-se de forma indireta dos recursos naturais; já as unidades de uso sustentável (Florestas Nacionais, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural) permitem diferentes tipos de interferência humana de maneira sustentável, ou seja, o uso direto dos recursos de maneira controlada, priorizando a conservação da biodiversidade.

Apesar da legislação, as unidades de conservação enfrentam uma série de problemas relacionados à regulamentação fundiária, à carência de recursos humanos e financeiros e à necessidade de informações técnicas científicas subsidiando o planejamento e a gestão dessas áreas.

De acordo com o pressuposto de que a preservação ambiental está relacionada ao uso do solo de forma compatível a sua Fragilidade Física Ambiental, entende-se que a correlação da declividade, solos e uso podem fornecer subsídios para o reconhecimento de áreas que evidenciem maior ou menor vulnerabilidade. Com base nessa premissa, pontua-se a seguinte questão: o uso do solo na REBIO das Araucárias é compatível com sua Fragilidade Física Ambiental?

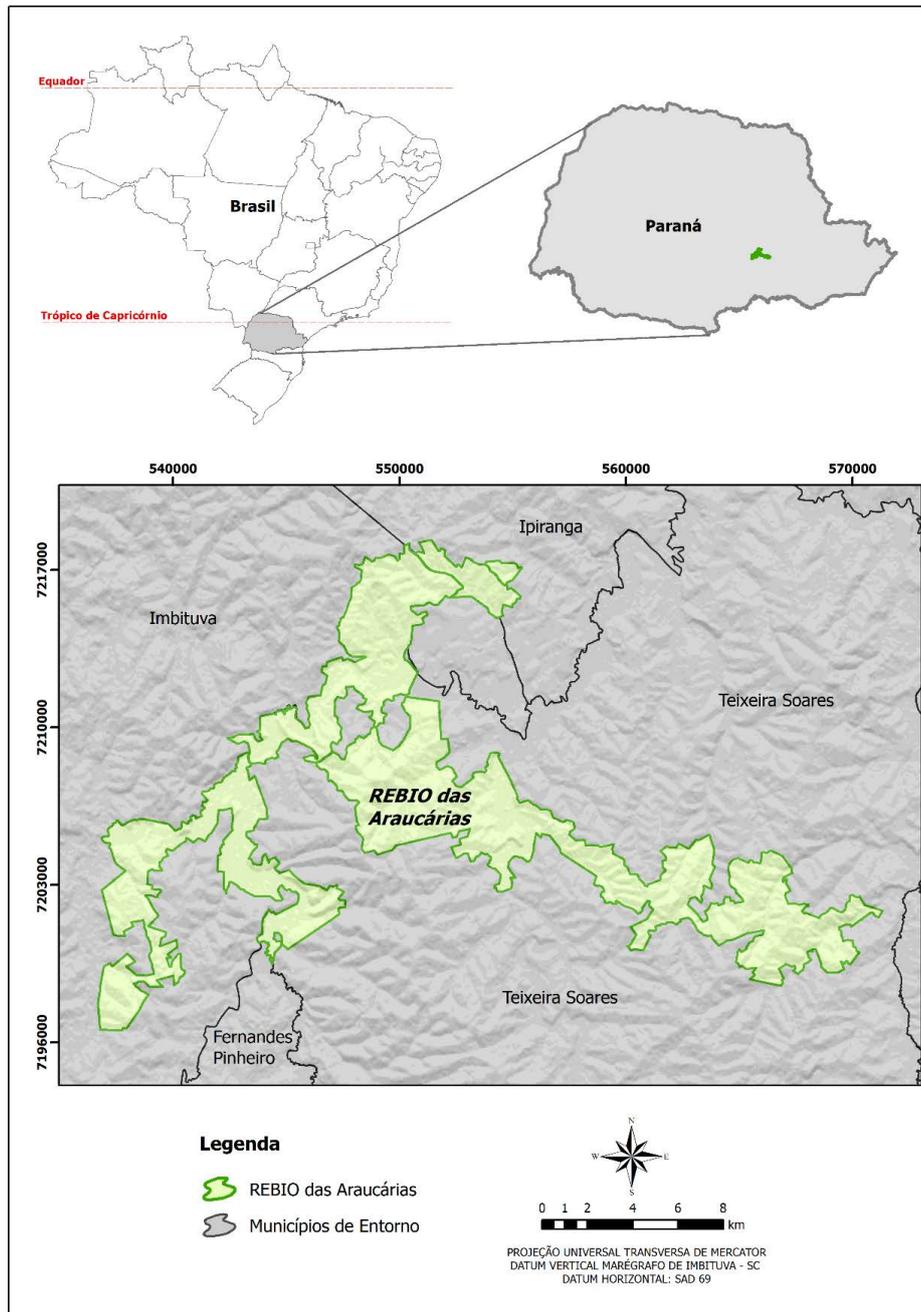
Desta feita, a presente pesquisa tem por objetivo identificar a Fragilidade Física Ambiental na REBIO das Araucárias. Criada em 2006, a

unidade soma 14.930,49 ha, sob os municípios de Teixeira Soares, Imbituva e Ipiranga. A reserva abriga espécies ameaçadas de extinção, sítios arqueológicos, mananciais, planícies, floresta de galeria e campos úmidos, apresentando possibilidade de conexão à Floresta Nacional (FLONA) de Irati.

A identificação de áreas com maior ou menor fragilidade orienta a compatibilidade entre grau de fragilidade, tipologia e intensidade de uso, equivalência esta necessária à conservação dos recursos naturais. Diante destas informações, acredita-se que a presente pesquisa poderá auxiliar a regulamentação fundiária da REBIO, a elaboração do seu plano de manejo, assim como a gestão da reserva biológica.

Além disso, estudos direcionados às Unidades de Conservação contribuem para ações de preservação do meio ambiente, estando, assim, alinhados à agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Desenvolvimento Sustentável.

Figura 1 – Localização REBIO das Araucárias



Fonte: Maganhotto *et al.* (2020).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama das Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação têm como diretriz preservar representações amostrais significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, *habitats* e ecossistemas do território nacional e das águas que abrangem a unidade, preservando a flora e a fauna existente. Além do mais, são responsáveis pelo uso racional de seus recursos, oferecendo para a comunidade de entorno a prática de atividades econômicas sustentáveis (Brasil, 2000).

A Lei n. 9.985, de 18/07 (Brasil, 2000), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define, em seu artigo 2º, Unidade de Conservação como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

As UCs estão classificadas em dois grupos: as de proteção integral e as de uso sustentável. As unidades de proteção integral têm como objetivo básico preservar as características naturais admitindo somente o uso indireto dos seus recursos. As unidades que fazem parte de proteção integral são: as Reservas Biológicas (REBIO), as Reservas Ecológicas (RE), as Estações Ecológicas (ESEC), os Parques Nacionais (PARNA) e as Reservas Particulares do Patrimônio Nacional (RPPN). As Reservas Biológicas (REBIO), objeto da pesquisa em tela, são compostas por áreas naturais onde não são permitidas atividades humanas que envolvam espécies da fauna ou flora (Brasil, 2000).

Já as UCs de uso sustentável ou de uso direto são aquelas onde deve haver conservação das características naturais, permitindo-se a exploração de parte dos recursos acessíveis em condução de manejo sustentável. As unidades de conservação que fazem parte deste grupo são: Florestas Nacionais (FLONA), Áreas de Proteção Ambiental (APA), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e Reservas Extrativistas (RESEX).

A primeira UC criada foi o Parque Nacional de Yellowstone nos Estados Unidos, em 1872, que serviu como inspiração para outros países seguirem o modelo. No Brasil, algumas áreas protegidas também seguiram o exemplo para estabelecer as relações entre os recursos naturais e o homem.

Segundo o cadastro nacional de Unidades de Conservação, o Brasil tem 2.201 UCs, entre federais, estaduais ou municipais. Destas, 698 são de proteção integral, como monumentos naturais, estações ecológicas, parques nacionais, estaduais ou municipais e reservas biológicas (Brasil, 2018).

De acordo com o SNUC (Brasil, 2000), toda UC, incluindo sua zona de amortecimento e entorno, deve possuir um plano de manejo para delimitar seu uso. A fauna da UC deve ser inventariada, adicionada ao seu plano de manejo e atualizada durante sua revisão (Galante; Beserra; Menezes, 2002).

O plano de manejo para Unidades de Conservação foi definido pela Lei n. 9.985, de 18/07/2000, como um documento técnico com fundamento nos objetivos gerais de uma UC, o qual estabelece seu zoneamento e normas que devem conduzir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, como também a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão do espaço. Além disso, o plano de manejo tem como propósito levar o cumprimento dos objetivos determinados na sua criação, orientar a gestão e promover o manejo destas áreas (Brasil, 2000). Neste contexto, evidencia-se a necessidade de estudos ambientais como a identificação da Fragilidade Física Ambiental, subsidiando o entendimento da dinâmica ambiental natural, bem como a elaboração do plano de manejo.

2.2 Fragilidade Física Ambiental: subsídio para o planejamento ambiental

De modo geral, o planejamento ambiental é um conceito empregado em diversas áreas do conhecimento, como uma definição que abrange processos e organizações para criar ações que buscam atingir objetivos e metas de cunho ambiental, servindo para controlar atividades antrópicas.

Para Tricart (1977), os ambientes devem ser analisados sob a ótica da Teoria Geral dos Sistemas, que parte do entendimento de que, na natureza, as trocas de energia e matéria se processam por meio das relações de

equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Assim, realizar a análise de fragilidade ambiental é, sobretudo, fomentar o planejamento ambiental de determinada área.

Ross (2006) ressalta que a correlação das informações resulta na identificação de espaços territoriais que podem ser denominados de unidades ambientais, unidades de paisagens ou sistemas ambientais, com base nos quais se formula o entendimento das fragilidades potenciais e emergentes, do potencial de recursos naturais e das potencialidades humanas dos grupos sociais que habitam esses lugares.

Nesse sentido, as potencialidades e fragilidades dos recursos naturais são avaliadas pelas informações de relevo (geomorfologia, pedologia, geologia, clima, águas e vegetação), as potencialidades e vulnerabilidades sociais dos recursos humanos são analisadas pelos dados de uso da terra e cobertura vegetal (atividades econômicas, condições de vida, demografia, entre outros). Ao analisar a fragilidade ambiental, é importante realizar o levantamento dos elementos que instituem o ambiente, seja ele natural ou modificado pelo homem, e, em seguida, abordar essas temáticas de forma integrada.

De acordo com Ross (2006, p. 60),

O relevo e os demais componentes da natureza devem ser levados em conta no processo de produção dos espaços, sob dois aspectos fundamentais: as potencialidades dos recursos naturais, diante das novas necessidades criadas pelas sociedades humanas, e as fragilidades dos ambientes naturais em função das interferências possíveis que as tecnologias, cada vez mais desenvolvidas, permitem.

A Fragilidade Física Ambiental foi classificada por Ross (1994) como: Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente. A primeira é caracterizada a partir das associações entre as condições clinográficas (relevo) e pedológicas (solos) avaliadas. Enquanto a segunda, a Emergente, além de considerar os elementos naturais observáveis na Fragilidade Potencial, acrescenta-se o fator humano, definido pela forma de como este utiliza o solo (Kawakubo *et al.*, 2005).

Valle, Grancelino e Pinheiro (2016) refere-se ao mapa de fragilidade ambiental como uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos para a elaboração do planejamento territorial ambiental, pois permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, coincidindo suas características naturais com suas restrições.

A identificação da fragilidade física dos ambientes, para ser passível de utilização em pesquisas, necessita de levantamento de campo e trabalhos escritos para a confecção dos produtos cartográficos. Os trabalhos realizados por Maganhotto *et al.* (2007) e Maganhotto, Santos e Oliveira Filho (2011) seguem essa estrutura de trabalho. Maganhotto *et al.* (2007) propuseram o uso da Fragilidade Física Ambiental como meio orientativo ao planejamento das trilhas ecoturísticas na RPPN de Itaytyba. Maganhotto, Santos e Oliveira Filho (2011), utilizando-se da metodologia de Ross (1994), elaboraram um levantamento da Fragilidade Física Ambiental da Florestal Nacional de Irati, identificando locais com menor e maior grau de fragilidades a fim de orientar o planejamento e o uso ecoturístico na unidade.

Neste contexto, verificou-se a aplicação da referida metodologia para o direcionamento de atividades ligadas ao turismo, bem como para suprir a necessidade de informação para subsidiar o manejo de unidade de conservação.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na presente pesquisa, foram selecionados alguns aspectos físicos e biológicos, como declividade, solo e uso, avaliando as características e obtendo resultados que definam os diferentes níveis de fragilidade ambiental da REBIO das Araucárias. Para isto, utilizou-se da Fragilidade Física Empírica Ambiental, metodologia proposta por Ross (1994), em que são correlacionadas a declividade, os solos e o uso.

A declividade influencia nos processos erosivos; conseqüentemente, as áreas com declives acentuados tendem a apresentar maiores níveis de fragilidade. As diferentes inclinações dos terrenos em relação a um eixo horizontal englobam fatores como formas de erosão, relevo, capacidade para uso agrícola, controle de ocupação urbana, manejos e práticas ecológicas

(Santos, 2004; Sousa Junior, 2005). Desta forma, esta variável se apresenta como sendo de fundamental importância na determinação da fragilidade do meio físico.

Para Ross (1994), as classes de declive fornecem informações ligadas ao grau de fragilidade da área em estudo, variando de acordo com o percentual de declividade, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Graus de Fragilidade Derivados da Declividade

| Valor | Classes de Fragilidade | Classes de Declividade |
|-------|------------------------|------------------------|
| 1 | Muito Baixa | Até 6% |
| 2 | Baixa | De 6% a 12% |
| 3 | Média | De 12% a 20% |
| 4 | Alta | De 20% a 30% |
| 5 | Muito alta | Acima de 30% |

Fonte: Ross (1994).

Conforme a metodologia proposta por Ross (1994), as classes atreladas aos solos são determinadas em função de algumas características pedológicas, como: textura, estrutura, consistência, grau de coesão e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Graus de Fragilidade Derivados dos Solos

| Valor | Fragilidade | Tipos de solos |
|-------|-------------|--|
| 1 | Muito Baixa | Latossolo Bruno, Latossolo Roxo, Latossolo-Textura Argilosa |
| 2 | Baixa | Latossolo Vermelho-Amarelo, Argilosos, Alissolos-Textura Média/Argilosos |
| 3 | Média | Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo-Textura Média/Argilosa |
| 4 | Alta | Argissolos-Textura Média/Arenosa, Cambissolos |
| 5 | Muito Alta | Neossolos, Organossolos |

Fonte: Ross (1994).

Sobre o uso, em vez de classes de fragilidade, os valores são referentes aos graus de proteção. Atribuem-se valores menores às coberturas vegetais que exercem maior grau de proteção ao solo, e valores maiores às áreas de menor grau de proteção, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Graus de Proteção Derivados da Cobertura Vegetal

| Valor | Proteção | Tipos de Cobertura Vegetal |
|-------|-------------|--|
| 1 | Muito Alta | Florestas e matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade |
| 2 | Alta | Formações arbustivas densas, mata homogênea de <i>Pinus</i> densa, pastagens |
| 3 | Baixa | Culturas de ciclo longo em curvas de nível, terraceamento com forrageiras entre ruas, pastagem com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosques de nativas |
| 4 | Baixa | Culturas de ciclo longo de baixa densidade, culturas de ciclo curto |
| 5 | Muito Baixa | Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solos expostos por arado/gradeação, solos expostos ao longo dos caminhos e estradas, terraplanagem |

Fonte: Ross (1994).

A correlação dos mapas de declividade e de solos resultou na Fragilidade Potencial da área, enquanto a Fragilidade Emergente foi alcançada a partir do cruzamento dos mapas de Fragilidade Potencial com de Uso do Solo.

O cruzamento das informações toma por base os valores atribuídos a cada classe, assim, os resultados obtidos variam entre números fracionários e inteiros. Como os números fracionários não estão estabelecidos na hierarquização das classes de fragilidade, utilizou-se a matriz de cruzamento dos mapas temáticos para a definição das classes de Fragilidade Potencial e Emergente, apresentados na Tabela 4. Ressalta-se que a grafia “x” da tabela abaixo refere-se ao cruzamento de valores temáticos, e não à multiplicação na fórmula.

Tabela 4 – Matriz para Cruzamento dos Mapas Temáticos

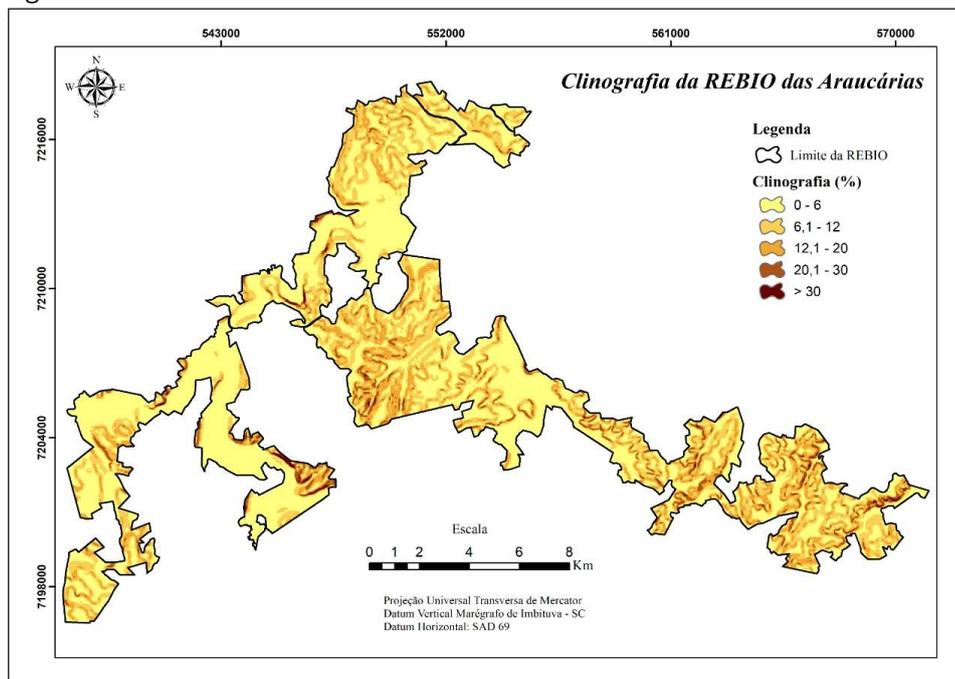
| Cruzamento das classes | Média dos valores atribuídos | Classes de fragilidade |
|--|------------------------------|------------------------|
| 1 x 1 (1) | 1 | 1 – M. Baixa |
| 1 x 2 (1,5); 1 x 3 (2); 2 x 1 (1,5); 2 x 2 (2); 3 x 1 (2) | 1,5 a 2 | 2 – Baixa |
| 1 x 4 (2,5); 2 x 3 (2,5); 3 x 2 (2,5); 4 x 1 (2,5) | 2,5 | 3 – Média |
| 1 x 5 (3); 2 x 4 (3); 2 x 5 (3,5); 3 x 3 (3); 3 x 4 (3,5); 4 x 2 (3); 4 x 3 (3,5); 5 x 1 (3); 5 x 2 (3,5) | 3 a 3,5 | 4 – Alta |
| 3 x 5 (4); 4 x 4 (4); 4 x 5 (4,5); 5 x 3 (4); 5 x 4 (4,5); 5 x 5 (5) | 4 a 5 | 5 – M. Alta |

Fonte: Tonetti e Santos (2003).

4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA REBIO DAS ARAUCÁRIAS

As principais áreas com características limitantes estão listadas nas classes clinográficas da área de estudo, com base nos regulamentos ambientais atuais. As restrições clinográficas estão relacionadas às condições topográficas, tipos de solo e à presença de fragmentos de rocha na superfície, que geralmente são solos impróprios para assentamento e uso. Nessas áreas, as instalações industriais e a urbanização podem ainda ser aceitáveis, porém exigem uma manutenção cara e permanente das estruturas. Portanto, a inclinação deve ser considerada como um risco potencial de erosão ao aplicar esta prática nestes locais. Com relação às condições clinográficas, Figura 2.

Figura 2 – Classes de Declividade



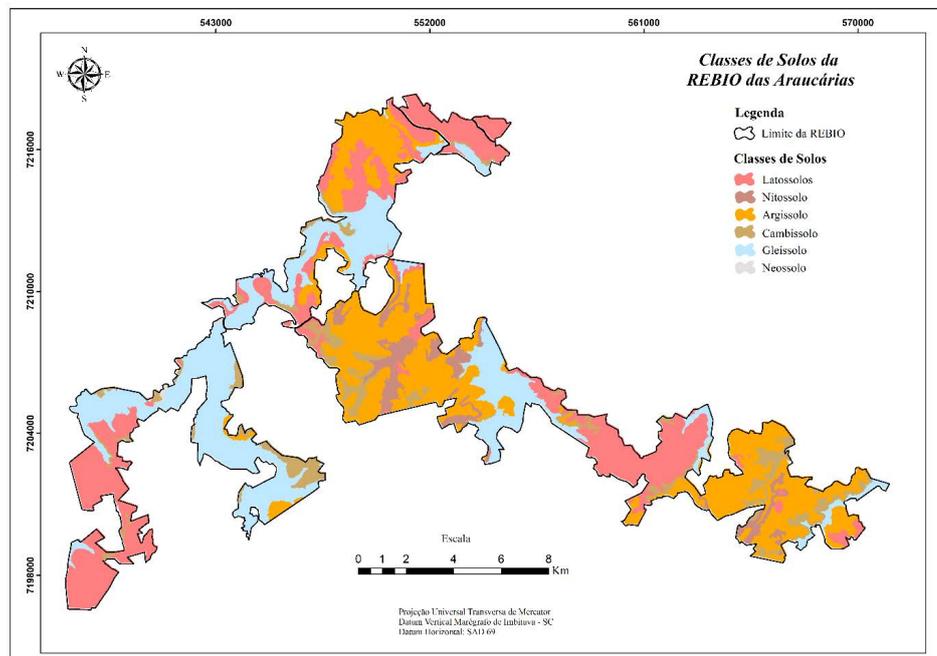
Fonte: Autores (2020).

A classe de declives entre 0% e 6% cobre uma área de 8.046,03 ha, reporta-se aos terrenos planos, sem restrições de uso. A segunda classe (6% – 12%) cobre uma área de 3.561,99 ha, nesta se enquadram as áreas moderadamente onduladas. A terceira classe (12% – 20%) caracteriza-se pela presença de terrenos ondulados, elencando cerca de 2.401,40 ha da unidade. A quarta classe (20% a 30%) distribui-se em 683,38 ha, os quais denotam certas limitações de uso, susceptibilidade a erosão e grau de fragilidade alto. Áreas com declives superiores a 30% apresentam topografia fortemente ondulada a escarpada, contemplam uma área de 184,57 ha e apresentam fragilidade muito alta, consequentemente muito susceptíveis a erosão e altas limitações de uso.

Com relação aos solos levantados na REBIO, seguem descritos considerando seu grau de fragilidade: os Latossolos, em cerca de 4.242,78 ha, apresentam fragilidade muito baixa; os Nitossolos, distribuídos em 722,94 ha, fragilidade baixa; para os Argissolos, em 4.541,28 ha, fragilidade média;

os Cambissolos, sobrepondo uma área de 1.183,13 ha, associados à fragilidade alta; e, por fim, os Neossolos e Gleissolos, elencando, respectivamente, cerca de 25,96 ha e 4.088,02 ha, vinculados à fragilidade muito alta. Neste sentido, considerando o grau de fragilidade atribuído por Ross (1994), pode-se afirmar que os Cambissolos, Neossolos e Gleissolos apresentam graus de fragilidade que comprometem seus usos.

Figura 3 – Classes de Solos da REBIO

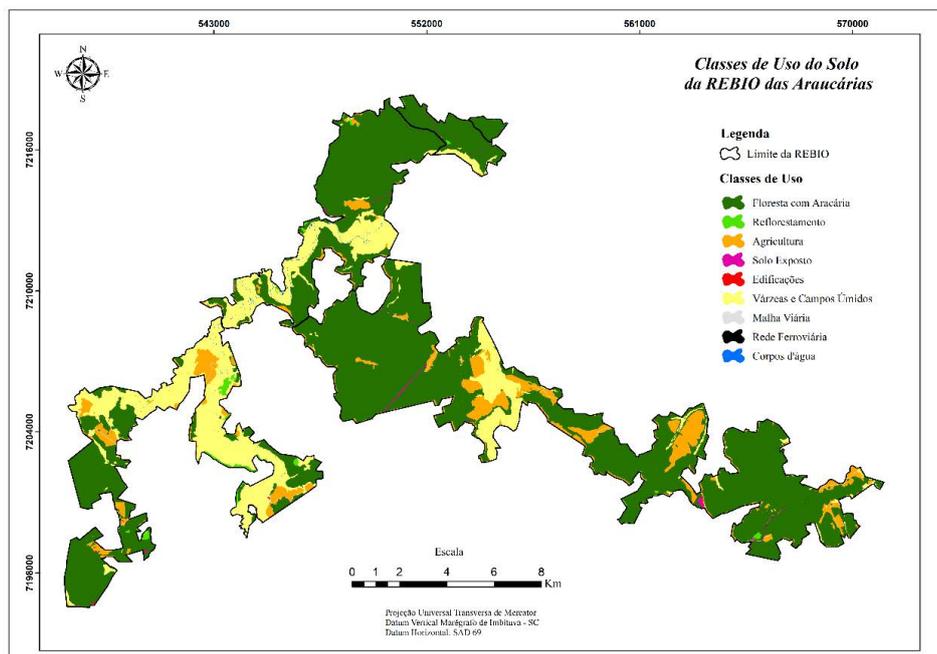


Fonte: Bhering *et al.* (2006).

O uso do solo na REBIO pode ser dividido em 9 classes, das quais 3 predominam territorialmente, com aproximados 10.290,54 ha para áreas com mata com Araucária (69,37% do total); 2.865,884 ha de áreas de várzea na região central, oeste e nas adjacências do Rio Imbituva (19,31% do total); e uso agrícola em áreas fragmentadas e dispersas na REBIO contemplando 1.415,58 ha (9,54% do total). Os corpos de água totalizam em torno de 103,55 ha e são envolvidos pelas áreas planas. As superfícies de

reflorestamento são apontadas como fragmentos dispersos. As partes com solos expostos correspondentes às áreas desmatadas na região central da unidade, intercalando a floresta com a araucária e a fragmentos dispersos próximos da unidade, abrangem uma extensão de aproximadamente 58,243 ha.

Figura 4 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra da REBIO



Fonte: Organizada pelos autores (2022).

Para a classe de Fragilidade Potencial Média, foram encontradas quatro associações, sendo Latossolos de 20% a 30%, Nitossolos de 12% a 20%, Argissolos de 6% a 12% e Cambissolos de 0% a 6%, totalizando uma área de 2.024,89 ha.

A classe de Fragilidade Potencial Alta contempla oito associações, que são: Latossolos de 30% acima, Nitossolos de 20% a 30% e 30% acima, Argissolos de 12% a 20% e 20% a 30%, Cambissolos de 6% a 12% e 12% a 20% e Neossolos de 0% a 6% e 6% a 12%, totalizando uma área 5.912,54 ha.

Tabela 5 – Fragilidade Potencial da REBIO das Araucárias

| FRAGILIDADE POTENCIAL | Classes de Declividade/Grau de Fragilidade | | | | |
|------------------------------------|--|----------|-----------|-----------|---------|
| | 0% a 6% | 6% a 12% | 12% a 20% | 20% a 30% | > 30% |
| Tipos de Solos/Grau de Fragilidade | M. Baixa | Baixa | Média | Alta | M. Alta |
| Latossolos/M. Baixa | 1.922,59 | 1.412,16 | 755,16 | 126,39 | 26,33 |
| Nitossolos/Baixa | 218,82 | 190,32 | 243,44 | 63,62 | 6,72 |
| Argissolos/Média | 1.930,87 | 1.487,87 | 920,69 | 179,27 | 22,58 |
| Cambissolos/Alta | 167,19 | 260,38 | 437,71 | 288,57 | 117,61 |
| Gleissolos/ Neossolos/M. Alta | 3.806,55 | 211,23 | 59,37 | 25,50 | 11,32 |
| Classes Fragilidade Potencial | | | | | |
| M. Baixa | Baixa | Média | Alta | M. Alta | |
| 1.922,59 | 4.507,35 | 2.024,89 | 5.912,54 | 524,97 | |

Fonte: Organizada pelos autores (2022).

Por último, a classe de Fragilidade Potencial Muito Alta contempla seis associações: Argissolos em declividades acima de 30%, Cambissolos em declividades de 20% a 30% e acima de 30% e Neossolos em declividades de 12% a 20%, 20% a 30% e acima de 30%, totalizando uma área de 524,97 ha.

Predomina, na REBIO, a classe de Fragilidade Potencial Alta, ocupando 5912,54 ha, área correspondente a 39,69% da região de estudo, à qual, aliada à classe de Fragilidade Potencial Muito Alta (524,97 ha, 3,52%), soma-se uma área correspondente a 43,21% da unidade, percentual este altamente susceptível aos processos de erosão e sedimentação. Logo, as classes de Fragilidade Potencial Muito Baixa, Baixa e Média contemplam, respectivamente, 1.922,59 ha, 4.507,35 ha e 2.024,89 ha. Neste sentido, entende-se que há necessidade de usos com alto grau de proteção para as áreas de Fragilidade Potencial Alto e Muito Alto, minimizando, assim, a susceptibilidade delas aos processos erosivos.

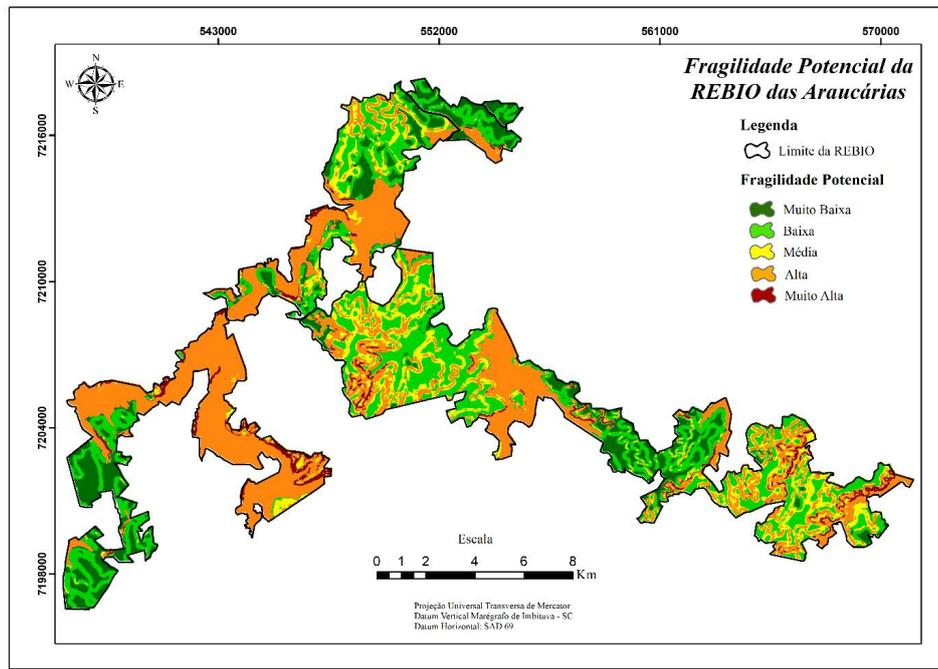
5.1 Fragilidade Emergente

A Fragilidade Emergente é obtida por meio dos cruzamentos dos planos de informação (PIs) do meio natural e de Uso do Solo (natural ou

antrópico); varia de Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta (Caneparo; Passos; Muratori, 2012).

A partir do cruzamento da Fragilidade Potencial e Uso do Solo, gerou-se a Fragilidade Emergente, espacializada na Figura 6 e descrita na Tabela 6.

Figura 5 - Fragilidade Emergente da REBIO das Araucárias



Fonte: Organizada pelos autores (2022).

Tabela 6 – Fragilidade Emergente da REBIO das Araucárias

| FRAGILIDADE EMERGENTE | Fragilidade Potencial | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|---------|--------|---------|
| | M. Baixa | Baixa | Média | Alta | M. Alta |
| Uso do Solo/Grau de Proteção | | | | | |
| Floresta e Corpos de Água/M. Alto | 1631.94 | 3858.9 | 1813.32 | 2663.7 | 426.06 |
| Reflorestamento/Alto | 6.72 | 13.24 | 9.22 | 54.81 | 6.67 |
| Agric., Várzeas e Campos Úmidos/Médio | 262.91 | 577.81 | 183.69 | 3166.8 | 90.19 |

| FRAGILIDADE EMERGENTE | | Fragilidade Potencial | | | | |
|--|----------|-----------------------|----------|---------|-------|------|
| Aço, Solo Exp., Edif., Estradas / M. Baixo | | 21.01 | 57.35 | 18.64 | 27.11 | 2.04 |
| Classes de Fragilidade Emergente | | | | | | |
| M. Baixa | Baixa | Média | Alta | M. Alta | | |
| 1.631,94 | 5.955,15 | 3.305,64 | 3.861,62 | 137,99 | | |

Fonte: Organizada pelos autores (2022).

Tabela 7 – Fragilidade Emergente da REBIO das Araucárias

| Classes | (%) | Classes | (%) |
|----------|-------|---------|-------|
| M. Baixa | 10,96 | Alta | 25,94 |
| Baixa | 39,98 | M. Alta | 0,93 |
| Média | 22,19 | | |

Fonte: Organizada pelos autores (2022).

Verificou-se, para a Fragilidade Emergente, a predominância da classe de Fragilidade Baixa, totalizando uma área de 5.955,15 ha, com 39,98%. Na sequência, tem-se a classe Alta, em uma área de 3.861,62 ha, que corresponde a 25,94%; em seguida, a classe Média, em uma área de 3.305,64 ha em 22,19%; a classe Muito Baixa, com uma área de 1.631,94 ha, em 10,96%; e, por fim, a classe Muito Alta, sendo a menor área, com 137,99 ha, em 0,93%. A Tabela 10 apresenta as associações existentes na REBIO entre a Fragilidade Potencial e Uso do Solo, as quais definem as classes da Fragilidade Emergente.

Ao observar a Tabela 6, evidencia-se a associação das classes de Fragilidade Potencial ao Uso do Solo, facilitando, assim, a visualização e o entendimento da influência do grau de proteção à determinação da Fragilidade Emergente, ou seja, dependendo do grau de proteção (muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo) associada à forma de uso, a fragilidade ambiental será mantida, agravada ou minimizada.

Para a classe de Fragilidade Emergente Muito Baixa, verificou-se apenas uma associação, a qual se reporta ao uso de Florestas e Corpos de Água

com o grau de proteção Muito Alto, a Fragilidade Potencial Muito Baixa em uma área de 1.631,94 ha (10,96%).

Para a classe de Fragilidade Emergente Baixa, observam-se cinco associações, divididas em Florestas e Corpos de Água, com o grau de proteção Muito Alto, relacionado às classes de Fragilidade Potencial Baixa e Média, em uma área de 5.672,88 ha; Reflorestamento, com grau de proteção Alto, em uma área de 19,96 ha de Fragilidade Potencial Muito Baixa e Baixa; Agricultura, Várzeas e Campos Úmidos, com grau de Proteção Médio, em uma área de 262,91 de Fragilidade Potencial Muito Baixa.

Para a classe de Fragilidade Emergente Média, notam-se três associações, divididas em Florestas e Corpos de Água com o grau de proteção Muito Alto, em uma área de Fragilidade Potencial Alta de 2.663,79 ha; Reflorestamento, com grau de proteção Alto, em uma área de Fragilidade Potencial Média de 9,22 ha; Agricultura, Várzeas e Campos Úmidos, com grau de proteção Médio, em uma área de 577,81 ha de Fragilidade Potencial Baixa.

Para a classe de Fragilidade Emergente Alta, contemplam-se sete associações, sendo Florestas e Corpos de Água com o grau de proteção Muito Alto, em uma área de 426,06 ha de Fragilidade Potencial Muito Alta; Reflorestamento com grau de proteção Alto, em uma área de 61,48 ha, nas classes de Fragilidade Potencial Alta e Muito Alta; Agricultura, Várzeas e Campos Úmidos com grau de proteção Médio, em uma área de 3.350,5 ha, em classes de Fragilidade Potencial Média e Alta; Aceiro, Solo Exposto, Edificações, Estradas e Ferrovias com grau de proteção Muito Baixo, em uma área de 78,36 ha, em classes de Fragilidade Potencial Muito Baixa e Baixa.

Por fim, para a classe de Fragilidade Emergente Muito Alta, verificam-se quatro associações divididas em Agricultura, Várzeas e Campos Úmidos com grau de proteção Médio, em uma área de 90,19 ha em classe de Fragilidade Potencial Muito Alta; Aceiro, Solo Exposto, Edificações, Estradas e Ferrovias com grau de proteção Muito Baixo, em uma área de 78,36 ha nas classes de Fragilidade Potencial, Média, Alta e Muito Alta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento ambiental baseado em uma visão de sistemas deve orientar as ações antrópicas. A correlação das informações leva à identificação de áreas espaciais que podem ser chamadas de unidades paisagísticas, unidades ambientais ou mesmo sistemas ambientais, com base na qual é formulado um entendimento das vulnerabilidades e potencialidades dos recursos naturais.

A unidade de 14.980 hectares, criada em 23 de março de 2006, enfrenta muitas dificuldades, tais como a falta de regulamentos de propriedade da terra, financiamento e a carência de um plano de gestão. O processamento dessas informações deve, portanto, contribuir para o planejamento e a gestão do território.

Assim, as metodologias de planejamento que apoiam o manejo racional da UC devem descrever elementos naturais, levando em conta critérios e procedimentos metodológicos relacionados aos aspectos geomorfológicos, clínicos e pedológicos, ajudando a prevenir intervenções humanas que causam ou aceleram o aparecimento de problemas ambientais.

Com base nos dados e nas informações coletados, pode-se concluir que a metodologia aplicada mostrou-se adequada ao planejamento das unidades de conservação, tanto como ferramenta auxiliar na delimitação e identificação de zonas como no planejamento e gerenciamento das atividades planejadas pela REBIO.

Considerando os resultados obtidos, observou-se que o grau de proteção atrelado às Florestas e aos Campos Úmidos e ao Reflorestamento foi fundamental ao acréscimo de áreas às classes de Fragilidade Baixa e Média e decréscimo em áreas atreladas às Fragilidades Alta e Muito Alta.

Em relação ao zoneamento ambiental de uma unidade, a presente metodologia se mostrou satisfatória orientando a aquisição de informações relacionadas à susceptibilidade e vulnerabilidade ambiental; no entanto, há necessidade de se avaliar as escalas das informações a serem processadas.

Logo, para o planejamento e a gestão da unidade diante de seu uso, como a realização de atividades turísticas, é preciso refinamento de informações, acompanhado de atividades de campo.

Do ponto de vista pedagógico, a presente metodologia possibilita o entendimento de que a dinâmica e a fragilidade ambiental estão atreladas à correlação das variáveis físicas, bem como da ação antrópica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente [MMA]. *Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)*. Brasília, DF: MMA, 2018.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 255, § 1º, incisos I, II, e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 18 jul. 2000.

CANEPARO, Sony Cortese; PASSOS, Everton; MURATORI, Ana Maria. Avaliação da Fragilidade Ambiental na Represa do Rio Verde Araucária – Região Metropolitana de Curitiba – Paraná – Brasil. *Revista Geonorte*, Manaus, v. 2, n. 4, p. 216-28, 2012.

BHERING, Silvio Barge; SANTOS, Humberto Gonçalves dos; BOGNOLA, Itamar Antonio; CURCIO, Gustavo Ribas; CARVALHO JUNIOR, Waldir de; CHAGAS, César da Silva; MANZATTO, Celso Vainer; ÁGLIO, Mário Luiz Diamante; SILVA, José de Souza. *Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada*. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, 2009.

GALANTE, Maria Luiza Vicente; BESERRA, Margarene Maria Lima; MENEZES, Edilene. *O roteiro metodológico de planejamento*: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica. Brasília: MMA; IBAMA, 2002.

KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes; CAMPOS, Kleber Cavaça; LUCHIARI, Ailton; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Caracterização Empírica da Fragilidade Ambiental utilizando geoprocessamento. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12.*, 2005, Goiânia. *Anais [...]*: Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OLIVEIRA FILHO, Paulo Costa de. Análise da Fragilidade Ambiental como Suporte ao Planejamento do Ecoturismo em Unidades de Conservação: estudo de caso FLONA de Irati-Pr. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 41, p. 231-42, 2011.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; SOUZA, Luiz

Ronaldo Ferreira MAGANHOTTO; Amanda CHUMLHAK; Karla NADAL; Marciel LOHMANN

Cláudio de Paula; MIARA, Marcos Antônio; SANTOS JUNIOR, Jaime Barros dos. Fragilidade em áreas naturais protegidas: estudo de caso da Reserva Ecológica Itaytyba – RPPN. *Revista Eletrônica Geografar*, Curitiba, v. 2, p. 22-41, 2007.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira; SOUZA, Luis Claudio de Paula; OLIVEIRA JUNIOR, Jairo Calderari de; LOHMAN, Marciel. Proposta de zoneamento ambiental para a Reserva Biológica das Araucárias-PR com base em atributos topográficos. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Campinas, v. 13, n. 6, p. 3025-41, 2020.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, ano 8, 1994.

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

SOUZA JUNIOR, José Geraldo de Abreu. *Sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na caracterização de solos e quantificação de seus atributos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2005.

TONETTI, Simone; SANTOS, Leonardo José Cordeiro. Avaliação do uso e ocupação do solo (1986 e 2000) e da fragilidade ambiental da bacia do rio Iraizinho – Piraquara/PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro. *Anais [...]* Rio de Janeiro: UERJ, 2003.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE; SUPREN, 1977.

VALLE, Ivana Cola; GRANCELINO, Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. Mapeamento da fragilidade ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, 295-308, 2016.