

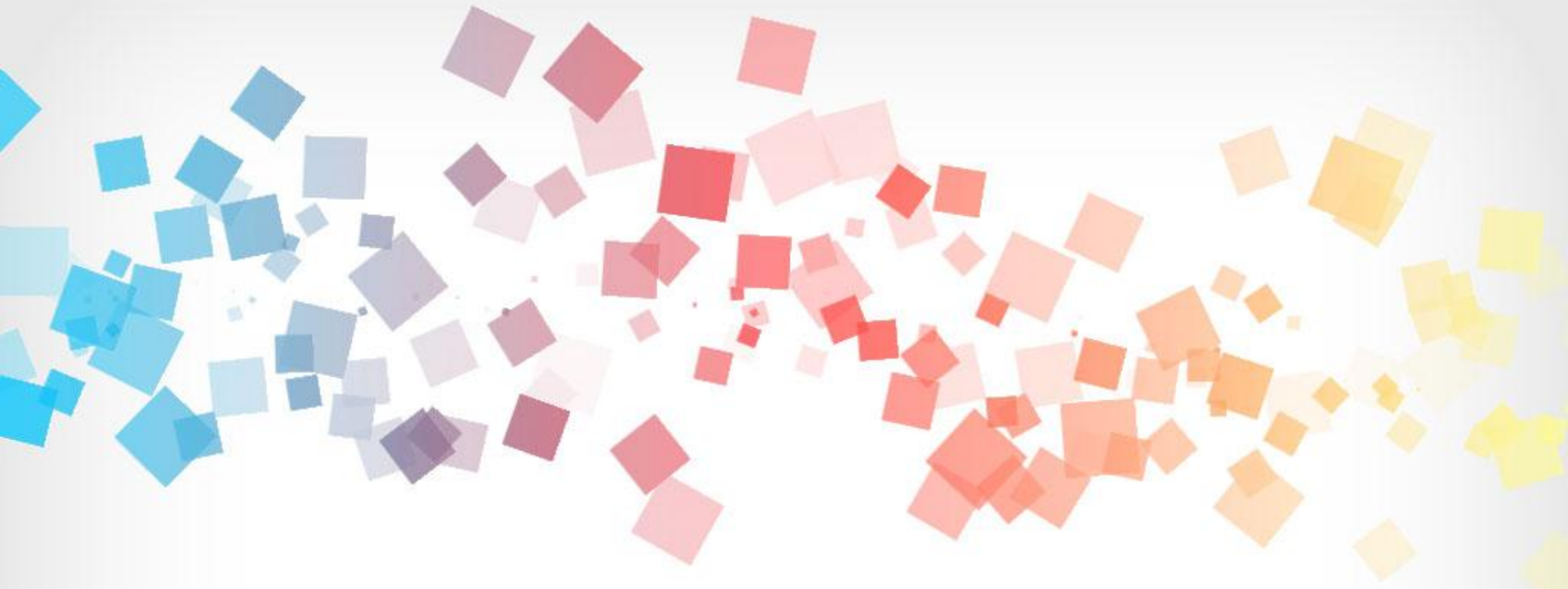


INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE

Disciplina: Introdução ao Geoprocessamento

Docentes Responsáveis: Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro

Dr. Claudio Barbosa



Áreas prioritárias para recuperação florestal, na sub-bacia do Rio Araçuaí - MG, através da análise multicritério

Discentes: Júlia Vaz Tostes Miluzzi de Oliveira (UEMS)

Juliana Maria Ferreira de Souza Diniz (INPE)



Introdução:

BACIA HIDROGRÁFICA

- Sustentação das funções ecossistêmicas;
- Saúde da bacia: compatível com as necessidades socioeconômicas dos recursos naturais;
- Conciliar: produção de alimentos e demais bens e serviços e conservação da bacia;



Planejamento de bacias hidrográficas cada vez mais necessário



Introdução:

RECUPERAÇÃO FLORESTAL

- Conversão de áreas naturais: incontáveis alterações/perdas ambientais;
- Perda da biodiversidade, aceleração de processos de erosão, diminuição na qualidade e quantidade de água e intensifica a fragmentação florestal;



Importante identificar áreas prioritárias para a recuperação florestal!



Introdução:

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUEPRAÇÃO

- Primeiro passo para o estabelecimento de estratégia de recuperação e conservação da biodiversidade.



Subsídio para políticas públicas de ordenamento territorial



Introdução:

AMC – ANÁLISE MULTICRITÉRIO

- Fundamentada em critérios que podem ser fatores e restrições;
- Transforma e combina dados espaciais e não-espaciais, tendo como resultado a decisão;
- Apresenta certa subjetividade.



Introdução:

CLP – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

- Um dos métodos mais utilizados;
- Critérios valorados em uma escala comum e combinados entre si através dos pesos, resultando em um mapa de prioridade.



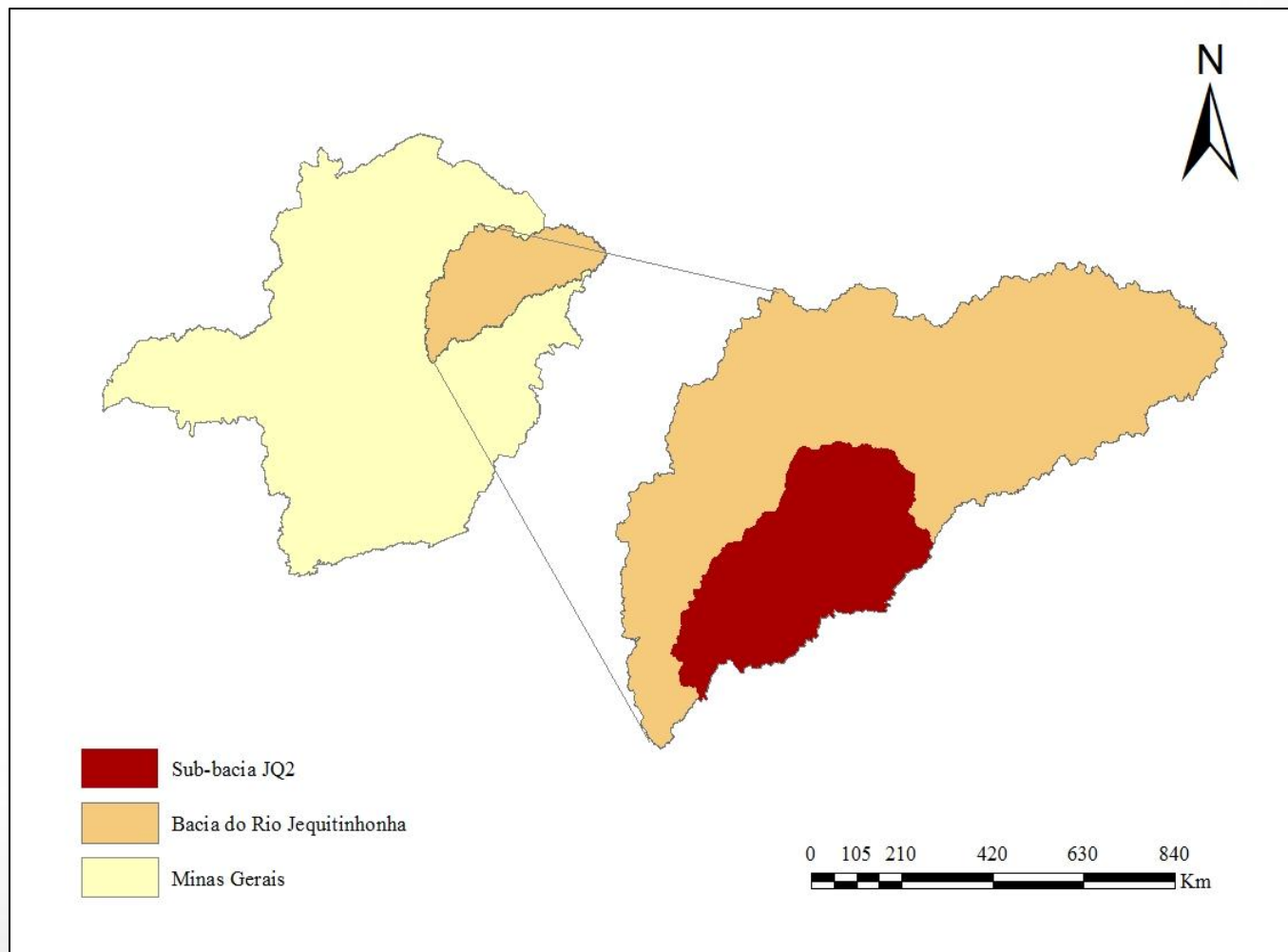
Objetivo:

Determinar utilizando a AMC, através da CLP, áreas prioritárias para recuperação florestal na sub-bacia do Rio Araçuaí (bacia do Rio Jequitinhonha) - MG, utilizando não apenas fatores relacionados às características geográficas e estruturais do meio, mas incorporando também ao processo, um fator que possibilite a ponderação da influência humana.



Material e Métodos:

ÁREA DE ESTUDO





Material e Métodos:

DEFINIÇÃO DOS FATORES

- Baseado na literatura com diferentes objetivos de entrada;
- Filtro: Densidade de Desmatamentos, Declividade, Proximidade a Rede Hidrográfica, Susceptibilidade à Erosão, Prioridade para Conservação da Flora, Vulnerabilidade Natural e Densidade Demográfica.



Material e Métodos:

NORMALIZAÇÃO DOS DADOS

- Comparar fatores com diferentes escalas de valores de forma justa e possível;
- Ferramenta 'Fuzzy membership';

DENSIDADE DE DESMATAMENTOS

- Polígonos de desmatamentos: ano agrícola 2014-2015 gerados no LEMAF – UFLA;
- Geração de centróides: 'Feature To Point';
- Densidade: 'Kernel Density';



Material e Métodos:

DECLIVIDADE

- Afeta a taxa de erosão do solo;
- Dados de altitude: Topodata;
- Ferramenta: 'Surface Slope';

PROXIMIDADE À REDE HIDROGRÁFICA

- Rede de drenagem monitorada do IGAM (MINAS GERAIS, 2014) → Raster de proximidade aos corpos d'água;
- Ferramenta: 'Euclidean Distance';
- Ponderar a distância de cada pixel até a rede de hidrografia.



Material e Métodos: SUSCEPTIBILIDADE À EROÇÃO

- Principal agente na redução da produtividade de solos;
- Dados: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG, 2017a);

PRIORIDADE PARA CONSERVAÇÃO DA FLORA

- Permite analisar a conectividade florestal, possibilitando acelerar processos para a recuperação das áreas degradadas;
- Dados: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG, 2017b).



Material e Métodos:

VULNERABILIDADE NATURAL

- Incapacidade de resistir e/ou recuperar-se após distúrbios;
- Dados: Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG, 2017b);

DENSIDADE DEMOGRÁFICA

- Interfere de forma direta e significativamente na manutenção e estabilidade do ambiente;
- Dados: IBGE (2011);
- Polígono -> Raster: 'Polygon to raster';



Material e Métodos:

RESTRIÇÕES

- Áreas consideradas inaptas à integrar um processo de recuperação;
- Mapa de Flora Nativa do IFMG (SCOLFORO; CARVALHO, 2006).
- Restrição: Água, cobertura vegetal de porte arbóreo (remanescentes nativos e plantações de eucalipto) e urbanização;
- Restrição: 0 e Potencial: 1.
- Polígono -> Raster: 'Polygon to raster';



Material e Métodos:

DEFINIÇÃO DOS PESOS DOS FATORES

- AHP desenvolvida por Saaty (1980): Escala de 9 pontos - Comparação Pareada;

$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	3	5	7	9
Extrema-mente	Muito Forte-mente	Forte-mente	Modera-damente	Igual-mente	Modera-damente	Forte-mente	Muito Forte-mente	Extrema-mente

← **Menos Importante** | **Mais Importante** →

- Grau de importância dos fatores: autores;
- Avaliação da matriz de comparação pareada: $TC < 0,1$



Material e Métodos:

COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

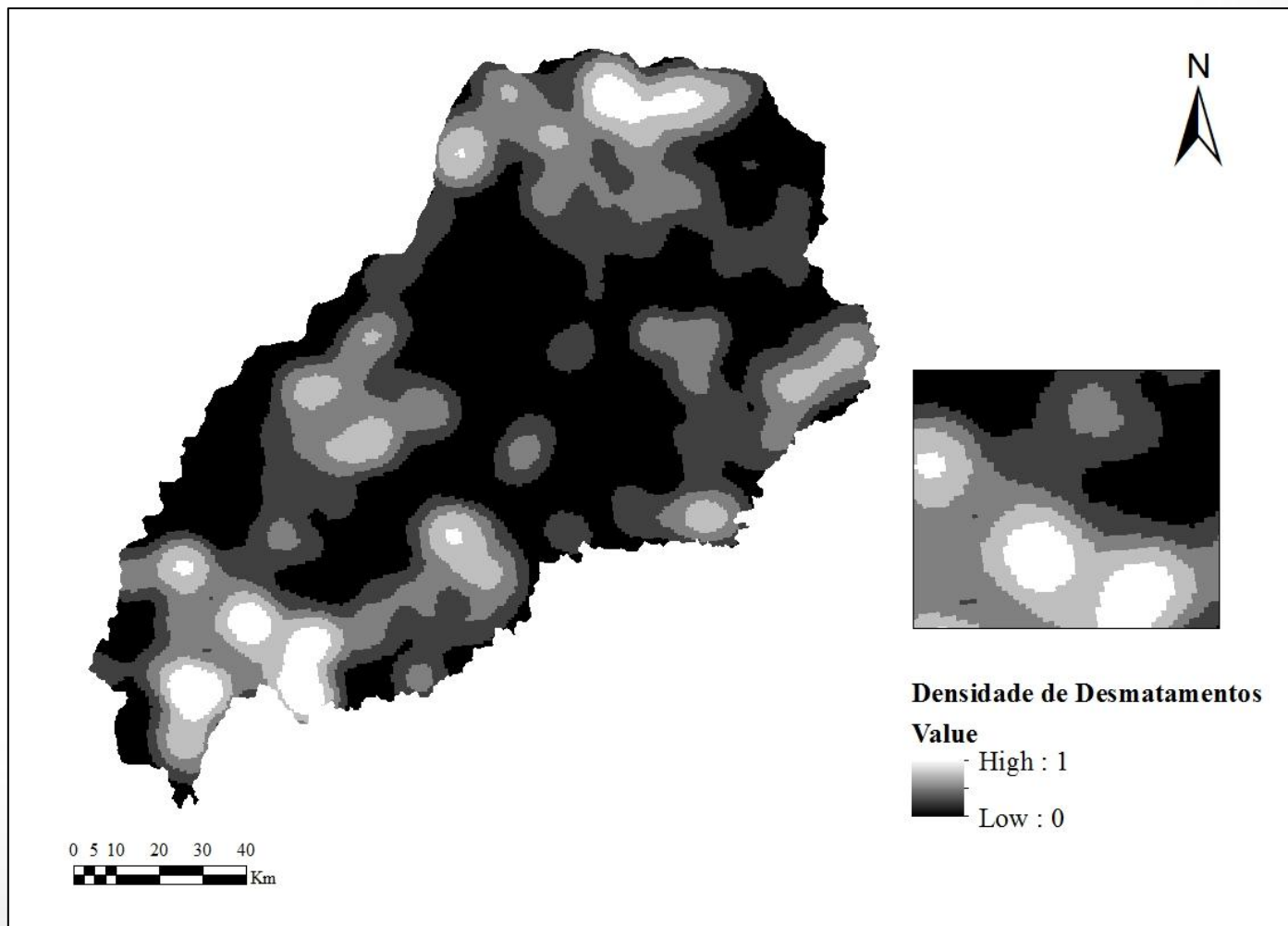
- Ferramenta: 'Raster Calculator';

- Função:

("proximidade_rede_hidrografica"***peso1**+
"Vulnerabilidade_erosao"***peso2**+"declivida
de"***peso3**+"Mapa_kernel"***peso4**+"densi
dade_demografica"***peso5**+"vulnerabilidad
e_natural"***peso6**+"prioridade_conservaca
o_flora"***peso7**)*"Mapa_restricao"

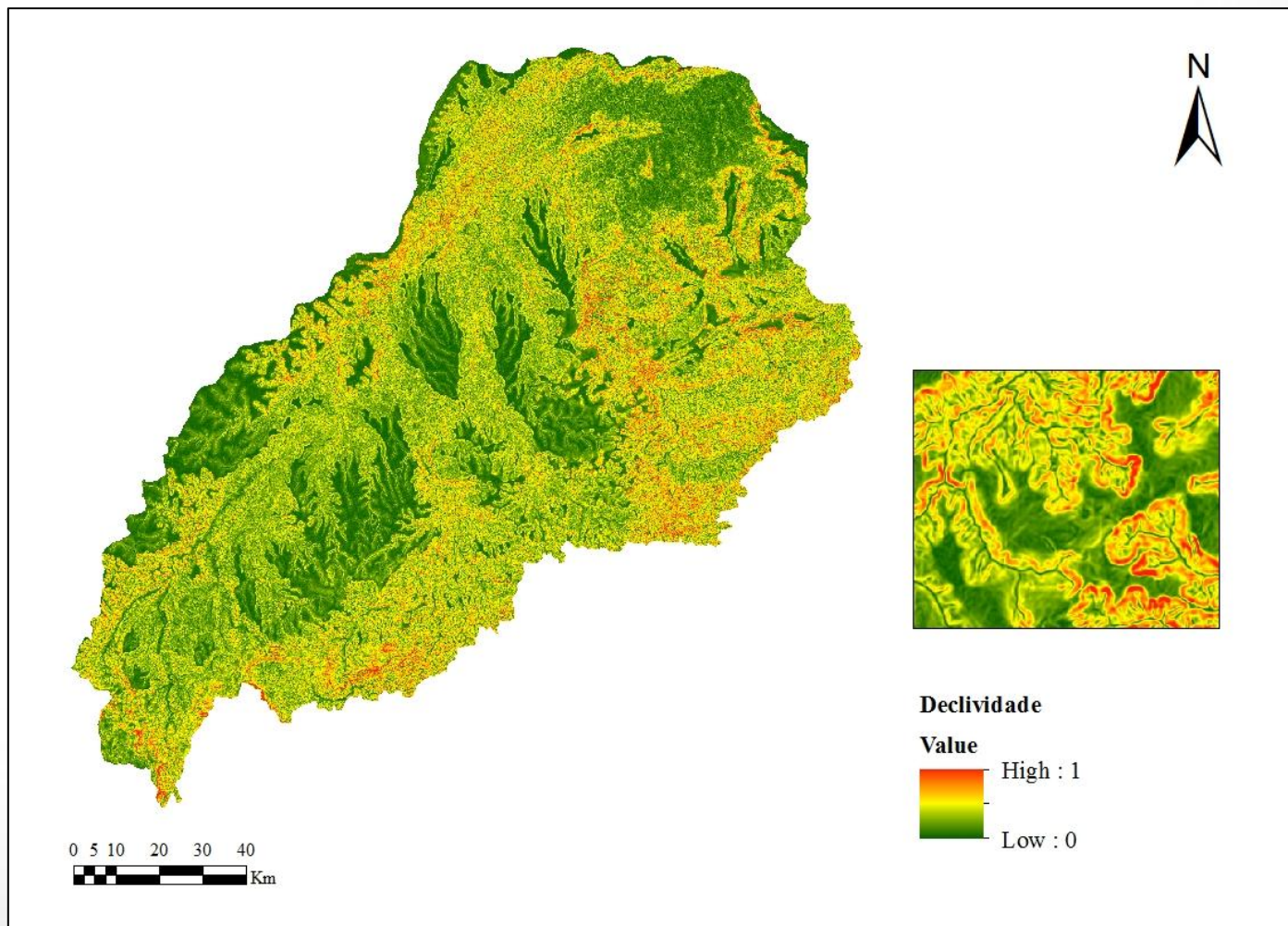


Resultados e discussão: MAPA DE DENSIDADE DE DESMATAMENTOS





Resultados e discussão: MAPA DE DECLIVIDADE





Resultados e discussão:

MAPA DE DECLIVIDADE

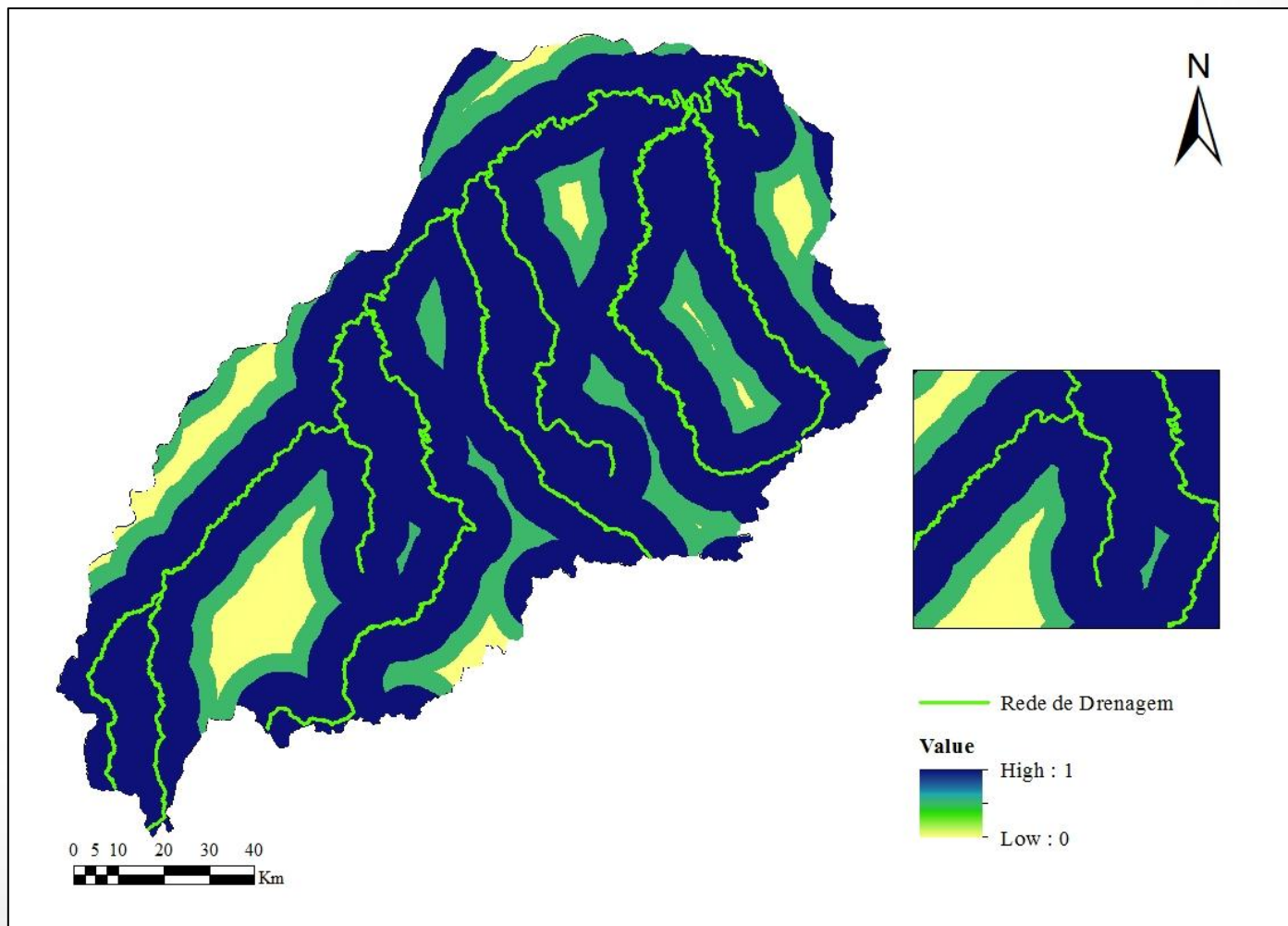
- Classificação de declividade utilizada: Embrapa (1979);

Porcentagem da área dentro de cada classe de Declividade.

Classes de Declividade	Area (ha)	Area (%)
Plano	127257.2	7.84
Suave Ondulado	271988.5	16.75
Ondulado	647054.5	39.86
Forte Ondulado	552165.6	34.01
Montanhoso	24339.9	1.50
Escarpado	622.6	0.04

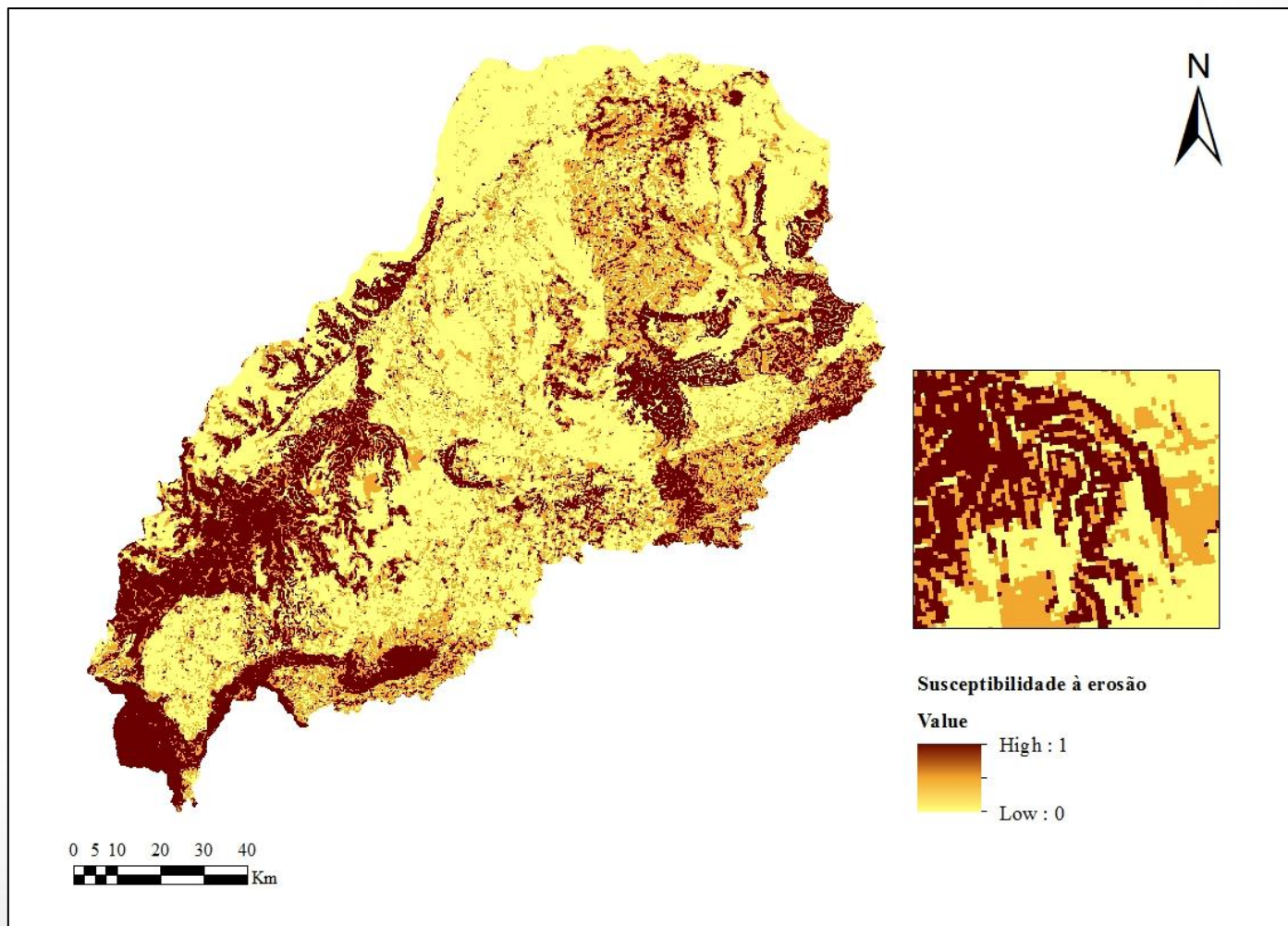


Resultados e discussão: PROXIMIDADE À REDE HIDROGRÁFICA





Resultados e discussão: SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO





Resultados e discussão: SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO

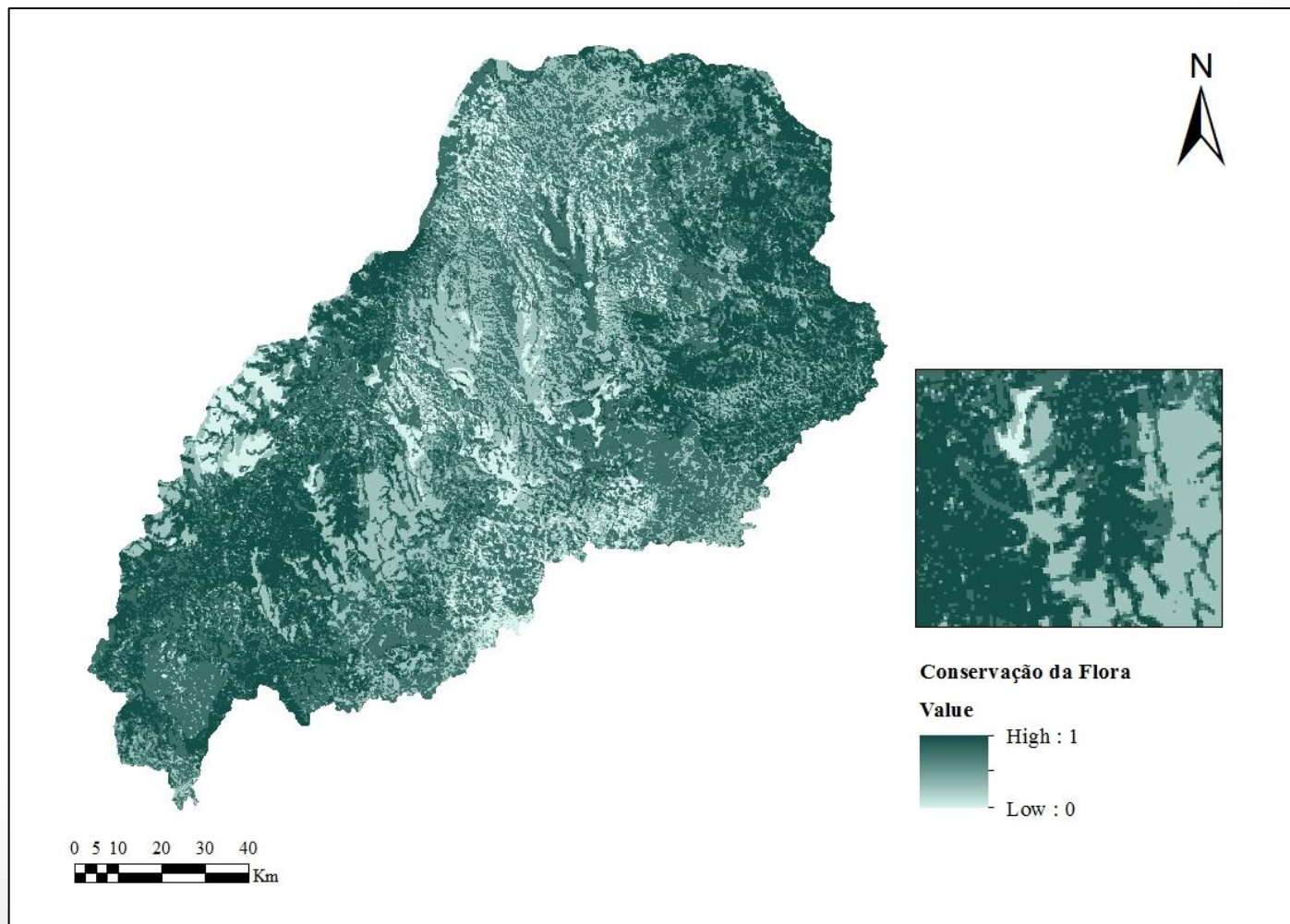
- Classificação do ZEE-MG;

Porcentagem de área dentro de cada classe de Susceptibilidade à erosão.

Classes de Susceptibilidade à Erosão	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	194688.8	11.99
Baixa	631395.0	38.89
Média	382131.3	23.54
Alta	277976.4	17.12
Muito Alta	137287.3	8.46



Resultados e discussão: PRIORIDADE PARA CONSERVAÇÃO DA FLORA





Resultados e discussão:

PRIORIDADE PARA CONSERVAÇÃO DA FLORA

- Classificação do ZEE-MG;

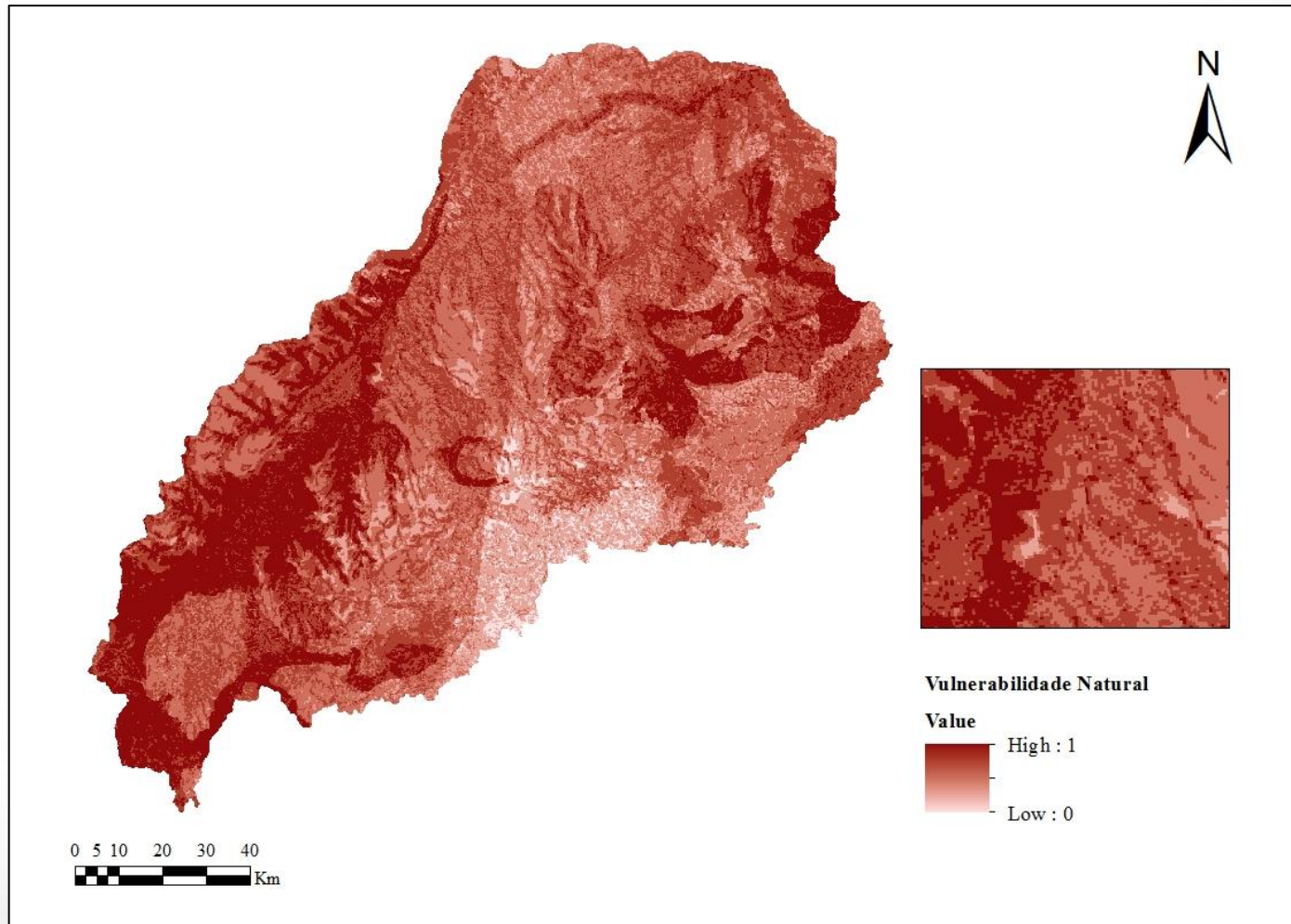
Porcentagem de área dentro de cada classe de Prioridade para Conservação da Flora.

Classes de Prioridade de Conservação da Flora

	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	103460.5	6.37
Baixa	331875.9	20.44
Média	177452.7	10.93
Alta	624862.0	38.49
Muito Alta	385827.9	23.77



Resultados e discussão: VULNERABILIDADE NATURAL





Resultados e discussão:

VULNERABILIDADE NATURAL

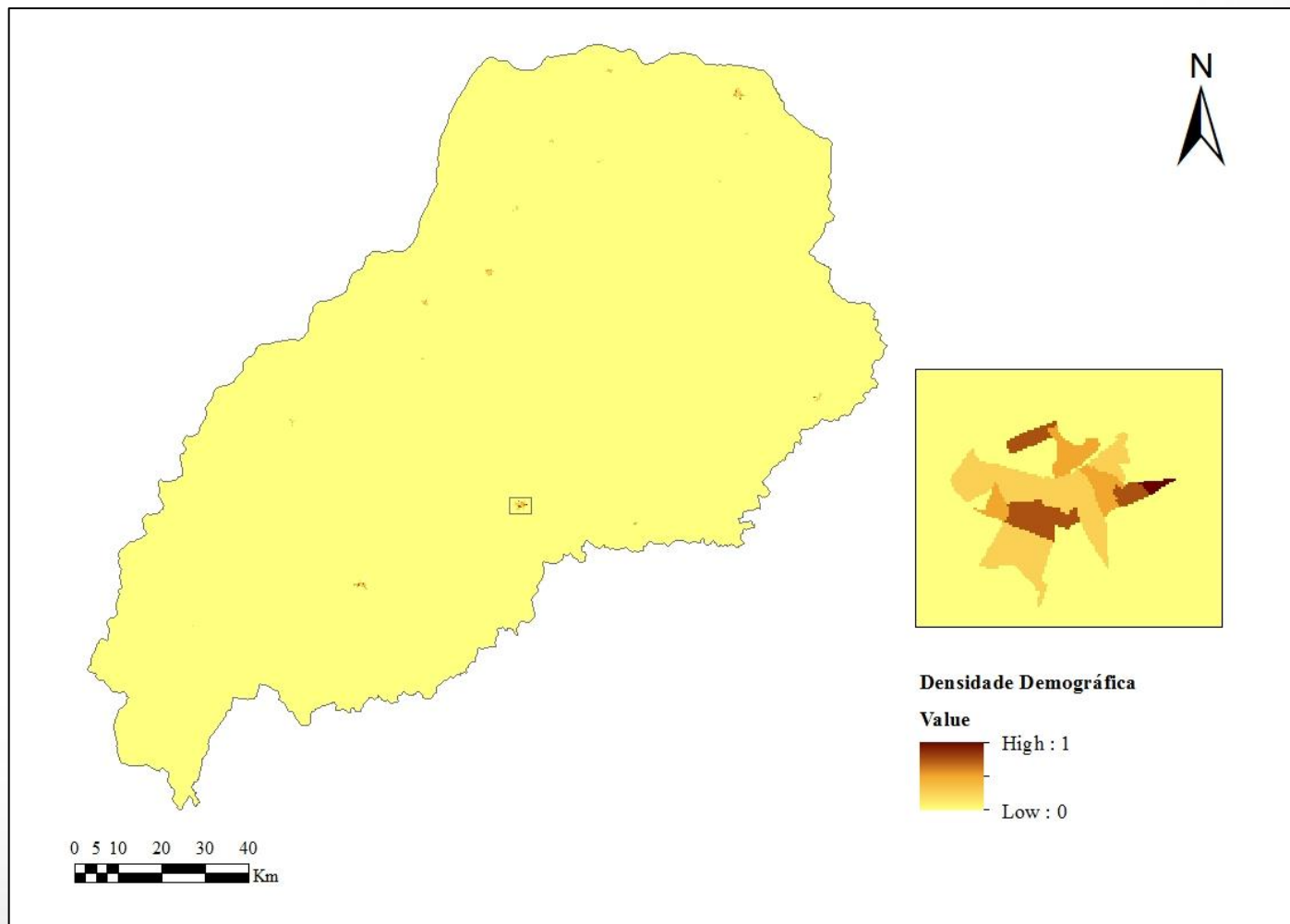
- Classificação do ZEE-MG;

Porcentagem de área dentro de cada classe de Vulnerabilidade Natural.

Classes de Vulnerabilidade Natural	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	23774.2	1.46
Baixa	171766.7	10.58
Média	535991.6	33.02
Alta	551025.6	33.94
Muito Alta	340919.8	21.00

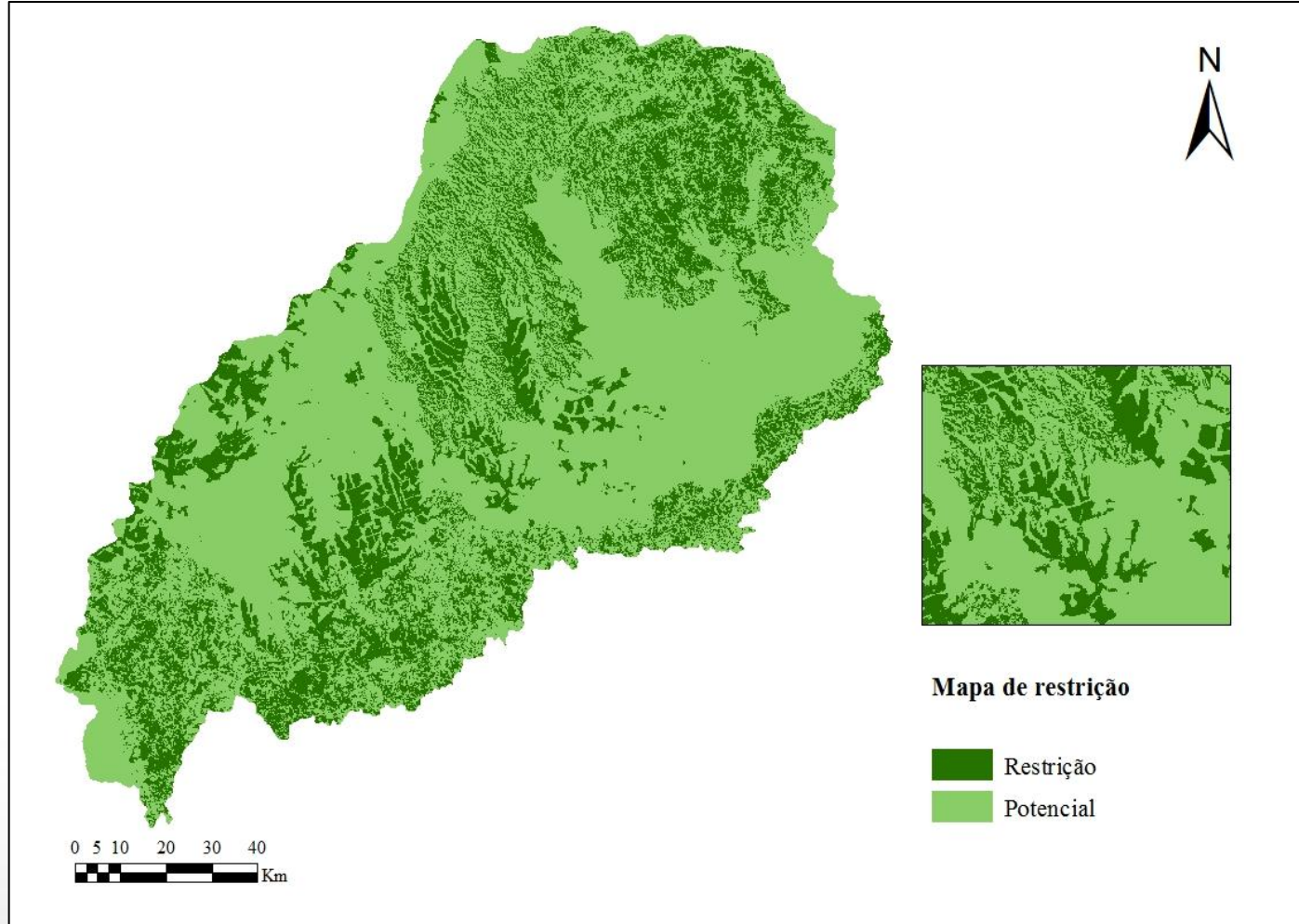


Resultados e discussão: DENSIDADE DEMOGRÁFICA





Resultados e discussão: RESTRIÇÃO A RECUPERAÇÃO





Resultados e discussão: RESTRIÇÃO A RECUPERAÇÃO

Porcentagem de área dentro de cada classe de Aptidão ao Reflorestamento.

Aptidão à Recuperação	Classes	Área (ha)	Área (%)
Restrição	Água	39.3	0.002
	Eucalipto	131166.8	8.079
	Formação Florestal Nativa	365651.7	22.523
	Urbanização	3122.53	0.192
Potencial		1123497.2	69.203



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

Pesos gerados para cada fator.

	Fatores	Pesos
1	Proximidade a Hidrografia	0,3190
2	Vulnerabilidade à Erosão	0,2691
3	Declividade	0,2083
4	Densidade de Desmatamento	0,1123
5	Densidade Demográfica	0,0325
6	Vulnerabilidade Natural	0,0348
7	Grau de conservação da Flora	0,0239



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

- Souza (2015): utilização da Análise Multicritério no município de Claraval, MG
→ também obteve maior peso para esse fator;
- Sartori (2010): definição de áreas prioritárias a conectividade entre fragmentos → obteve o terceiro maior peso de influência para esse fator.



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

Pesos gerados para cada fator.

	Fatores	Pesos
1	Proximidade a Hidrografia	0,3190
2	Vulnerabilidade à Erosão	0,2691
3	Declividade	0,2083
4	Densidade de Desmatamento	0,1123
5	Densidade Demográfica	0,0325
6	Vulnerabilidade Natural	0,0348
7	Grau de conservação da Flora	0,0239



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

- Antonello (2008): desenvolvendo um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas usando análise multicritérios → fatores mais influentes: Proximidade à Rede Hidrográfica e Erodibilidade do Solo;
- Vetorazzi (2006): definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos → Proximidade à Rede Hidrográfica e Erodibilidade do Solo;



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

	Fatores	Pesos
1	Proximidade a Hidrografia	0,3190
2	Vulnerabilidade à Erosão	0,2691
3	Declividade	0,2083
4	Densidade de Desmatamento	0,1123
5	Densidade Demográfica	0,0325
6	Vulnerabilidade Natural	0,0348
7	Grau de conservação da Flora	0,0239

- Souza (2015): também encontrou valores muito próximos para os fatores Vulnerabilidade a Erosão e Declividade.



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

Pesos gerados para cada fator.

	Fatores	Pesos
1	Proximidade a Hidrografia	0,3190
2	Vulnerabilidade à Erosão	0,2691
3	Declividade	0,2083
4	Densidade de Desmatamento	0,1123
5	Densidade Demográfica	0,0325
6	Vulnerabilidade Natural	0,0348
7	Grau de conservação da Flora	0,0239



Resultados e discussão: GERAÇÃO DOS PESOS

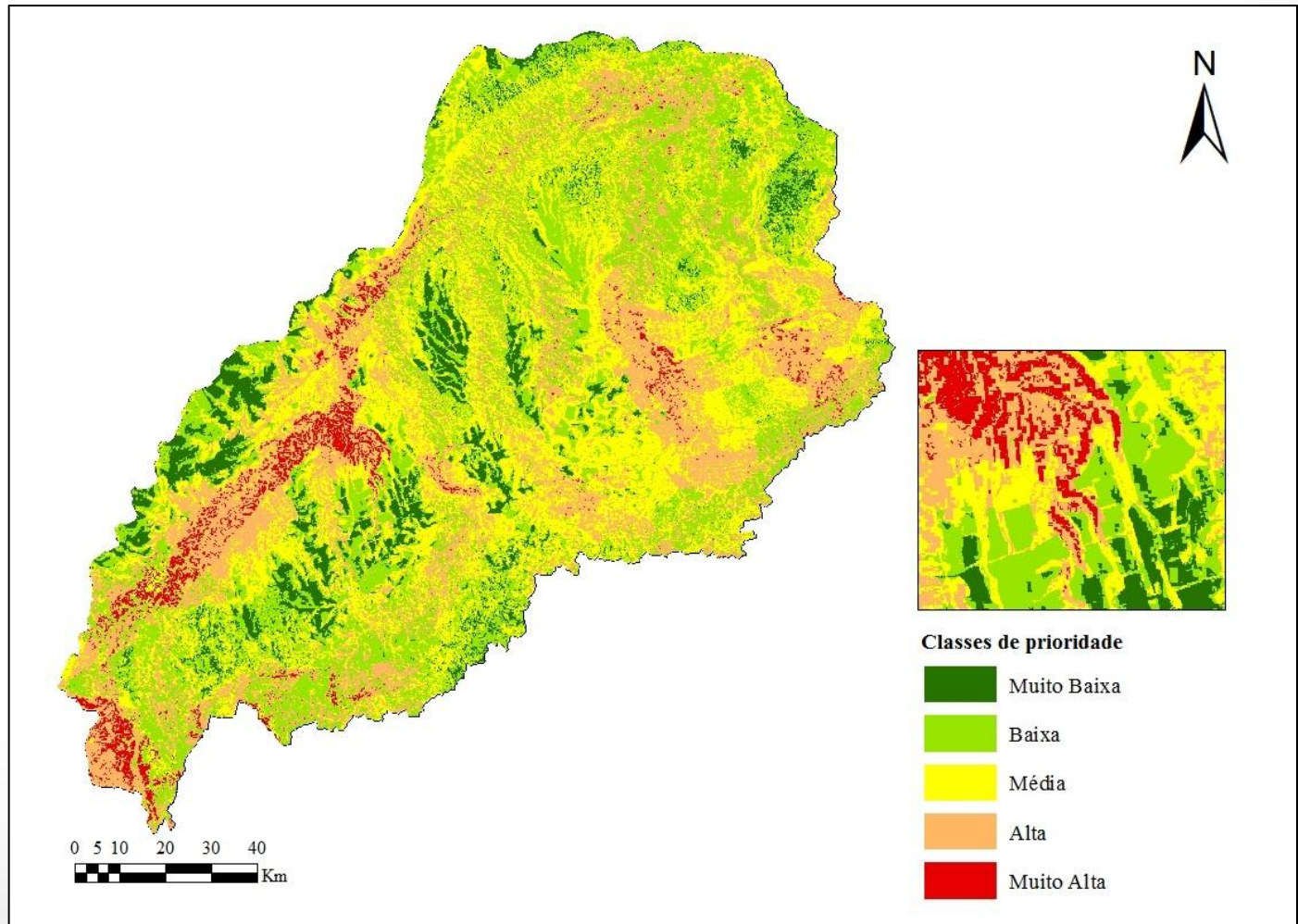
Pesos gerados para cada fator.

	Fatores	Pesos
1	Proximidade a Hidrografia	0,3190
2	Vulnerabilidade à Erosão	0,2691
3	Declividade	0,2083
		0,1123
		0,0325
		0,0348
		0,0239

Valores muito similares, contribuindo muito pouco para a análise, totalizando em conjunto, menos de 10% de influência



Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO





Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO

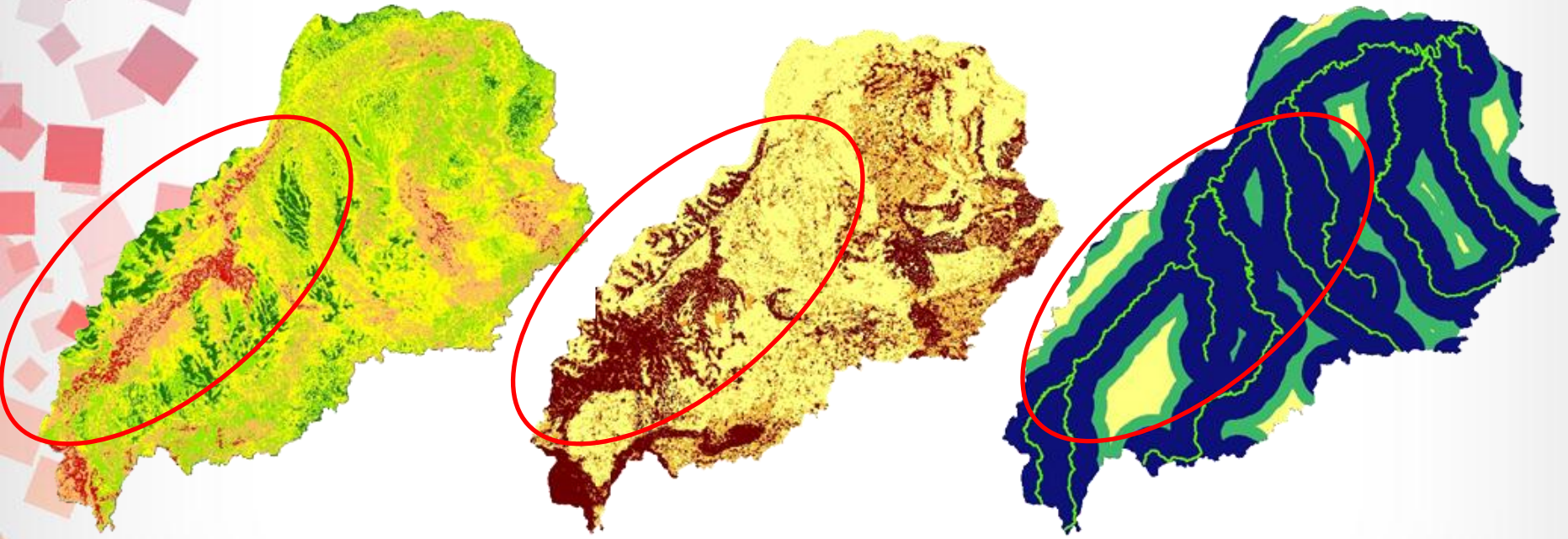
Certa tendência de associação aos corpos d'água e áreas vulneráveis à erosão



OS dois fatores considerados principais (de maior peso) para a geração do mapa



Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO



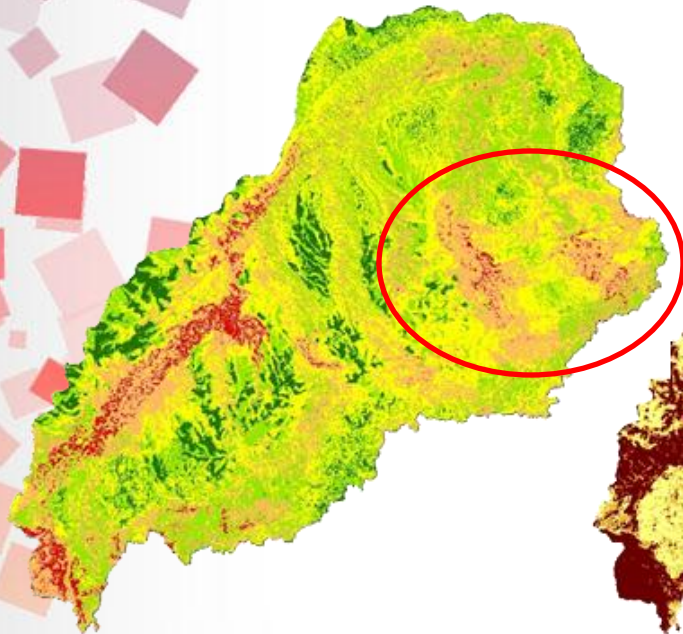
PRIORITÁRIAS

**SUSCEPTIBILIDADE
À EROSÃO**

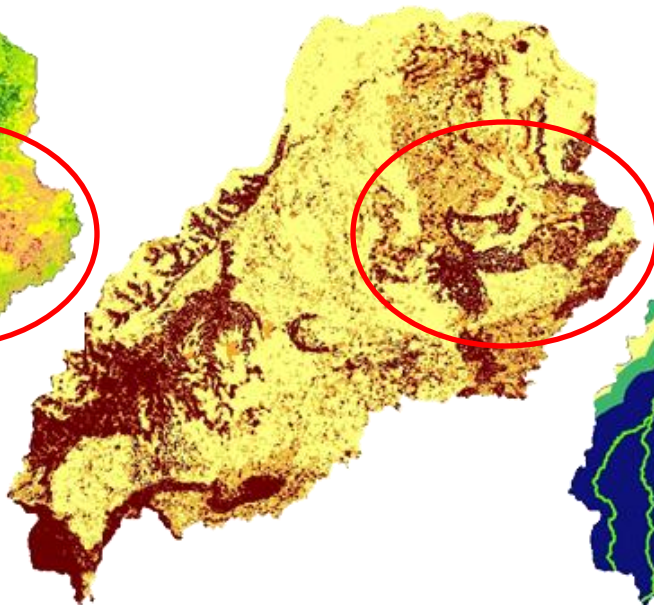
**PROXIMIDADE
À HIDROGRAFIA**



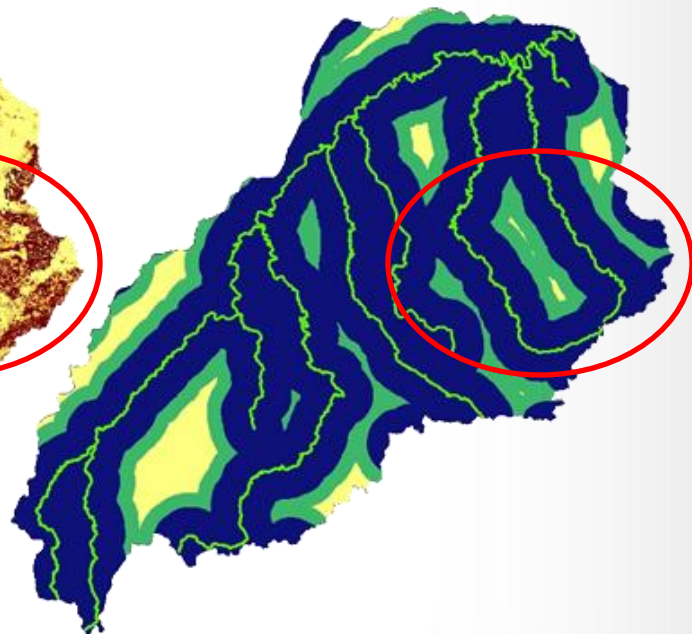
Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO



PRIORITÁRIAS



**SUSCEPTIBILIDADE
À EROSÃO**



**PROXIMIDADE
À HIDROGRAFIA**



Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO

Classes de Prioridade à Recuperação Florestal.

Classes de Prioridade à Recuperação	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	118248,4	7,28
Baixa	531057,1	32,71
Média	527459,4	32,49
Alta	395356,1	24,35
Muito Alta	51266,6	3,16



Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO

Classes de Prioridade à Recuperação Florestal.

Classes de Prioridade à Recuperação	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	118248,4	7,28
Baixa	531057,1	32,71
Média	527459,4	32,49
Alta	395356,1	24,35
Muito Alta	51266,6	3,16



Resultados e discussão: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RECUPERAÇÃO

Classes de Prioridade à Recuperação Florestal.

Classes de Prioridade à Recuperação	Área (ha)	Área (%)
Muito Baixa	118248,4	7,28
Baixa	531057,1	32,71
Média	527459,4	32,49
Alta	395356,1	24,35
Muito Alta	51266,6	3,16



Conclusões:

- A espacialização dos resultados promove melhor visualização da influência dos fatores mais importantes na priorização das áreas, e por consequência, maior facilidade para elaboração de um programa de recuperação e alocação de esforços;
- Distribuição e densidade de ocupação humana: é necessário um maior entendimento da sua relação com os fatores considerados ambientais, para se tornar possível uma ponderação mais justa, melhorando por consequência, a integração dos fatores para o processo.



Conclusões:

- A utilização da análise multicritério se mostrou adequada ao mapeamento de áreas prioritárias, possibilitando a definição de fatores de acordo com o objetivo e as necessidades do estudo;
- Proximidade à Hidrografia foi o fator considerado mais importante na definição de áreas de Recuperação Florestal, visando principalmente, a estabilidade das bacias hidrográficas;
- Os resultados gerados apresentam grande importância para orientação de políticas públicas e tem grande potencial para utilização em toda a Bacia do Rio Jequitinhonha.



Referências:

ANTONELLO, S. L. **Um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas com o uso de análise multicritérios**. 2008. 130 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. **Censo 2010**: Base de Informações por setor censitário - Universo. Rio de Janeiro: IBGE. 2011. Disponível em <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm> Acesso em: 25 mai. 2017.

MINAS GERAIS. IGAM – Instituto Mineiro de Gestão de Águas. Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas. **Portal InfoHidro**, 2014. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/bases-cartograficas/hidrografia-monitorada/8473-hidrografia-monitorada>>. Acesso em 02 jun. 2017.

SAATY, T.L. **Analytical Hierarchy Process**: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, NY, USA, 1980.

SARTORI, A. A. **Análise multicritérios, na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – Botucatu, Botucatu, 2010.



Referências:

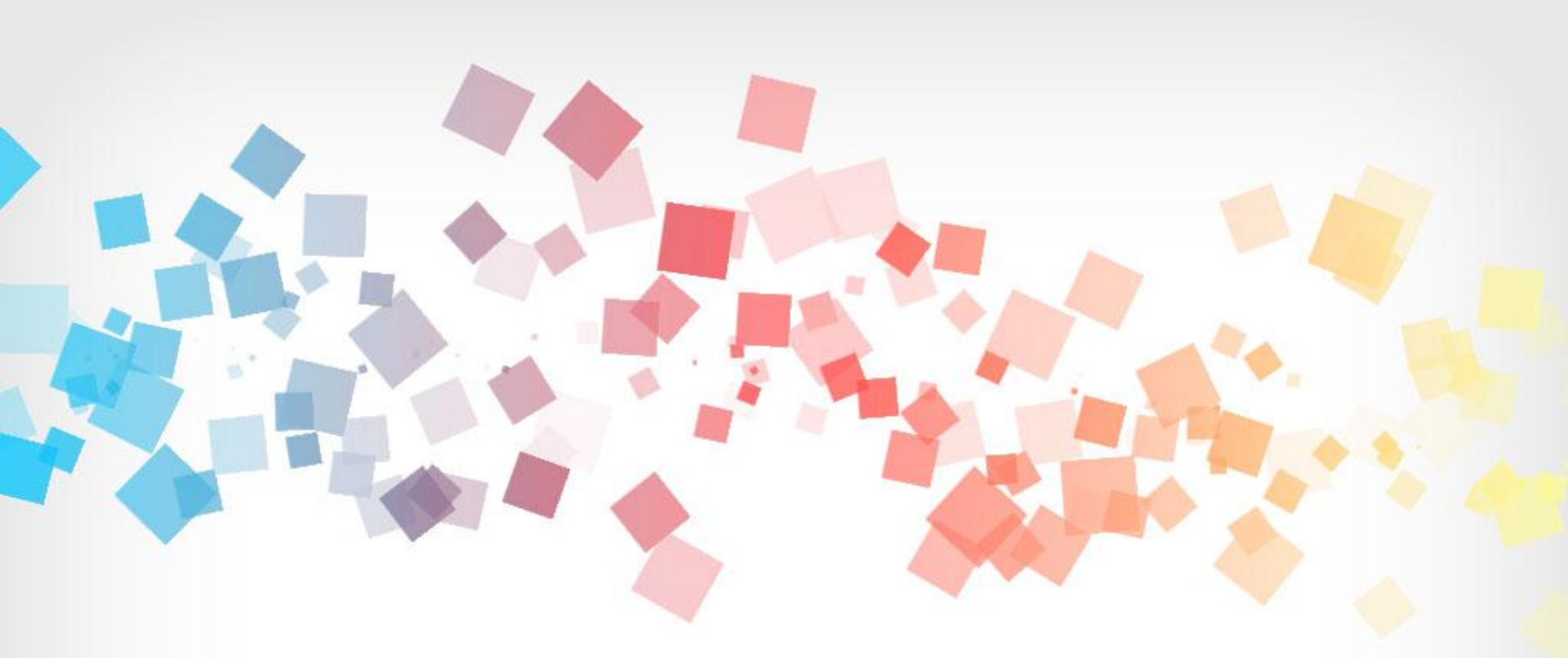
SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. Resultados da Flora Nativa. In: IFMG – INVENTÁRIO FLORESTAL DE MINAS GERAIS. **Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. cap. 5, p.75-278. Disponível em <<http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/publicacoes/atlas/resultados-floranativa.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2017.

SOUZA, C. M. **Definição de áreas prioritárias para recuperação na Bacia do Rio Grande, através da Análise Multicritério, em ambiente SIG**. 2015. 46 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 201.

VETTORAZZI, C. C. **Avaliação Multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos**. 2006. 150 p. Tese (Livre Docente em Topografia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – ZEE/MG. Solos, Geologia e Mineração. In: **Componentes Geofísicos e Bióticos**. Lavras: UFLA, 2017a. Cap. 3. p. 73-88. Disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br/pdf/componentes_geofisico_biotico/3solos_geologia_relevo_e_mineracao.pdf> Acesso em: 04 jun. 2017.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – ZEE/MG. Flora. In: **Componentes Geofísicos e Bióticos**. Lavras: UFLA, 2017b. Cap. 6. p. 137-150. Disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br/pdf/componentes_geofisico_biotico/6flora.pdf> Acesso em: 04 jun. 2017.



OBRIGADA!