

A READEQUAÇÃO DO ZONEAMENTO AMBIENTAL DA FLONA DE IRATI A PARTIR DOS ÍNDICES DE REPRESENTAÇÃO DO RELEVO

THE RE-ADAPTATION OF THE ENVIRONMENTAL ZONING OF THE IRATI FLONA FROM THE RELIEF REPRESENTATION INDEXES

EL REAJUSTE DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE FLONA DE IRATI A PARTIR DE LOS ÍNDICES DE REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE

<https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.864>

RONALDO FERRERIA MAGANHOTTO^{1*}
MARCIEL LOHMANN²
LUIS CLAUDIO DE PAULA SOUZA³

¹ Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Comunitário da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Campus Irati PR 153, Km 7, Bairro Riozinho, Caixa Postal 21, CEP 84500-000, Irati-PR, Brasil, Tel.: (+55 42) 3421.3000 - ronaldomaganhotto@gmail.com,

<http://orcid.org/0000-0003-0659-1481>

*Autor correspondente.

² Professor do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Rodovia Celso Garcia Cid. PR 445, Km 380, Cx. Postal 10.011, CEP 86.057-970. Londrina – PR, Brasil, Tel.: (+55 43) 3371.4160 – marciel@uel.br, <http://orcid.org/0000-0001-9243-5412>

³ Professor Associado III na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Cabral, CEP: 80035-050. Curitiba – PR, Brasil, Tel.: (+55 41) 3350.5638 – lcsouzal@ufpr.br,

<http://orcid.org/0000-0003-1492-9446>

Histórico do Artigo:

Recebido em 07 de Outubro de 2019.

Aceito em 23 de Dezembro de 2019.

Publicado em 01 de Janeiro de 2020.

RESUMO

As unidades de conservação brasileiras enumeram uma série de dificuldades, dentre as quais, se podem citar a irregularidade nos planos de manejo e nos zoneamentos ambientais. Assim, foi proposto e justificado, por meio, dos Índices de Representação do Relevo a readequação do Zoneamento Ambiental da FLONA de Irati. Para isto, após a seleção e processamento dos IRRs, utilizando-se da Lógica Fuzzy e Análise por Múltiplos Critérios, obteve-se a espacialização das Classes Limitantes da Flona. O resultado demonstrou alteração nos limites das Zonas de Manejo e de Recuperação, bem como a incorporação da Zona Intangível. Assim, os procedimentos possibilitaram a compatibilidade entre áreas de maior fragilidade a zonas mais restritivas e locais de menos susceptibilidade aos processos erosivos e de sedimentação a zonas mais permissivas.

Palavras-chave: Zoneamento ambiental. Índice de representação do relevo. Unidades de conservação.

ABSTRACT

Brazilian protected areas list a number of difficulties, including irregularities in management plans and environmental zoning. Thus, it was proposed and justified, through the Relief Representation Indexes, the readjustment of the Environmental Zoning of Irati's Flona. For this, after the selection and processing of the IRRs, using the Fuzzy Logic and Multiple Criteria Analysis, the spatialization of the Flona Limiting Classes was obtained. The result showed changes in the limits of the Management and Recovery Zones, as well as the incorporation of the Intangible Zone. Thus, the procedures allowed the compatibility between areas of greater fragility to more restrictive zones and places of less susceptibility to erosion and sedimentation processes to more permissive zones.

Keywords: Environmental Zoning. Relief representation indexes. Conservation units.

RESUMEN

Unidades de conservación brasileñas enumeran una serie de dificultades, incluidas las irregularidades en los planes de manejo y la zonificación ambiental. Así, se propuso y justificó, a través de los Índices de Representación del Relieve, el reajuste de la Zonificación Ambiental de Irati Flona. Para esto, después de la selección y el procesamiento de las IRRs, utilizando la lógica difusa y el análisis de criterios múltiples, se obtuvo la espacialización de las clases limitantes de Flona. El resultado mostró cambios en los límites de las Zonas de Gestión y Recuperación, así como la incorporación de la Zona Intangible. Así, los procedimientos permitieron la compatibilidad entre áreas de mayor fragilidad a zonas más restrictivas y lugares de menor susceptibilidad a procesos de erosión y sedimentación a zonas más permisivas.

Palabras clave: Zonificación ambiental. Índice de representación del relieve. Unidades de conservación.

INTRODUÇÃO

Frente a necessidade de assegurar a preservação dos recursos naturais, o Brasil adotou, em 1937, a criação de áreas protegidas e instituiu nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, o Parque Nacional de Itatiaia, configurando-se como primeira unidade de conservação, UC, brasileira.

A criação das UC's teve maior expressividade a partir da década de 80, registrou-se para este período a marca de 91 unidades, valor equivalente a 29% do total de UC's federais. A década seguinte, foi marcada pela criação de 54 unidades, correspondendo a 17% das unidades federais já legitimadas. Para os anos de 2000 a 2012 tem-se a marca de 130 UC's, valor correspondente a 42% das unidades federais instituídas.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Lei 9.985, a criação do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) em agosto de 2007, aliado ao posicionamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e do Exército Brasileiro em ceder áreas que não tinham interesse, contribuíram para o aumento no número de unidades nos últimos anos.

O planejamento destas áreas e a busca pelo cumprimento dos seus objetivos de criação segue a orientação do Plano de Manejo. Documento que, além de caracterizar a unidade e seu entorno, contempla o Zoneamento Ambiental, o qual se configura como um estudo determinante à conservação, pois tem como diretriz a identificação de zonas homogêneas e a atribuição de atividades de acordo com a aptidão e limitação presentes na unidade.

No entanto, parcela das UC's brasileiras não possui o plano, no caso das Florestas Nacionais, FLONA's, cerca de 40%, dispõem do referido documento (ICMBio, 2013). Sua inexistência e ou desatualização, na maioria das unidades, compromete o trabalho dos gestores e o cumprimento dos seus objetivos.

Entende-se que o documento não se apresenta como a panaceia para os problemas inerentes as áreas protegidas. Para Dourojeanni (2005), os planos de manejo podem apresentar incoerências, o autor destaca que, o desequilíbrio entre a parte descritiva e analítica e a inexistência de informações detalhadas repercute negativamente em sua confiabilidade.

Os Roteiros Metodológicos para Elaboração de Plano de Manejo, de Galante *et al.* (2002), Chagas *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2004), apresentam uma abordagem generalista. Pode-se afirmar que o não esclarecimento de variáveis para a identificação dos critérios para o Zoneamento Ambiental, configura-se como uma limitação destes materiais (MIARA, 2011).

O zoneamento ambiental delineado a partir do grau de conservação e biodiversidade, é questionado. Coloca-se, para obtenção do mesmo, a necessidade de se avaliar informações referentes aos processos geomorfológicos, clinográficos e pedológicos.

Desta forma, acredita-se que a quantificação e espacialização de índices relacionados à altitude (*Altitude Above Channel Network*, AACN), a declividade (*Slope*), ao comprimento de rampa (*Ls Factor*), a umidade (*Wetness Index*, TWI) e a erosão/sedimentação (*Multi Resolution Index of Valley Bottom Flatness*, MRVBF), possibilitam o entendimento da dinâmica de causa

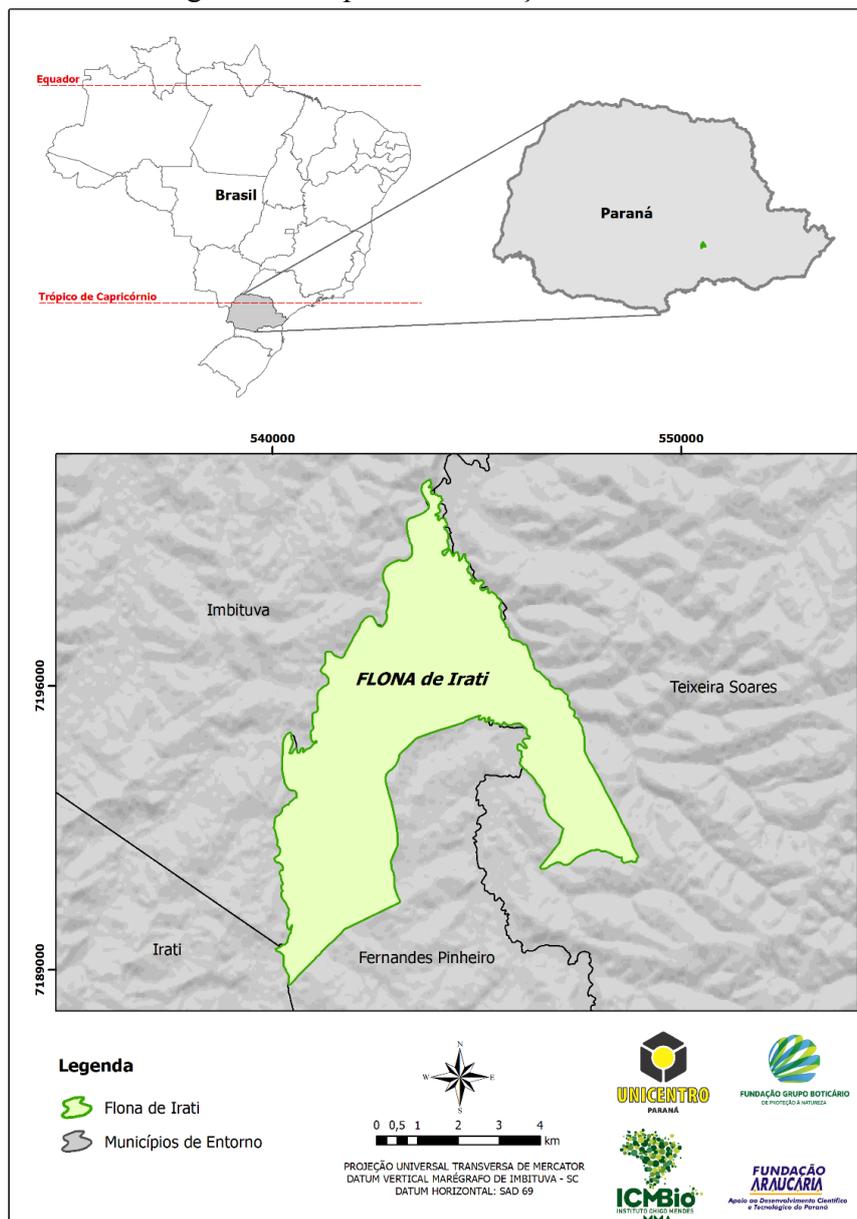
e efeito relacionada ao relevo, favorecendo a identificação de áreas sujeitas à erosão e sedimentação, assim como, à distribuição dos solos.

O processamento destes atributos pode ser associado à interpretação do relevo, dos solos e processos geomorfológicos de determinada área, contemplando a Variabilidade e a Suscetibilidade Ambiental, apontadas nos Roteiros para Elaboração de Plano de Manejo, publicados pelo IBAMA, como critérios a serem estabelecidos no processo de zoneamento (MAGANHOTTO, 2013).

Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo propor a readequação do Zoneamento Ambiental da FLONA de Irati a partir do processamento dos Índices de Representação do Relevo, IRR.

Situada na região Sudeste do Estado do Paraná, a FLONA de Irati abrange uma área de, aproximadamente, 3.618 ha, nos municípios de Teixeira Soares e Fernandes Pinheiro, a 150 km de Curitiba e 9 km de Irati (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Organização: Os autores, 2013.

Ciente da relevância da caracterização dos IRR no planejamento ambiental e da necessidade de uma análise integrada das variáveis físicas no estabelecimento do zoneamento, a presente pesquisa demonstra por meio da correlação dos IRR, do grau de conservação e da vocação de uso, uma proposta para a readequação do Zoneamento Ambiental da FLONA de IRATI e uma alternativa para o estabelecimento deste delineamento às demais UC's.

OS ÍNDICES DE REPRESENTAÇÃO DO RELEVO E SUA APLICAÇÃO NO PROCESSO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL

O zoneamento ambiental configura-se como uma etapa determinante à conservação das UC's, este processo compreende a determinação de porções territoriais a partir das características físicas, biológicas e de uso das áreas. De acordo com o SNUC (2000) o zoneamento consiste na,

[...] definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (BRASIL, 2000).

Silva e Santos (2004, p. 131) conceituaram zoneamento como “a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado”.

Assim, este estudo deve se fundamentar na análise integrada das variáveis, objetivando o entendimento das aptidões e limitações das áreas, possibilitando a adequação das zonas e respectivas atividades à fragilidade ambiental da UC.

Galante *et al.* (2002), Ferreira *et al.* (2004) e Gonçalves *et al.* (2009), a fim de orientar a nomenclatura das zonas, descreveram em seus Roteiros Metodológicos Para a Elaboração de Plano de Manejo as zonas presentes nos Parques Nacionais (PARNA's), Reservas Biológicas (REBIO's), Estações Ecológicas (EE's), Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's) e Florestas Nacionais (FLONA's).

Ao analisar estes documentos verificou-se a existência de zonas com mesmas características e destinação de uso, mas com denominação diferenciada de uma categoria para outra como a Zona de Preservação (FLONA), Intangível (PARNA, REBIO EE) e Silvestre (RPPN); identificaram-se zonas específicas a determinadas categorias devido as suas peculiaridades como as Zonas de Manejo nas FLONA's e de Transição nas RPPN's; e zonas com mesmas características e com mesma nomenclatura independentemente da categoria que está vinculada, como a Zona Histórico Cultural, de Recuperação e de Uso Conflitante.

Refletindo nos conceitos de zoneamento e na variação existente na nomenclatura das zonas, entende-se que independentemente do nome destinado às zonas, o mais importante é a adequação das atividades à fragilidade ambiental da unidade.

Além da denominação das zonas, Galante *et al.* (2002) e Gonçalves *et al.* (2009) apresentam alguns critérios para a delimitação do Zoneamento Ambiental, os quais seguem descritos junto com sua subclassificação.

- Físicos Mensuráveis ou Espacializáveis: Grau de Conservação da Vegetação e Variabilidade Ambiental;
- Singularidade da UC;
- Valores para conservação: Representatividade, Diversidade de Espécies, Áreas de Transição, Suscetibilidade Ambiental e Presença de Sítios Arqueológicos e ou Paleontológicos;

- Vocação de Uso ou Situações Pré Existente: Potencial para Manejo Florestal, Potencial de Visitação, Potencial para Educação Ambiental, Presença de Infraestrutura, Uso Conflitante e Presença de População;
- Ajustes para a Localização e os Limites das Zonas: Nível de Pressão Antrópica, Regularização Fundiária, Gradação de Uso e Limites Identificáveis na Paisagem;
- Identificação da Zona de Amortecimento: Critérios de Inclusão, de Não Inclusão e de Ajuste.

Ao consultar os roteiros percebe-se claramente a preocupação de uma análise integrada dos elementos no processo de zoneamento, porém a não determinação de critérios, parâmetros e grau de importância das variáveis avaliadas dificultam a consistência dos julgamentos (MARQUES e NUCCI, 2007).

Para o zoneamento, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias metodológicas quantitativas, facilitando a compreensão do ambiente por meio de informações espaciais (HUDSON, 1992; PABLO, 2000; SILVA e SANTOS, 2004; SANTOS, 2004).

Neste contexto, Maganhotto (2013) demonstrou a aplicação dos Índices de Representação do Relevo como suporte ao processo de zoneamento ambiental e constatou que estes atributos podem auxiliar tanto, na determinação da zona, quanto no planejamento das mesmas para o cumprimento de seus objetivos e atividades.

Diante da caracterização dos IRR e da descrição dos critérios contidos nos roteiros, acredita-se que o processamento dos índices pode embasar a Variabilidade e a Suscetibilidade Ambiental.

Para Galante *et al.* (2002) e Gonçalves *et al.* (2009), a Variabilidade Ambiental enquadrada nos Critérios Mensuráveis está condicionada, principalmente,

[...] pela compartimentação que o relevo apresentar, em relação a altitudes e declividades. Esta identificação constitui-se em processo fundamental para a análise e a explicação dos elementos da paisagem natural. A compreensão da organização das formas do relevo e da drenagem, fatores intrinsecamente ligados em suas relações de causa e efeito, levam à compreensão dos fatores que atuam na distribuição dos solos e das diferentes fitofisionomias. Áreas que contenham vários ambientes, como aquelas que são oferecidas pelo relevo muito recortado, devem merecer maior proteção [...]. (GALANTE *et al.*, 2002, p. 93).

Desta forma, entende-se que o processamento dos IRR, informações estas derivadas do Modelo Numérico do Terreno, MNT, permite estimativas mensuráveis de padrões espaciais, caracterizando a variabilidade espacial e processos específicos ocorrentes na paisagem (MOORE *et al.*;1991).

Enquanto, a Suscetibilidade Ambiental, inserida nos Critérios de Valores para a Conservação, tem como base a identificação de áreas com

[...] características que as indiquem como ambientalmente suscetíveis devem estar contidas em zonas mais restritivas (zona de preservação e a zona de primitiva). Áreas frágeis que não suportem pisoteio, como aquelas com solo suscetíveis a erosão e encostas íngremes; áreas úmidas como manguezais, banhados e lagoas; nascentes, principalmente aquelas formadoras de drenagens significativas (GALANTE *et al.*, 2002, p. 94).

De posse destes atributos é possível identificar áreas suscetíveis à erosão, à deposição, assim como porções territoriais mal drenadas sujeitas ao acúmulo de água e a inundações. Condição oportuna à utilização destes atributos à obtenção da Suscetibilidade Ambiental.

O AACN, o TWI, o MRVBF, o *Slope* e o *Ls Factor*, configuram-se como variáveis relevantes à obtenção da suscetibilidade ambiental. O processamento desses atributos possibilita a quantificação e a representação espacial de áreas com diferentes limitações ao uso.

A *Altitude Above Channel Network*, AACN, representa a distância vertical da célula em questão em relação à célula mais próxima localizada na rede de drenagem (BÖHNER *et al.*, 2002).

O *Wetness Index*, TWI, descreve a tendência de uma célula acumular água. Assim, maiores valores de TWI indicam maior tendência de acumular água e, portanto, maior conteúdo de água no solo. (GRUBER; PECKHAM, 2009).

O *Multiresolution Index of Valley Bottom Flatness*, MRVBF, foi projetado para mapear áreas de sedimentação e deposição, define e distingue os fundos de vale de encostas e combina diferentes paisagens em um único índice (ROBERT *et al.*, 1997; GALLANT; WILSON, 2000; WANG; LAFANT 2009).

O *Slope* é definida por Burrough (1986) como sendo um plano tangente à superfície, expresso como a mudança de elevação sobre certa distância, normalmente calculada em graus ou em porcentagem.

O *LS Factor* representa o efeito da topografia sobre a erosão (quanto maior o LS, maior o potencial erosivo), e reproduz o efeito combinado do comprimento e grau de declive da encosta.

Autores como Mansor *et al.* (2002), Lin *et al.* (2006), Mckenzie e Gallant (2007) e Prates (2010) determinaram para estes índices valores correspondentes à erosão, deposição e acúmulo de água. Os quais podem ser utilizados como parâmetros auxiliares à obtenção da Suscetibilidade Ambiental.

Ferraz *et al.* (2007) identificaram pontos críticos de erosão e acúmulo de água em estradas florestais a partir da declividade média do terreno, do *Ls Fator* e do WI, constatando a relevância destes atributos no planejamento de estradas e acessos.

Mansor *et al.* (2002) utilizaram como parâmetro o *Ls Factor* para avaliação do potencial de risco de erosão na área em torno do reservatório do Tatu, Limeira-SP. Os resultados demonstraram que as áreas potencialmente críticas, apresentam um *Ls Factor* entre 6 e 10 e que os valores de 4 a 6, dependendo do manejo de solo no local, podem desencadear os processos erosivos.

Neste contexto, a análise dos aspectos geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, obtidos por meio do processamento dos Índices de Representação do Relevo é uma alternativa a ser considerada no Zoneamento Ambiental de UC's. A síntese e correlação destes atributos permitem estimativas da dinâmica espacial da paisagem, podendo auxiliar com informações quantitativas à concretização do Zoneamento Ambiental de UC's.

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Os rios das Antas e o Imbituva são os principais de sua rede de drenagem, a qual, incluindo os córregos, possui cerca de 81.445,59 m. O rio das Antas corresponde a divisa oeste, enquanto o Imbituva adentra pela região central da unidade direcionando-se ao leste. Ao norte, as várzeas de ambos se unem, formando uma extensa área alagada, configurando-se, também, como limite para a divisa da unidade (MAZZA, 2006).

Segundo a EMBRAPA a FLONA de Irati compreende duas unidades de Latossolos Distróficos (LVd2 e LVd9) e duas de Cambissolos, sendo uma Húmico Alumínico (CHa7) e a outra Háplicos Tb Distróficos (CXbd28), de acordo com a legenda descritiva do mapa de solos do Paraná (EMBRAPA, 2008).

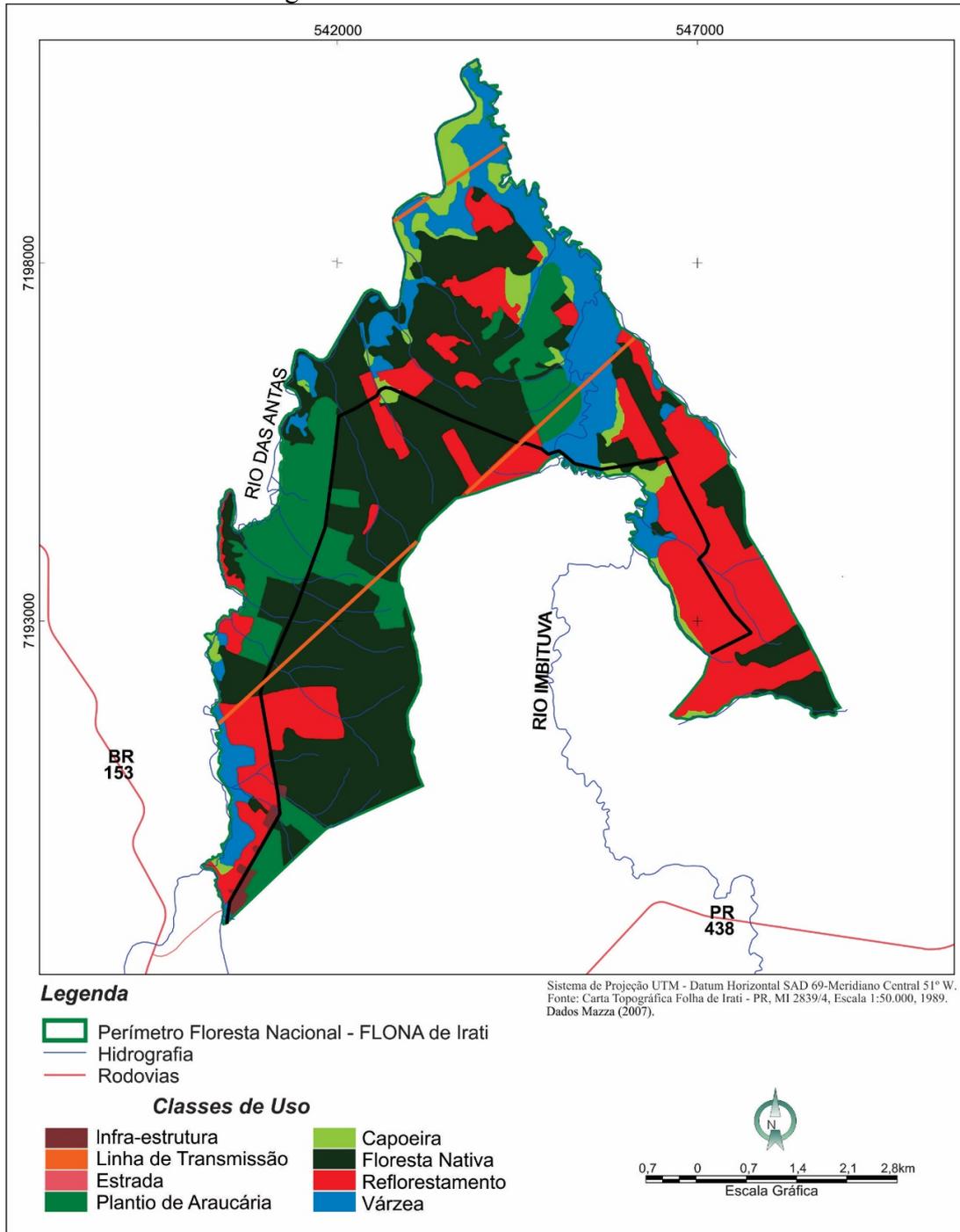
Quanto as formas de uso do solo Mazza (2006) levantou em sua pesquisa a presença de 8 classes de uso correspondentes a floresta nativa, reflorestamento, plantio de araucária, várzeas, capoeira, estradas, linha de transmissão e infraestrutura (Figura 2).

O estabelecimento das classes de zoneamento objetivou orientar o planejamento e gestão da Floresta Nacional de Irati. Neste contexto, o Plano de Manejo, aprovado em Dezembro de

2013, delimita as seguintes zonas: Primitiva, de Recuperação, de Uso Conflitante, de Uso Especial, de Manejo Florestal e de Uso Público, Figura 3.

Ocupando, aproximadamente, uma área de 641,97 ha, a Zona Primitiva refere-se à área de florestas nativas situadas na porção sudoeste da FNI. Porção pouca afetada por intervenção humana e com altos índices de riqueza vegetal e animal.

Figura 2 - Uso do Solo da Flona de Irati

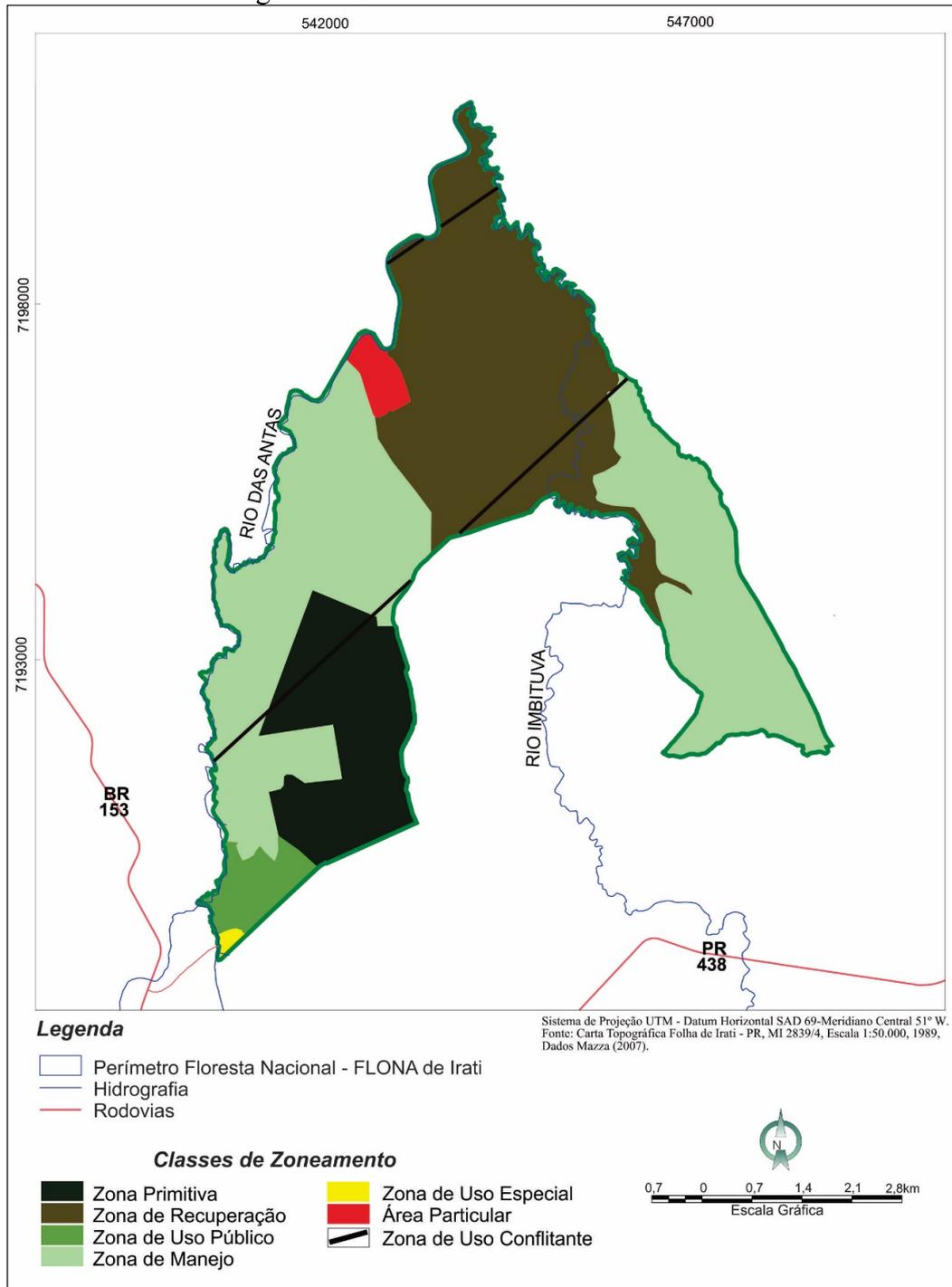


Fonte: Mazza 2006; Organização: Os autores, 2019.

Localizada na porção do extremo sudoeste e ocupando uma área de 135,24 ha aproximados, a Zona de Uso Público contempla áreas da unidade destinadas à implantação de

estruturas de recepção e apoio ao visitante, bem como trilhas e caminhos já utilizados na unidade.

Figura 3 - Zoneamento da FLONA de Irati.



Fonte: ICMBio, 2013. Organização: Os autores, 2019

A Zona de Manejo Florestal encontra-se disposta em duas áreas uma no leste da FNI, com maiores aglomerados de talhões com espécies exóticas, e outra na região a sudoeste e central da unidade, recoberta por plantios de pinus e de araucárias. Com uma área de, aproximadamente, 1.580,90 ha, a zona foi estabelecida impulsionada por seu potencial de uso para o manejo florestal sustentável madeireiro e não madeireiro.

A Zona de Recuperação abrange, cerca de, 1.329,23 ha, e situa-se ao norte, nordeste e noroeste da unidade, compreendendo a várzea dos rios das Antas e Imbituva. Na porção noroeste vai até a propriedade particular encostada nos limites da FLONA e a nordeste abrange toda a área de várzea do rio Imbituva. Esta classe apresenta características favoráveis à degradação, ora por contaminação do ambiente pelo pinus, ora pela diminuição da qualidade do ambiente alagado decorrente da sedimentação e poluição dos rios. Além disso, nas áreas mais elevadas foram implantados, no passado, talhões com pinus e araucária.

Com 13,95 ha, a Zona de Uso Especial compreende áreas alteradas onde já existe infraestrutura e ocorrem atividades relacionadas à administração, manutenção e serviços da unidade, localiza-se junto ao limite sul da FNI.

A Zona de Uso Conflitante ocupa, cerca de 47,62 ha e abrange a área correspondente ao traçado de linhas de transmissão (LT Irati – Sabará / 138Kv, operada pela COPEL e LT Areia – Ponta Grossa / 230Kv, operada pela ELETROSUL), que cortam porções de florestas nativas e áreas de várzeas, respectivamente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Ciente da limitação dos Roteiros Metodológicos Para Elaboração de Plano de Manejo (RMPEPM) de Galante *et al.* (2002) e Gonçalves (2009), Maganhotto *et al.* (2013) e Maganhotto *et al.* (2016) utilizaram dos IRR para obtenção das Classes de Limitação de Uso da FLONA de Irati, Figura 4, certificando a possibilidade da associação dos índices a Variabilidade e Susceptibilidade Ambiental, apontada nos RMPEPM como critérios a serem considerados no delineamento do Zoneamento Ambiental.

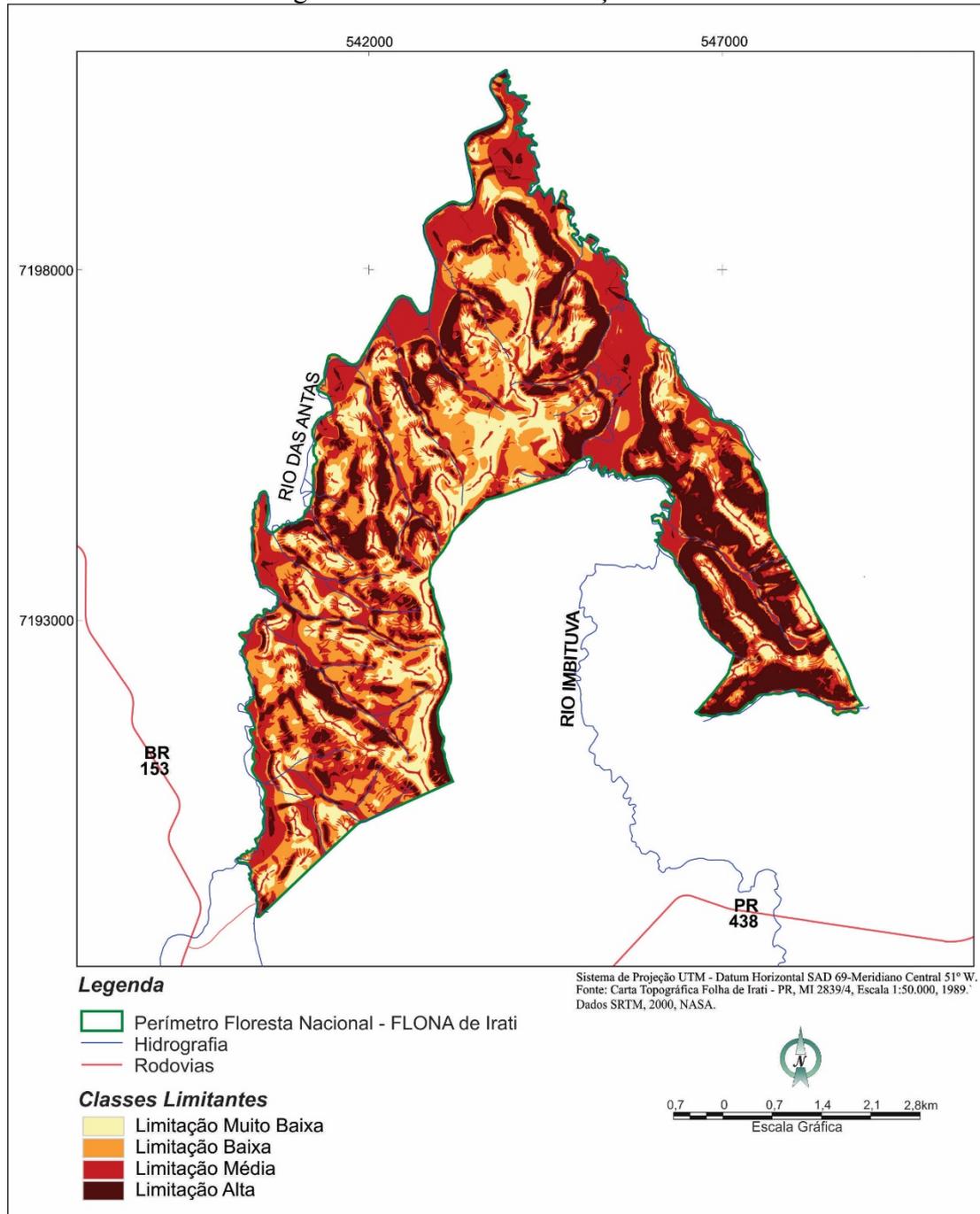
De posse das Classes Limitantes, em ambiente de geoprocessamento, realizou-se a tabulação cruzada utilizando-se do software Idrisi. Este procedimento possibilitou a verificação da disposição dos índices de representação do relevo (Classes Limitantes) às Classes de Zoneamento, Figura 3, apresentadas no Plano de Manejo da unidade.

Sua aplicação proporciona a integração das variáveis por superposição de mapas ou álgebra de mapas, indicando o conjunto de procedimentos de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas (SILVEIRA, 2010).

Quando se deseja descrever uma relação entre variáveis qualitativas, os dados podem ser facilmente resumidos por meio de uma tabela cruzada ou de contingência. Este método se dá em uma tabela retangular, com linhas indicadoras para cada categoria da variável X, e colunas indicadoras para cada categoria da variável Y. Portanto, existe uma célula na tabela para qualquer combinação possível de valores de X e de Y, sendo cada combinação representada por (x,y) (MASSAD *et al.*, 2004).

Avaliou-se a forma com que as Classes Limitantes se sobrepuseram as Classes de Zoneamento (por meio da reclassificação da imagem e análise da tabela), posteriormente, digitalizou-se novos polígonos os quais passaram por uma nova reclassificação, ajustando, assim, as classes de zoneamento a partir das Classes de Limitação de Uso.

Figura 4 - Classes de Limitação de Uso



Fonte: Maganhotto *et al.* (2013).

TABULAÇÃO CRUZADA: CLASSES LIMITANTES X ZONEAMENTO AMBIENTAL

Sabe-se que os critérios utilizados para a determinação do Zoneamento Ambiental, apresentado no Plano de Manejo, reportam-se ao grau de conservação e biodiversidade, vocação de uso, atividades conflitantes e susceptibilidade ambiental, no entanto, não foram mencionadas no Plano de Manejo as variáveis consideradas a obtenção deste último critério.

Entende-se que o processamento dos IRR contemplando a Variabilidade e Suscetibilidade Ambiental, auxilia na aquisição de informações pedológicas e possibilita a identificação e classificação de porções territoriais com maior e menor propensão aos processos erosivos e de sedimentação (MAGANHOTTO, *et al.* 2013; MAGANHOTTO, *et al.* 2016). Neste contexto a Tabela 1, apresenta a correlação das Classes de Zoneamento com as Classes Limitantes, classes estas recorrentes a Suscetibilidade Ambiental da referida unidade.

Tabela 1 - Tabulação cruzada ilustrando as classes de zoneamento x classes limitantes.

ZONAS	CLASSES LIMITANTES			
	M. Baixa (%)	Baixa (%)	Média (%)	Alta (%)
De Manejo	15,03	23,21	31,63	30,13
De Uso Público	24,66	29,80	37,97	7,56
Primitiva	18,57	31,28	33,84	16,28
De Uso Especial	8,85	37,48	43,25	19,25
De Recuperação	15,96	25,50	39,10	19,41
De Uso Conflitante	19	21,94	39,97	17,45

Org.: Os autores, 2019.

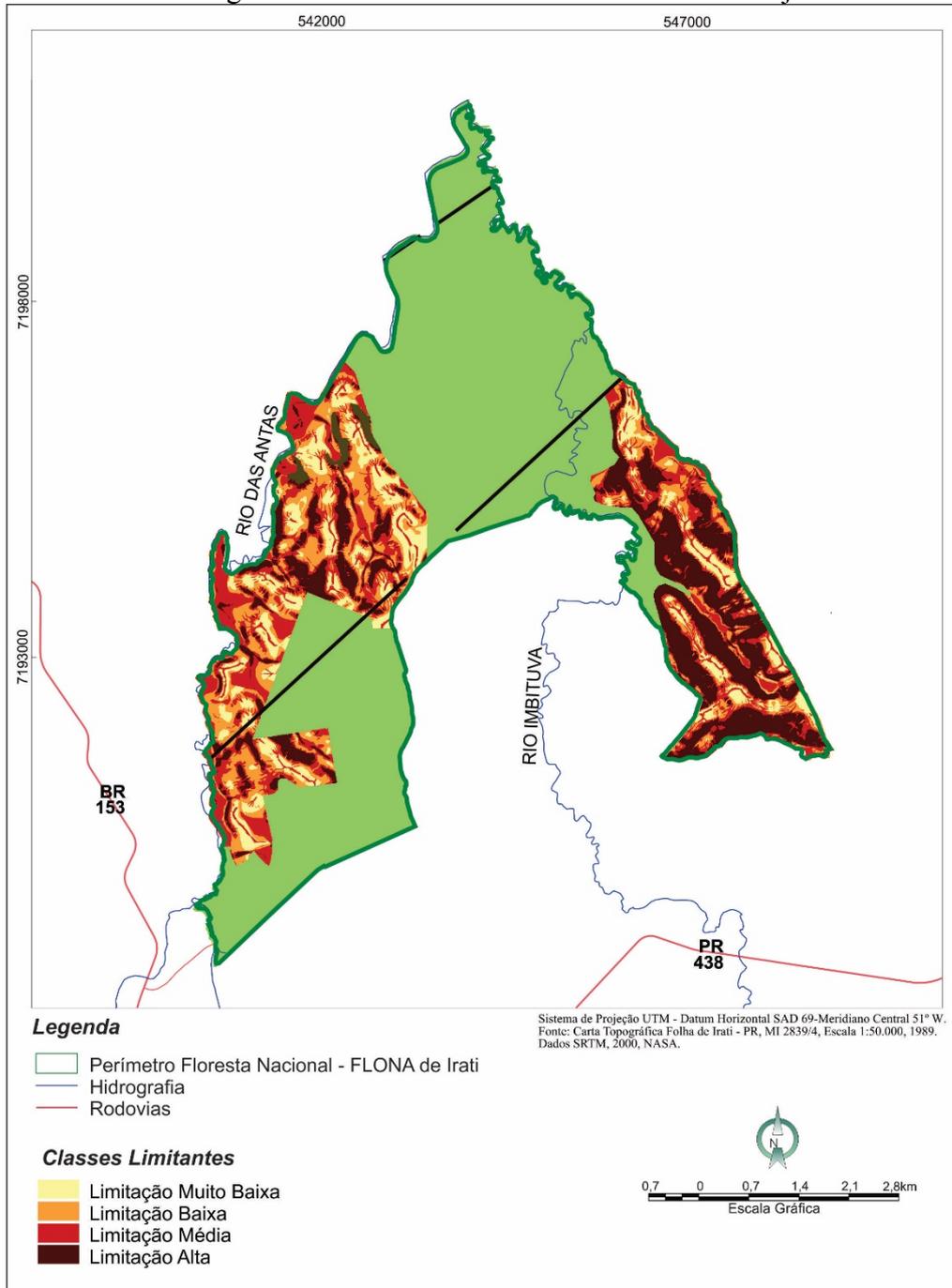
De posse destas informações e da espacialização das mesmas, verificou-se a existência de áreas com Limitação Média e Alta na Zona de Manejo. As áreas com Limitação Alta, apresentam-se susceptíveis à erosão, processo este, associado, aos valores de MRVBF abaixo de 0,5, Slope acima de 15% e LS maiores que 4. Enquanto, nas de Limitação Média, prevalecem, problemas relacionados ao acúmulo de água e à sedimentação, correlacionados aos valores de AACN abaixo de 2m, MRVBF acima de 2,5 e TWI maiores que 8.

A Zona de Manejo está associada a exploração madeireira, logo as condições físicas susceptíveis a erosão e a sedimentação denotam a necessidade de um planejamento para a execução das atividades previstas para esta zona, uma vez que, cerca de, 62% de sua área encontram-se dispostas sobre áreas com Limitação de Uso Média e Alta. A Figura 5, apresenta tal constatação.

Como a Zona de Uso público e a Zona Primitiva estão associadas a atividades de utilização indireta dos recursos naturais, suas disposições em porções territoriais de maior limitação não requerem uma possível readequação dos seus limites.

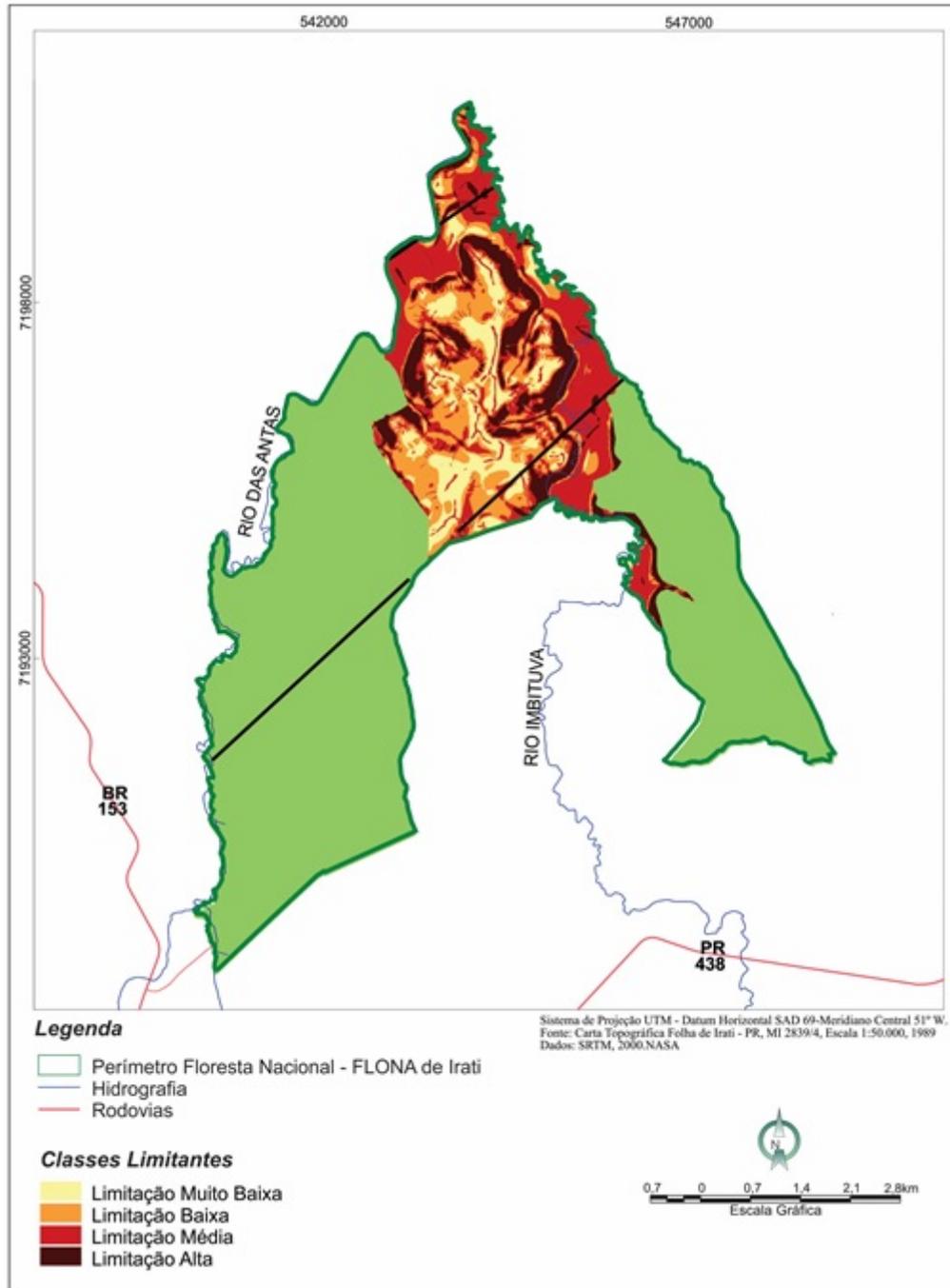
Para a Zona de Recuperação, verificou-se sua distribuição territorial nas quatro Classes Limitantes. A Figura 6, espacializa tal condição.

Figura 5 - Classes Limitantes na Zona de Manejo



Organização: Os autores, 2019.

Figura 6 - Classes Limitantes na Zona de Recuperação



Organização: Os autores, 2019.

Contudo cerca de 42% de sua área situa-se em Classes de Limitação Muito Baixa e Baixa. As quais apresentaram IRR com valores que indicam áreas livres de erosão, sedimentação e ao acúmulo de água, aptas tanto às atividades de uso direto, quanto às de uso indireto. A zona de Uso Conflitante está atrelada a rede elétrica, atividade conflitante aos objetivos da unidade. Fato que antecede a criação da unidade e que necessita cuidados quanto as atividades em sua abrangência, sendo assim, as condições de maior fragilidade associadas às Classes de Limitação Média e Alta não repercutem negativamente a esta zona.

No entanto, entende-se que a delimitação do zoneamento segue, não apenas, a Susceptibilidade e Variabilidade Ambiental, aos quais os IRR podem ser associados, mas, também, a análise de outros critérios, já mencionados anteriormente.

A RECLASSIFICAÇÃO DO ZONEAMENTO AMBIENTAL DA FLONA DE IRATI

A sobreposição das Classes Limitantes ao Zoneamento Ambiental apresentado no Plano de Manejo, proporcionou uma análise conjunta das informações geomorfológicas e de uso do solo, facilitando o entendimento da dinâmica física da unidade, para então o delineamento da readequação do Zoneamento Ambiental, apresentada na Figura 7.

Verificou-se que as áreas de maior limitação ao uso (Classe de Limitação Alta), situam-se ao leste da unidade, justamente a região da unidade atrelada a Zona de Manejo. Fato que preocupa, uma vez que, a retirada da cobertura vegetal nesta condição, certamente desencadeará e ou potencializará o processo erosivo podendo resultar na perda do solo e no assoreamento da rede de drenagem. Em contrapartida, para a Zona de Recuperação, verificou-se áreas de Limitação Muito Baixa e Baixa, as quais poderiam ser vinculadas a uma zona menos restritiva.

Neste contexto, além de alterar os limites da Zona de Manejo e de Recuperação, para adequar os usos previstos à estas zonas às condições físicas ambientais da unidade, sentiu-se a necessidade da criação de uma nova zona associada a rede hidrográfica e a sua área de influência, denominada de Zona Intangível.

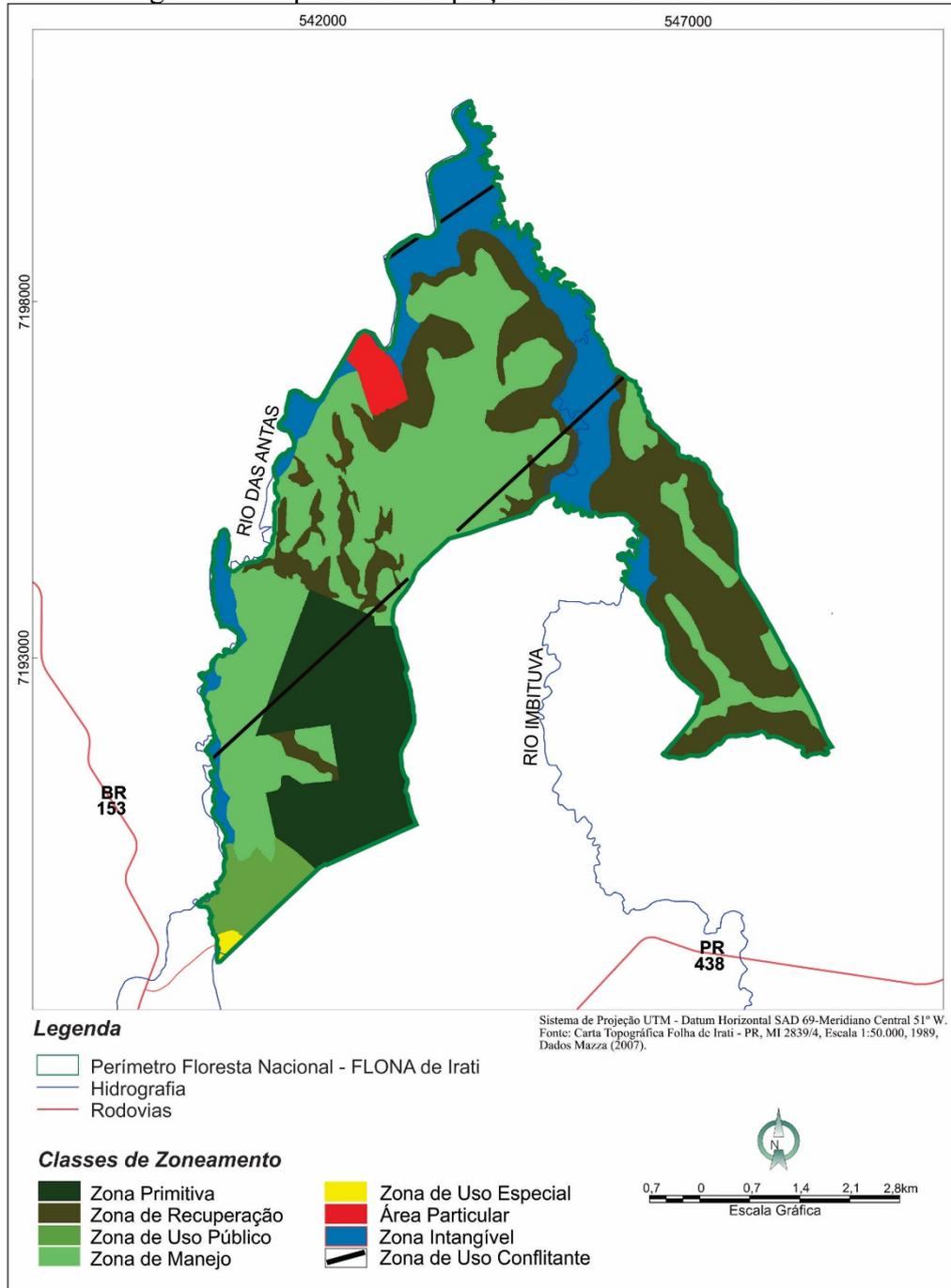
Na adequação, parcelas territoriais da Zona de Recuperação, que apresentaram Classes Limitantes Muito Baixa e Baixa, foram incorporadas a Zona de Manejo, enquanto as áreas com Limitação Alta dispostas na Zona de Manejo, foram agregadas à Zona de Recuperação. Foi incorporada a Zona Intangível às áreas de várzeas compreendidas pela Classe de Limitação Média presentes nas Zonas de Recuperação e de Manejo. Estas áreas são consideradas de extrema importância para a manutenção e equilíbrio do ambiente, fato que justifica sua inserção em uma classe mais restritiva. Os critérios considerados na readequação do Zoneamento Ambiental seguem apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios utilizados na readequação do zoneamento da Flona de Irati.

ZONA	CRITÉRIOS
Intangível	Representatividade das várzeas, Classe Limitante Média com predomínio dos valores de AACN abaixo de 2m, TWI acima de 8 e MRVBF maiores que 2,5.
Primitiva	Grau de Conservação, Representatividade (Riqueza e Diversidade); e Susceptibilidade Ambiental (área de nascentes).
De Recuperação	Riqueza e diversidade de espécies; suscetibilidade à contaminação pelo pinus e pela diminuição da qualidade do ambiente alagado; Classe Limitante Alta com predomínio dos valores de MRVBF abaixo de 0,5, Ls acima de 4 e declividade acima de 15% - IRR.
De Uso Público	Facilidade de acesso e de controle; potencial de visitação; educação ambiental; infraestrutura de apoio aos visitantes; existência de edificações históricas.
De Uso Especial	Presença e potencial de uso da infraestrutura.
De Uso Conflitante	Presença linhas de transmissão.
De Manejo Florestal	Potencial para o manejo florestal madeireiro e não madeireiro; potencial para o desenvolvimento de pesquisas de suporte à aplicação da legislação florestal e do manejo florestal, Classes Limitantes Muito Baixa e Baixa.

Fonte: ICMBio (2013) – Plano de manejo da Flona. Adaptação: Autores, 2019

Figura 7 - Proposta de adequação do zoneamento ambiental



Organização: Os autores, 2019.

Assim pode-se afirmar que o processamento dos atributos topográficos caracterizando o relevo e informações associadas, possibilitou a compatibilização de áreas de maior fragilidade a zonas mais restritivas e as menos frágeis as mais permissivas. Desta feita, a Zona Intangível criada a partir da Classe de Limitação Média presentes na Zona de Manejo e de Recuperação elencaram 530,28 ha, enquanto a de Recuperação e a de Manejo registraram, respectivamente, 993,65 e 1358,56 há.

CONCLUSÃO

O processamento dos IRR e sua avaliação conjunta as demais variáveis propiciam o entendimento da dinâmica natural da unidade, o que é fundamental para esta categoria e as demais de uso sustentável, em que conciliar sua diversidade de uso à conservação da natureza vem a ser um grande desafio.

As FLONA's do Sul do país foram criadas entre 1943 e 1955 com o objetivo de produção e experimentação florestal, o que ocasionou o reflorestamento destas unidades com árvores dos gêneros Araucária e Pinus (ICMBIO, 2013).

Consequentemente, a exploração dos seus recursos madeireiros pode vir desencadear impactos ambientais. Uma vez que, devido a diferentes fatores não foi possível realizar o plantio do pinus (para fim de produção) em áreas de declividade amena e com solos mais desenvolvidos. Fato observado na FLONA de Irati, onde parcela dos talhões de pinus encontram-se justamente na região de maior vulnerabilidade aos processos erosivos.

Neste contexto, sente-se a necessidade da determinação de critérios e aplicação de metodologias que caracterizem os aspectos geomorfológicos, clinográficos e pedológicos no desenvolvimento de estudos relacionados às UC's.

Desta forma, a caracterização dos IRR e os procedimentos metodológicos apresentados nesta pesquisa, se mostraram relevantes, uma vez que, apresentou uma alternativa à quantificação e espacialização de informações imprescindíveis ao processo de zoneamento.

Confirmou-se, também, como abordagem complementar, as análises de caráter qualitativo relacionadas ao grau de conservação e biodiversidade, certificando que “estudos temáticos isolados não condizem com as inúmeras e complexas relações a serem consideradas no zoneamento” (MARQUES; NUCCI, 2007).

REFERÊNCIAS

BÖHNER, J.; KÖTHE, R.; CONRAD, O.; GROSS, J.; RINGELER, A.; SELIGE, T. Soil Regionalization by Means of Terrain Analysis and Process Parameterisation. In: MICHELI, E.; NACHTERGALE, F.; MONTANARELLA, L. (Ed.). Soil Classification 2002. **European Soil Bureau – Research Report**, n. 7, EUR 20398 EN, Luxembourg, p. 213-222, 2002.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC). Brasília: Senado Federal, 2000. Disponível em: <<http://www.senado.org.br>>. Acesso em: 21/8/2012.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems of land resources assessment**. Francis e Taylor, 1986. 185 p.

CHAGAS, A. L. G. A. **Roteiro metodológico para a elaboração de plano de manejo para florestas nacionais**. Brasília: IBAMA, 2003.

DOUROJEANNI, M. **Plano de manejo I**, 2 de setembro de 2005. Disponível em: http://www.oeco.com.br/marc-dourojeanni/16368-oeco_13689. Acesso em: 02/12/2010.

FERRAZ, S. F. B.; MARSON, J. C.; FONTANA, C. R.; LIMA W. P. Uso de Indicadores hidrológicos para classificação de trechos de estradas florestais quanto ao escoamento superficial. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 75, p. 39-49, set. 2007.

FERREIRA, L. M. *et. al.* **Roteiro Metodológico para elaboração de Plano de Manejo**

para reservas Particulares do Patrimônio Natural. Brasília: IBAMA, 2004.

GALANTE, M. L.V.; BESERRA, M. M. L.; MENEZES, E. O. **Roteiro metodológico de planejamento:** Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica. MMA / IBAMA, Edições IBAMA, 2002. Disponível em: www.ibama.gov.br. Acesso em: 20/08/2006.

GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: Principles and applications**. New York: John Wiley, 2000.

GONÇALVES, A. R.; **FERNANDES, C. H. V.; PENTEADO, D.; VELOSO, V. Roteiro metodológico para a elaboração de plano de manejo para florestas nacionais**. Brasília: ICMBio, 2009.

GRUBER, S.; PECKHAM, S. Land-surface parameters and objects in hydrology. In: HENGL, T.; REUTER, H.I. (Eds.). **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications**. Amsterdam: Elsevier, 2009.

HUDSON, B. D. The soil survey as a paradigm-based science. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 836-841, 1992.

ICMBio. **Banco de Dados - Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2013.

ICMBIO – **Plano de Manejo Floresta Nacional de Irati**. 2013. Volume II. Brasília, 66p.

LEPCH, I. F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação, 2ª. Imp. rev. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1991.

LIN, H.S.; KOGELMANN, W.; WALKER, C.; BRUNS, M.A. Soil moisture patterns in a forested catchment: A hydrological perspective. **Geoderma**, v. 131, p. 345-368, 2006.

MAGANHOTTO, R. F.; SANTOS, L. J. C. dos; SOUZA, L. C. de P. Miara. M. A.; LEMES, P. H. S. A aplicação dos Índices de Representação do Relevo como ferramenta de suporte no planejamento ambiental de unidades de conservação. *Revista Geografar*, v. 8, n. 2, p. 205 – 236, Curitiba, 2013.

MAGANHOTTO, R. F. A Utilização dos Índices de Representação do Relevo como Suporte ao Zoneamento Ambiental de Unidades de Conservação: Estudo de Caso Floresta Nacional de Irati. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia. Setor de Ciências da Terra. UFPR. 2013.

MAGANHOTTO, R. F. SANTOS, L. J. C. dos; NUCCI, J. C.; LOHMANN, M. SOUZA, L. C. de P. **Unidades de Conservação: limitações e contribuições para a conservação da natureza**. *Sustentabilidade em Debate* - Brasília, v. 5, n. 3, p. 203-221, set/dez 2014.

MANSOR, M.T.C.; FERREIRA; L.; ROSTON, D.M.; TEIXEIRA FILHO J. Parâmetro para avaliação do potencial de risco de erosão. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, I., 2002. **Anais...** Aracaju/SE,

17 e 18 de outubro de 2002.

MARQUES, A. C.; NUCCI, J. C. Planejamento, Gestão e Plano de Manejo em Unidades de Conservação. **Revista Ensino e Pesquisa**, v. 4, p. 33-39, União da Vitória, 2007.

MAZZA, C. A. da S. **Caracterização da paisagem da Microregião Colonial de Irati e zoneamento da Floresta Nacional de Irati, PR**. São Carlos: UFSCar, 2006, 147p.

MCKENZIE, N. J.; GALLANT, J. C. Digital soil mapping with improved environmental predictors and models of pedogenesis. **Developments in Soil Science**, v. 31, 2007.

MIARA, M. A. **Planejamento e gestão de unidade de conservação: proposta de modelo metodológico**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MOORE, I. D.; GESSLER, P. E.; NIELSEN, G. A.; PETERSON, G. A. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, n. 2, p. 443-452, 1993.

PABLO, C. T. L. de. Cartografia ecológica: conceptos e procedimientos para la representación espacial de ecosistemas. **Boletín de la Real Sociedad Española de la Historia Natural Sección Geológica**, Madrid, v. 96, n. 1/2, p. 57-68, 2000.

PRATES, V. **Utilização de índices para representação da paisagem como apoio para levantamento pedológicos em ambiente de geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2010.

ROBERT, S.D.W.; DOWLING, T.I.; WALKER J. **FLAG: a fuzzy landscape analysis GIS method for dryland salinity assessment**. CSIRO, Land and Water Technical Report 8/97, Canberra. Disponível em: www.clw.csiro.au/publications/technical/technical97.html. Acesso em: 13/7/2012.

SAATY, T. L.; VARGAS, L.G. **Prediction, Projection and Forecasting**. Kluwer Academic Boston, MA, USA, 1991.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, J. S. V. da; SANTOS, R. F. dos. Zoneamento para planejamento ambiental: Vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.221-263, maio/ago. 2004.

SILVEIRA, C. T. **Análise digital do relevo na predição de unidades preliminares de mapeamento de solos: Integração de atributos topográficos em Sistemas de Informações Geográficas e redes neurais artificiais**. Curitiba, 2010, 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, 2010.

SOUZA, L. C de P.; SIRTOLI, A. E.; LIMA, M. R.; DONHA, A. G. Estudo do Meio Físico na Avaliação de Bacias Hidrográficas Utilizadas como Mananciais de Abastecimento. In:

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR – Finep, 2005. 500 p.

WANG, D., LAFFAN, S.W. **Characterisation of valleys from DEMs**. 18th World IMACS / MODSIM Congress, Cairns, Australia 13-17 July 2009. Disponível em: <http://mssanz.org.au/modsim09>. Acesso em: 10/9/2012

WEBER, E. J.; HASENACK, H.O Uso do SIG no Ensino de Ciências Ambientais. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, V., 1999, Salvador/BA. **Anais...**Salvador/BA, 1999.