

A GEODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA, RIO DE JANEIRO

José Eduardo Dias

Doutorando em Fitotecnia - UFRuRJ
mscdias@yahoo.com.br

Olga Venimar de Oliveira Gomes

Mestre em Geologia - UFRJ

Jorge Xavier da Silva

Prof. Dr. da UFRJ e UFRuRJ

Maria Hilde de Barros Goes

Prof. Dra da UFRuRJ

RESUMO

Neste trabalho será abordada a geodiversidade do município de Volta Redonda, RJ. Para elaboração dos mapas digitais de geodiversidade, considerou-se como base o mapa de geomorfologia, a partir do qual foram computados as ocorrências de classes dos outros parâmetros físicos, antrópicos e bióticos da área estudada (Uso Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal, Altitude, Solos, Declividade e Geologia). Para os cálculos planimétricos utilizou-se o Programa de Assinatura Ambiental do software SAGA/UFRJ.

PALAVRAS-CHAVES: Geodiversidade, geoprocessamento, geomorfologia

THE GEODIVERSITY AT MUNICIPALITY OF VOLTA REDONDA, RIO DE JANEIRO STATE

In this paper the geodiversity at municipality of Volta Redonda, Rio de Janeiro State will be explained. For the elaboration of the geodiversity digital maps, the digital geomorphology map was used, from which were computed the occurrences of the categories of other biotic, physical and socio-economical environmental parameters (land use and vegetation, hypsometry, slope map and geology). Geoprocessing was performed through the use of the software SAGA/UFRJ (Programa Assinatura Ambiental).

KEY-WORDS: Geodiversity, geoprocessing, geomorphology

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais, provocada principalmente pelo uso intensivo e, às vezes, abusivos do solo têm crescido assustadoramente no município de Volta Redonda. O desenvolvimento da agricultura e o processo de ocupação do solo não foram exceção da colonização européia nos trópicos, inaugurando um novo tipo de agricultura comercial e extensiva, baseada na monocultura cafeeira e posteriormente no pastoreio extensivo pelo gado.

Áreas bastante críticas são reflexos da deterioração gradativa do ambiente, como pelo avanço do processo de erosão do solo (DIAS *et al.*, 2001). Este quadro, freqüente na paisagem do município, é consequência da ação humana, induzindo a uma expansão urbana desordenada e contraposta com o consolidado pólo industrial.

A rica diversidade de paisagem que o município apresenta foi bastante castigada, porém, o uso pregresso e atual tem contribuído para sua degradação. Urge a adoção de medidas apropriadas para assegurar e controlar a ocupação racional do homem nestas áreas. Torna-se fundamental o uso da tecnologia computacional moderna aplicada à Análise Ambiental. Trata-se da análise sobre

Artigo recebido em 04/12/2004

Aceito para publicação em 12/01/2004

a geodiversidade, tendo como base o comportamento espacial dos aspectos naturais e antrópicos referenciada em um conjunto de mapas digitais componentes de uma base de dados georreferenciada do município de Volta Redonda/RJ (DIAS, 1999), apresentando precisão territorial e riqueza taxonômica. A análise dos resultados apresenta as classes mais significativas que expressam a variabilidade ambiental da área em estudo.

A metodologia para avaliação da geodiversidade utilizada no presente estudo requer tratamento sistemático de enorme massa de dados ambientais da Base de Dados Georreferenciada. Trata-se de proceder a exaustivas varreduras, para levantamento das variadas ocorrências de características ambientais (Classes de Solos, Cobertura Vegetal/Uso do Solo, Declividade, Geologia e Altitude), associadas à ocorrência cada categoria ou entidade do parâmetro geomorfologia.

O desenvolvimento das técnicas computacionais gerou, para as investigações ambientais, novas possibilidades analíticas. Entre estas, deve ser destacada a varredura minuciosa de uma área geográfica contida em uma base de dados em uso, por um Sistema Geográfico de Informação (SGI). Além da varredura, os SGIs permitem conjugar numerosos dados, de natureza diversa (tipos, escalas, resoluções), em um procedimento que pode ser denominado Varredura e Integração Locacional, uma vez que opera com base no atributo axiomático de localização, inerente a todo dado ambiental. Conjugados, tem-se a simplificação VAIL (XAVIER-DA-SILVA, 1997, 2001).

Os índices de Geodiversidade criados por XAVIER-DA-SILVA *et al.* (2001), aplicados no presente estudo permitem identificar a variabilidade ambiental que ocorre numa determinada área geográfica. Estes índices foram criados em apoio a pesquisas de Biodiversidade. O autor menciona que “estes índices partem da premissa que a variabilidade de características físicas e socioeconômicas de uma área é fator preponderante para que haja variabilidade das características bióticas (fauna e flora) desta mesma área”.

O conceito de Geodiversidade definido por XAVIER-DA-SILVA *et al.* (2001), engloba a expressão da variabilidade das características ambientais de uma determinada área geográfica. Cabe ao pesquisador escolher os parâmetros ambientais (mapeamento, plano de informação), componentes da base de dados georreferenciada que possa servir como base para aferição da Geodiversidade (XAVIER-DA-SILVA & CARVALHO FILHO, 2001).

O presente trabalho visa à aplicação de Índices de Geodiversidade numa área inserida no Médio Vale do Paraíba, no eixo Rio São Paulo. Para este estudo a Geomorfologia foi utilizada como parâmetro base. Foi usada a ferramenta de geoprocessamento através do software SAGA/UFRJ.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi construído um modelo digital do ambiente: criou-se a base de dado digital, aplicada a geodiversidade, que representou o inventário ambiental, consistindo do levantamento das condições ambientais vigentes, que representa a variabilidade ambiental caracterizados pelos parâmetros naturais e antrópicos analisados em seis mapas digitais georreferenciados. A técnica de geoprocessamento permitiu o tratamento dos dados, desde a sua entrada, passando pela edição, armazenamento e, finalmente, as análises ambientais, com a extração das informações registradas nos mapas digitais.

Utilizou-se a estrutura matricial “Raster” para a montagem da base de dados georreferenciada. A entrada de dados de caráter espacial foi realizada através de leitura ótica por “scanner”, que consistiu na leitura e captura dos registros espaciais. A fase operacional seguinte à edição dos dados foi procedida pelo reconhecimento das feições geométricas, realizadas pelo processo de vetorização interativa nestes dados escanizados.

Criou-se uma base de dados digital aplicada a geodiversidade, que representou o inventário ambiental, consistindo no levantamento das condições ambientais vigentes que representa a variabilidade ambiental caracterizada pelos parâmetros naturais e antrópicos analisados em seis

mapas digitais georreferenciados, mencionados a seguir:

Geomorfologia: o mapeamento foi efetuado obedecendo aos seguintes critérios: morfologia e morfometria, constituição dos terrenos (solo e subsolo), cobertura vegetal e processos dominantes (intempéricos, pedogenéticos e morfogenéticos). As feições geomorfológicas encontram-se distribuídas em classes, categorias ou unidade: Bancos Fluviais Terraços Alúvio-Coluvionares Terraços e Várzeas Fluviais Terraços Colúvio-Aluvionares de Vale Estrutural, Encosta de Tálus, Patamares Tabuliformes Dissecados, Colinas Estruturais Isoladas, Vale Estrutural, Rampas de Colúvio, Encostas Adaptadas a Falha, Alvéolos Estruturais, Interflúvios Estruturais Patamares Colinosos Aplainados e Interflúvios Aplainados.

Cobertura Vegetal/uso do Solo (1998): o mapeamento foi elaborado a partir de dados de campo, conjugados à interpretação de imagens Landsat TM, na escala de 1:100.000 e fotos convencionais, relativas ao ano de 1998. As categorias levantadas em relação à cobertura vegetal foram as seguintes: Floresta Primária (remanescente), Floresta Secundária, Floresta de Galeria, Floresta Econômica (Reflorestamento), Vegetação de Campos Inundáveis e Capoeira. No mapeamento Uso e Ocupação do Solo foram individualizadas as seguintes categorias: Pastagem, Afloramento do Solo, Afloramento Rochoso, Área Urbana, Área em Urbanização, Área Industrial, Área de Lazer, Área Institucional, Cultivos, Depósitos de Lixo, Depósito de Rejeito, Pedreira Ativa e Inativa.

Altitude ou Hipsometria: o mapeamento foi gerado a partir de cartas topográficas do IBGE (1973), escala básica 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP). As curvas de nível apresentam equidistância de 40 m, com cotas variando entre 380 e 720 m. Foram levantadas nove classes, listadas a seguir: 380-400 m; 400-440 m; 440-480 m; 480-520 m; 520-560 m; 560-600 m; 600-640 m; 640-680 m; 680-720 m.

Declividades: foi gerado a partir de cartas topográficas do IBGE (1973), escala básica 1:50.000 (Folha SF-23-Z-A-11-4, Nossa Senhora do Amparo RJ-MG e Folha SF-23-Z-A-V-2, Volta Redonda RJ-SP), utilizando-se da metodologia proposta por DE BIASE (1970). Registrou-se as seguintes classes: 0-2,5%; 2,5-5%; 5-10%; 10-20%; 20-40% e >40%. Para determinar as porcentagens destas classes foi feita a relação entre o desnível de duas ou mais curvas de nível e o espaçamento entre curvas consideradas.

Solos: foi elaborado com base nos mapeamentos geomorfológico e litológico, com saídas de campo para a identificação de classes de solos, procedendo-se a abertura de trincheiras. Elaborou-se um mapa expedito de solos para fins de planejamento ambiental. Foram identificadas as seguintes classes de solo: Argissolos Vermelho-Amarelo, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos Flúvicos e Nitossolos/Chernossolos.

Geologia (Litologia): o mapeamento foi compilado da fonte DRM-RJ (1983) na escala básica 1:50.000 (Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folhas Nossa Senhora do Amparo SF-23-Z-A-11-4 e Volta Redonda SF-23-Z-A-V-2). tendo-se as seguintes unidades geológicas: Qa (Aluvião: Sedimentos Quaternários Arenos-Argilosos); Qpvr (Sedimentos da Bacia de Volta Redonda); Brechas Tectônicas (relacionadas às reativações dos falhamentos maiores); db (Diques de Diabásios e de Microgabro); p_εicxgn (Biotita Moscovita Xistos e Biotita Gnaisses); p_εicagca (Biotita-Anfibólio e Gnaisses Porfiroclásticos); p_εicme/gb (Migmatitos Estromáticos e Gnaisses); p_εicgrgn (Granito Gnaisses); p_εtimd (Migmatitos com Paleossoma Anfibolítico ou Biotítico-Anfibolítico); p_εtimdct (faixa de intensamente cataclada); p_εtikz (Gnaisses kinzigíticos).

A obtenção das áreas de ocorrência e respectivas localizações das entidades, categorias ou classes de interesse para este estudo, foi feita através do uso do módulo do Sistema de Análise Geo-Ambiental do SAGA/UFRJ denominado "Assinatura Ambiental". Este módulo realiza planimetrias dirigidas.

Os Indicadores de Geodiversidade representam a variabilidade encontrada na área de estudo, que foi analisada pelos seguintes Índices de Geodiversidade: Específica, Específica de Posição, Múltipla, Múltipla de Posição, Múltipla Ponderada e Múltipla Ponderada de Posição.

1. Índice de Geodiversidade Específica “e” e de Geodiversidade Específica de Posição “e*”: o Índice de Geodiversidade Específica (e) foi obtido pelo número de classes encontradas na área de abrangência de cada classe do parâmetro selecionado para aferição geodiversidade. O Índice de Geodiversidade Específica de Posição (e*) foi obtido pela posição ordinal ocupada pela Geodiversidade Específica em relação às outras classes ou categorias. Tem-se como exemplo, na Tabela 1, na primeira linha, a classe Terraços e Várzeas Fluviais, uma das categorias do mapa de geomorfologia. Na primeira coluna aparece o parâmetro Cobertura Vegetal/Ocupação do Solo, um dos mapas analíticos utilizados no presente estudo. Na interseção da primeira linha com a primeira coluna está lançado o algarismo cardinal 6, valor que representa o número de classes do mapa digital Cobertura Vegetal/Usos e Ocupação do Solo encontrados nos locais onde ocorre a classe ou unidade geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais. Este é o Índice de Geodiversidade Específica “e”. Nesta célula, entre parênteses está lançado o algarismo ordinal 7, o qual representa a posição (rank) deste número de classes do mapa de Cobertura Vegetal/Usos e Ocupação do Solo em relação às outras classes associadas do mapa de Geomorfologia (Figura 1).
2. Índice de Geodiversidade Múltipla Simples (m) e de Geodiversidade Múltipla Simples de Posição “m*”: o Índice de Geodiversidade Múltipla Simples (m) foi obtido pela soma das classes encontradas em cada mapa digital para cada classe geomorfológica. Para a primeira linha da tabela, referente a Terraços e Várzeas Fluviais, o valor registrado para esta soma é 14. Foram encontrados catorze tipos de características ambientais associados às classes geomorfológicas mencionadas. O Índice de Geodiversidade Múltipla de Posição (m*), é constituído por um algarismo ordinal que registra o posicionamento do índice anterior da coluna, em todas as classes ou categorias consideradas. Na Tabela 1, verifica-se que este ordinal indica o décimo primeiro posicionamento (11) como associado ao valor 14, estando registrado na primeira linha com a sexta coluna.
3. Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada (p) e Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada de Posição (p*): o Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada (p) foi obtido dividindo-se o número de classes encontradas em cada classe padrão pela sua área total de ocorrência. O valor deste índice é dependente das unidades de áreas utilizadas. Para a estabilização de seu valor, para comparações entre áreas geográficas diferentes, deve ser usado o número de classes por quilômetro quadrado. O Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada de Posição (p*) foi obtido através da computação da posição relativa para cada valor registrado na Tabela 1. Este Índice foi calculado pela seguinte fórmula: $P = M/\text{Área}$

Onde:

P = Geodiversidade múltipla ponderada;
M = número de classes;
Área = extensão territorial da classe geomorfológica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade dos parâmetros ambientais foi constatada pelo número de classes e posições ordinais encontradas em cada entidade geomorfológica, para cada coluna da Tabela 1. O comportamento da Geodiversidade Específica foi explicitado pelo relacionamento, em termos de variabilidade ambiental, entre o parâmetro considerado na coluna e as entidades geomorfológicas componentes da referida tabela.

Cobertura Vegetal/Usos do Solo: as classes geomorfológicas foram: Encosta Estrutural Dissecada e Terraços Alúvio Coluvionar com Índice de Geodiversidade Específica 13, seguida pela unidade geomorfológica Terraço Colúvio Aluvionar de Vale Estrutural com Índice de Geodiversidade Específica 12. Encosta de Tálus foi a classe geomorfológica que apresentou menor Índice de Geodiversidade Específica 4.

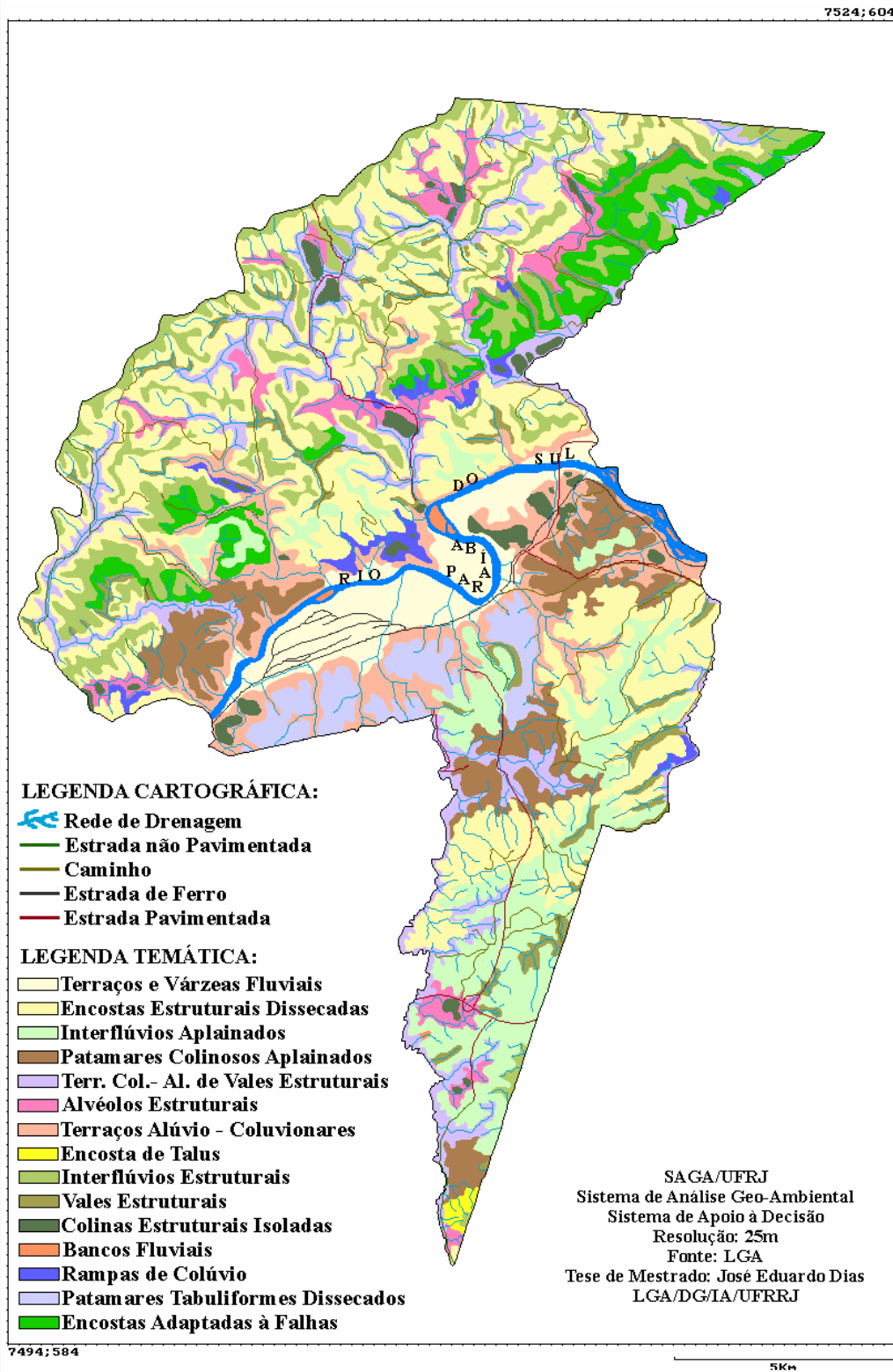


Figura 1 - Mapa geomorfológico do município de Volta Redonda

Tabela 1

Indicadores de Geodiversidade (e), Geodiversidade Específica (e*), Geodiversidade Específica de Posicional (m), Geodiversidade Múltipla (m*), Geodiversidade Múltipla Posicional (p), Geodiversidade Múltipla Ponderada (p*) e Geodiversidade Múltipla Ponderada Posicional

Categorias do Mapa Geomorfológico	Geodiversidade Específica					Geodiv. Múltipla m (m*)	Área (ha)	Geodiv. Múltipla Ponderada p (p*) (km ²)
	Cobertura Vegetal/ Uso Ocup. Solo e (e*)	Altitude e (e*)	Solos e (e*)	Declividade e (e*)	Geologia e (e*)			
Terraços e Várzeas Fluviais	6 (7)	2 (6)	1 (2)	2 (4)	3 (8)	14 (11)	1121,28	1,24 (14)
Encosta Estrutural Dissecada	13 (1)	8 (1)	2 (1)	6 (1)	9 (2)	38 (2)	5802,56	0,65 (15)
Interflúvios Aplainados	11(3)	6 (3)	1 (2)	6 (1)	5 (6)	29 (5)	1900,12	1,52 (13)
Patamares Aplainados	9 (4)	5 (4)	1 (2)	6 (1)	6 (5)	27 (6)	1281,43	2,10 (10)
Terraço Colúvio Aluvionar de Vale Estrutural	12 (2)	5 (4)	2 (1)	6 (1)	8 (3)	33 (3)	1742,00	1,89 (11)
Alvéolos Estruturais	8 (5)	5 (4)	1 (2)	6 (1)	6(5)	26 (7)	819,25	3,17 (7)
Terraços Alúvio - Coluvionares	13 (1)	8 (1)	2 (1)	6 (1)	10 (1)	39 (1)	1709,00	2,28 (9)
Encosta de Tálus	4 (9)	4 (5)	1 (2)	4 (5)	2(9)	15 (10)	42,56	35,24 (2)
Interflúvios Estruturais	9 (4)	7 (2)	2 (1)	6 (1)	5 (6)	29 (5)	1856,62	1,56 (12)
Colinas Estruturais Isoladas	11 (3)	5 (4)	1 (2)	6 (1)	6 (5)	29 (5)	349,25	8,30 (4)
Bancos Fluviais	5 (8)	2 (6)	1 (2)	4 (5)	2 (9)	14 (10)	32,93	42,51 (1)
Rampas de Colúvio	7 (6)	5 (4)	1 (2)	6 (1)	6 (5)	25 (8)	250,56	9,97 (3)
Patamares Tabuliformes Dissecados	5 (8)	4 (5)	1 (2)	6 (1)	4 (7)	20 (9)	591,87	3,37 (6)
Encostas Adaptadas a Falhas	6 (7)	8 (1)	1 (2)	6 (1)	5 (6)	26 (7)	1025,56	2,53 (8)
Vale Estrutural	9 (4)	8 (1)	2 (1)	6 (1)	7 (4)	32 (4)	706,00	4,53 (5)

Altitudes: as classes geomorfológicas predominantes foram: Encosta Estrutural Dissecada, Encostas Adaptadas a Falhas e Vale Estrutural totalizando Índice de Geodiversidade Específica 8. A unidade geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais apresenta menor Índice de Geodiversidade Específica, com valor 2.

Solos: as unidades geomorfológicas Encosta Estrutural Dissecada, Terraços Colúvio Aluvionares de Vale Estrutural, Terraços Alúvio Coluvionar, Vale Estrutural e Interflúvios Estruturais apresentaram Índice de Geodiversidade Específica 2, seguida pelas unidades Terraços e Várzeas Fluviais, Interflúvios Aplainados, Patamares Aplainados, Alvéolos Estruturais, Encosta de Tálus, Colinas Estruturais Isoladas, Bancos Fluviais, Rampas de Colúvio, Patamares Tabuliformes Dissecados e Encostas Adaptadas a Falhas, estas unidades geomorfológicas apresentaram Índice de Geodiversidade Específica 1.

Declividades: as classes geomorfológicas Encosta Estrutural Dissecada, Interflúvios Aplainados, Patamares Aplainados, Terraço Colúvio Aluvionar de Vale Estrutural, Alvéolos Estruturais, Terraços Alúvio Coluvionares, Colinas Estruturais Isoladas, Patamares Tabuliformes Dissecados e Encostas Adaptadas a Falhas apresentaram Índice de Geodiversidade Específica 6. A unidade geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais apresentou Índice de Geodiversidade Específica 2.

Geologia: a classe geomorfológica Terraços Alúvio Coluvionares apresentou Índice de Geodiversidade Específica 10, sendo considerada a mais relevante. Encosta de Tálus, com Índice de Geodiversidade Específica 2, foi a unidade geomorfológica menos significativa.

Análise dos Índices da Matriz de distribuição de Índice de Geodiversidade

Observa-se na Tabela 1, a conjugação da classe geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais, primeira linha, com o parâmetro Cobertura Vegetal/Usos do Solo. Na primeira coluna tem-se lançado o algarismo 6. Este valor representa o número de classes de Cobertura Vegetal/Usos do Solo encontrado nos locais onde ocorre a unidade geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais. Trata-se do Índice de Geodiversidade Específica "e" com valor 7 entre parênteses que representa a posição ("rank") deste número de classes do parâmetro Cobertura Vegetal/Usos do Solo, em relação às quantidades de classes associadas às outras unidades do mapa de geomorfologia. A classe geomorfológica Terraços Alúvio Coluvionares apresenta-se com o maior número de classes do parâmetro Cobertura Vegetal/Usos do Solo com o valor 13, ocupando o primeiro lugar no "rank" da Geodiversidade Específica.

Geodiversidade Múltipla: considera-se a primeira linha da Tabela 1. As unidades geomorfológicas Terraços e Várzeas Fluviais apresentam Índice de Geodiversidade Múltipla com o valor 14. Isto significa que foram encontrados 14 tipos de características ambientais associadas a esta classe geomorfológica. A classe geomorfológica que apresentou maior variabilidade foi Interflúvios Estruturais, apresentando Índice de Geodiversidade Múltipla (m^*) de 48, seguida pela unidade Terraços Alúvio Coluvionares com 39 de índice. Para o Índice de Geodiversidade Múltipla de Posição, mencionada na Tabela 1 (m^*), indica posicionamento (11) associado ao valor 14. Portanto, a unidade geomorfológica Terraços e Várzeas Fluviais encontra-se em 11º lugar quanto ao Índice de Geodiversidade Múltipla. A unidade Interflúvios Estruturais ocupa o primeiro lugar (1), associado ao valor 48, indicando maior densidades de classes e variabilidade ambiental.

Geodiversidade Múltipla Ponderada: o Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada (p) pode ser considerado como a variação proporcional ao número de classes geomorfológicas, encontradas em cada entidade padrão e inversamente à área total de ocorrência. Na Tabela 1 o valor do Índice de Geodiversidade Múltipla (14) dividido pela sua área de ocorrência de 1121,28 ha, fornece o Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada de 1,24. A classe geomorfológica Bancos Fluviais apresentou maior índice geodiversidade com 54,86. O Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada de Posição (p^*) refere-se à posição ocupada no "rank" na Tabela 1. A classe geomorfológica Bancos Fluviais ocupou o 14º lugar no "rank". A classe geomorfológica Bancos Fluviais ocupou o primeiro lugar, apresentando densidade de variabilidade de classes associadas a outros parâmetros analisados numa área correspondente a 32,93 ha. O Índice de Geodiversidade

Múltipla Ponderada foi obtido através da computação da posição relativa para cada valor registrado na Tabela 1. Conforme fórmula mencionada, esta classe passou de 10^o lugar no Índice de Geodiversidade Múltipla para primeiro lugar no Índice de Geodiversidade Múltipla Ponderada de Posição, significando importante alteração no rank. As classes geomorfológicas com extensões territoriais reduzidas apresentaram riqueza, densidade e variabilidade ambiental.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a extensão da área geográfica deve ser levada em conta. Uma grande variabilidade ambiental, por si só, não mostra a realidade do ambiente. Observa-se na Figura 2 as áreas que apresentam grande variabilidade, com Índice de Geodiversidade Múltipla alta, foram às classes que apresentaram Índice de Geodiversidade Ponderada baixo. A extensão territorial foi preponderante para este fato. As unidades que apresentaram maior índice de geodiversidade foram: Interflúvios Estruturais, Terraços Alúvio Coluvionares, Colinas Estruturais Isoladas e Encosta Estrutural Dissecada. As unidades geomorfológicas que apresentaram índices de geodiversidade mais significativos foram: Bancos Fluviais, Encosta de Tálus, Colinas Estruturais Isoladas e Rampas de Colúvio. Estas classes geomorfológicas apresentaram maior densidade territorial de classes por km², ou seja, a quantidade ou relação de categoria por km² (Figura 3).

A Geomorfologia, que representa a morfologia da paisagem fornece informação relevante para estudo de geodiversidade da área em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE BIASE, M. *Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização*. São Paulo: Geomorfologia, Instituto de Geografia, 21, 1970. p. 8-13.
- DIAS, J. E. *Análise ambiental por geoprocessamento do município de Volta Redonda*. 1999. 180f. Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.
- DIAS, J. E.; GOMES, O. V. O.; GOES, M. H. B. Áreas de riscos de erosão do solo: uma aplicação por geoprocessamento. *Revista Floresta e Ambiente*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2001.
- DRM-RJ. *Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2), 1:50.000*. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Minerais, 1983.
- IBGE. *Folhas Nossa Senhora do Amparo (SF-23-Z-A-11-4) e Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2)*. 1. ed. São Paulo: Secretaria de Planejamento da República, Diretoria de Geodésia e Cartografia, Superintendência de Cartografia, Carta do Brasil, Escala 1:50.000, 1973.
- XAVIER-DA-SILVA, J. Metodologia de Geoprocessamento. *Revista de Pós-Graduação em Geografia*, p. 25-34, 1997.
- XAVIER-DA-SILVA, J. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Xavier da Silva, 2001. 228 p.
- XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Índice de geodiversidade da Restinga da Marambaia (RJ), um exemplo do geoprocessamento aplicado a geografia física. *Revista de Geografia*, v. 17, n. 1, p. 57-64, 2001.
- XAVIER-DA-SILVA, J. *et al.* Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de biodiversidade. In: GARAY, I.; DIAS, B. F. S. (Orgs.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão novas metodologias de avaliação e monitoramento*. Rio de Janeiro: Vozes, 2001. p. 299-316.

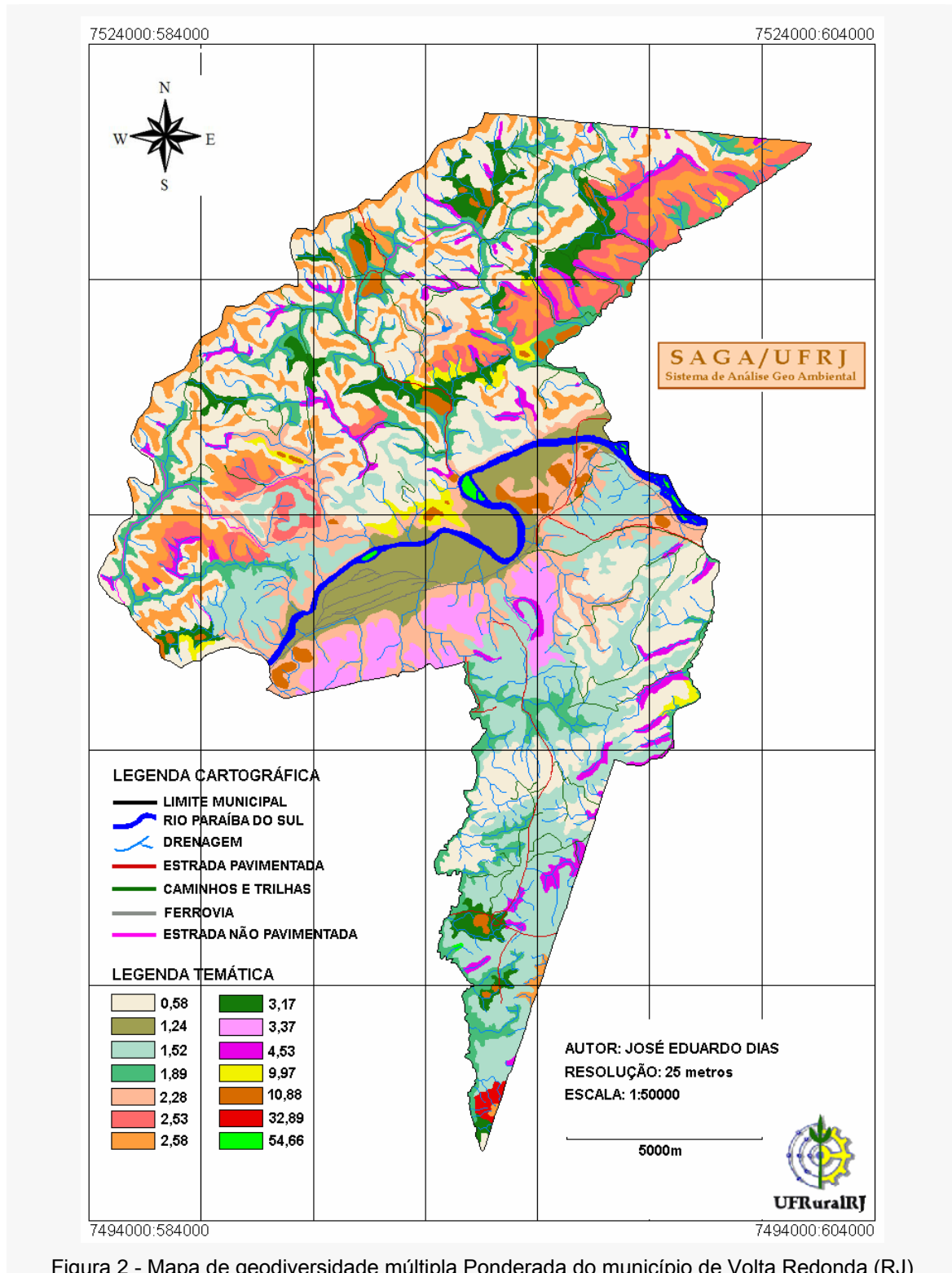


Figura 2 - Mapa de geodiversidade múltipla Ponderada do município de Volta Redonda (RJ)

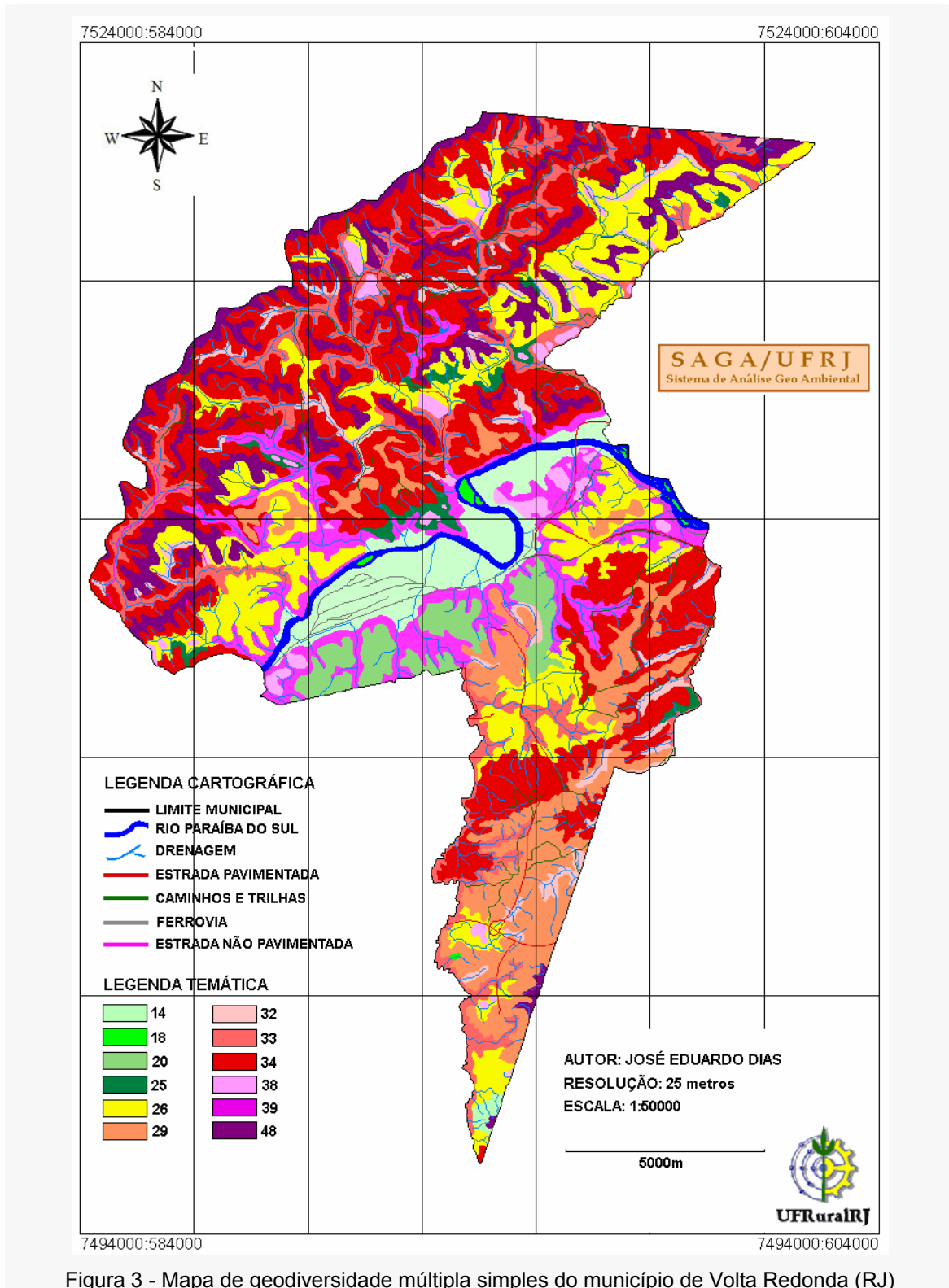


Figura 3 - Mapa de geodiversidade múltipla simples do município de Volta Redonda (RJ)