



Fragilidade Ambiental

Método auxílio multicritério à tomada de decisão

Fragilidade Ambiental Parcial – Município de Cachoeira Paulista – SP

Marcelo Cardoso da Silva Bandoria

Mestrado em Sensoriamento Remoto

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Disciplina de Introdução a Geoprocessamento

Junho 2018

Resumo e Objetivo

- Objetivo Geral: Construir informações que apoie um projeto de revegetação da Mata Atlântica.
- Apoio à tomada de decisão (AHP – Analytic Hierarchy Process), por meio de proposta de projeto.
- **Metodologia de análise integrada da paisagem pelo uso de Sistemas de Informações Geográficas.**
- **Álgebra de mapas por média ponderada, com os resultados obtidos baseados em AHP.**
- Indicação de área prioritária, orientada pela fragilidade ambiental, em evidência no município de Cachoeira Paulista – SP, para implementação da revegetação.
- **Objetivo específico: Qual área é prioritária para implementar uma recuperação florestal da Mata Atlântica no Município de Cachoeira Paulista - SP?**

Teoria e Método

- Fragilidade ambiental segundo Ross (1994) é relacionada a quebra do potencial ecológico de um geossistema diretamente relacionada com as condições do ambiente físico-natural, principalmente com a cobertura vegetal, e revela o potencial de degradação provocada pelas atividades antrópicas.
- O método de Análise Hierárquica de processos, (AHP - Analytic Hierarchy Process), utilizado no apoio à tomada de decisão em problemas com múltiplos critérios, por meio de valores qualitativos e quantitativos. (Saaty, 1991)
- Teoria de análise integrada e equilíbrio Ecodinâmico da paisagem (TRICART, 1977), (ROSS, 2009), (Crepani, 2001), dentre outros.

Níveis de desenvolvimento do trabalho

- **Nível 1: Propósito Geral do problema (Fragilidade Ambiental - Parcial)**
(Obtenção de dados e organização de um banco de dados; Ambiente de SIG e representações)
- **Nível 2: Critérios (Rede Hierárquica) – Avaliação: Quantitativa e Qualitativa.**

Transição complexa

- **Nível 3: Atributos (pesos obtidos por AHP) e Álgebra de Mapas.**

Área de estudos

Localização: Vale do rio Paraíba do Sul



Fig:1

Fonte: Google Earth

Fontes dos dados.

- **IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Base Cartográfica Contínua – 250): utilizado *dados da Hidrografia do Brasil – 2017* na escala de 1:250.000.
- **Data Geo – Pedologia** Escala de 1:50.000 (classificação - SBCS)
- **Topo data** oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) elaborados a partir dos dados SRTM. Dado matricial. Escala de 30m. *Declividade* (classificação EMBRAPA)
- Os projetos de *geologia* do Serviço Geológico do Brasil – **CPRM**.. Escala de 1:750.000.
- **Map Biomas** disponibiliza dados de cobertura e uso do solo 2000-2016. Dado Matricial de 30m.

Avaliações e escala de julgamento

Por meio de teorias e estudos de psicologia Saaty (1977) concluiu que o ser humano não é capaz de avaliar de forma paritária com índices acima de 9, e dessa forma propôs uma escala de avaliação que determina o grau de importância na comparação pareada de cada informação cruzada no modelo.

Grau de importância	Relação	Descrição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2, 4, 6, 8	Valores Intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Matriz de Comparação Pareada

Tabela: 1	Critérios e seus respectivos pesos atribuídos				Auto Vetor	Normalização	Auto Valor	λ_{max}
	C1	C2	C3	C4				
C1	1	0,5	9	9	2,5226	39,48%	3,222	1,272
C2	2 (dívidas)	1	7	7	3,1463	49,24%	1,786	0,8794
C3	0,111 (espelho)	0,143 (Espelho)	1	2	0,4221	6,60%	17,5	1,155
C4	0,111(espelho)	0,143 (Espelho)	0,5	1	0,2984	4,67%	19	0,8873
Observações:								
A teoria do Auto vetor se aplica pela obtenção da média geométrica das linhas								
Normalização se obtêm pela divisão do valor de cada MG das linhas pela soma de todas as mesmas								
o Auto Valor é obtido pela soma das colunas								
O λ_{max} é resultado da multiplicação do Auto vetor normalizado pelo auto valor								
$IC = \lambda_{max} - n / n - 1$								
$RC = IC / IR$, onde Índice Randômico é para (n=4) igual a 0,9								

Resultados

- Declividade: 0,395
- Geologia: 0,487 (maior peso no modelo)
- Pedologia: 0,069
- Uso e Cobertura: 0,049

IC - Índice de Coerência = 0,06266

Razão de Coerência = 0,06962

Análise Hierárquica de Processo

Objetivo: Obter a Fragilidade Ambiental (Parcial) do município de Cachoeira Paulista - SP

Nível I

Declividade / Vulnerabilidade atribuída

- 1 - (0-2%) - 1
- 2 - (2-6%) - 1,5
- 3 - (6-20%) - 2
- 4 - (20-50%) - 2,5
- 5 - (>50%) - 3

Geologia / Vulnerabilidade atribuída
Mica Xisto - 1,7 / Granito: 1,7 /
Conglomerado: 2,5 / Biotita Gnaise: 1,7
Areia e cascalho: 2,5 / Migmatito: 1,3

Tipos de Solos / Vulnerabilidade atribuída

- Latossolos: 1
- Gleissolos: 3
- Cambissolos: 2,5

Uso do Solo / Vulnerabilidade atribuída
Floresta: 1
Uso agropecuário: 3
Área Urbana: 3

Variáveis Qualitativas do analista

Nível II

Legislação Ambiental
Políticas Ambientais
Plano Diretor

Gestão do território
Uso estratégico
Recursos Naturais

Aspectos Históricos
Conflitos por Terras
Comunidades Locais
Movimentos Sociais

Agentes econômicos
Agronegócio
Silvicultura
Região eixo de ligação SP-RJ

Nível III

Mapa de Fragilidade Ambiental Parcial
do Município de Cachoeira Paulista

Resultados e Discussão

Planos de Informações e Mapas Temáticos Gerados.

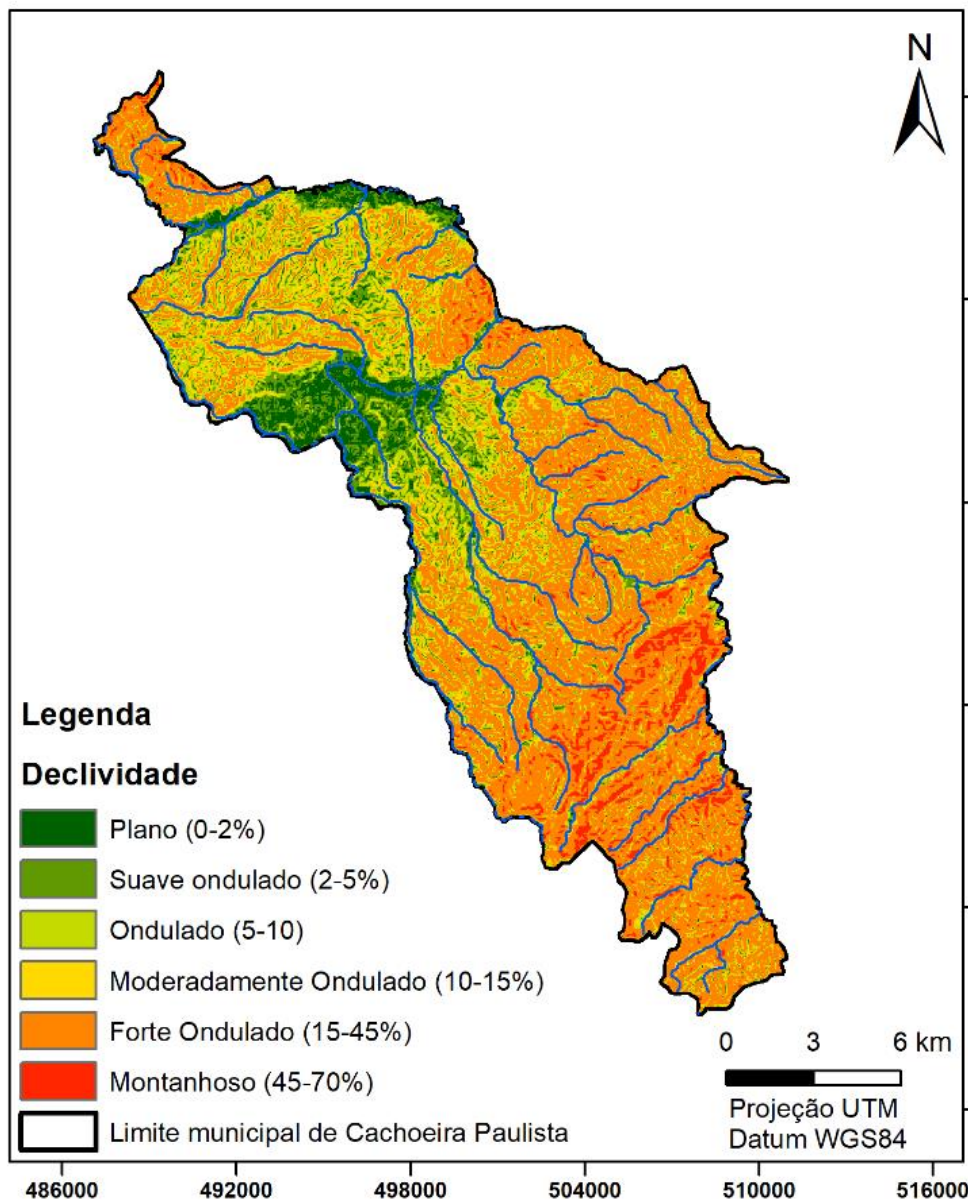


Fig:2

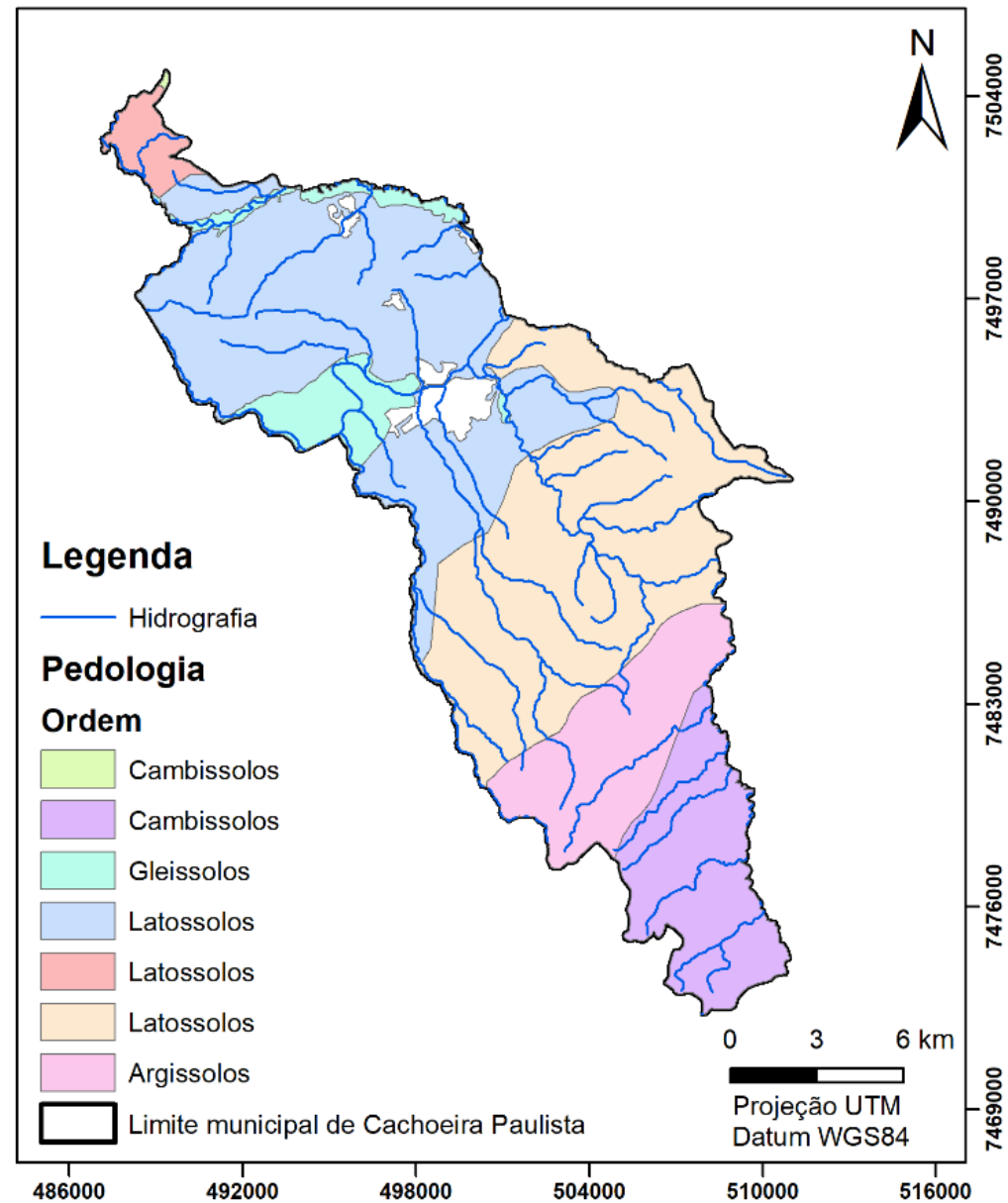


Fig:3

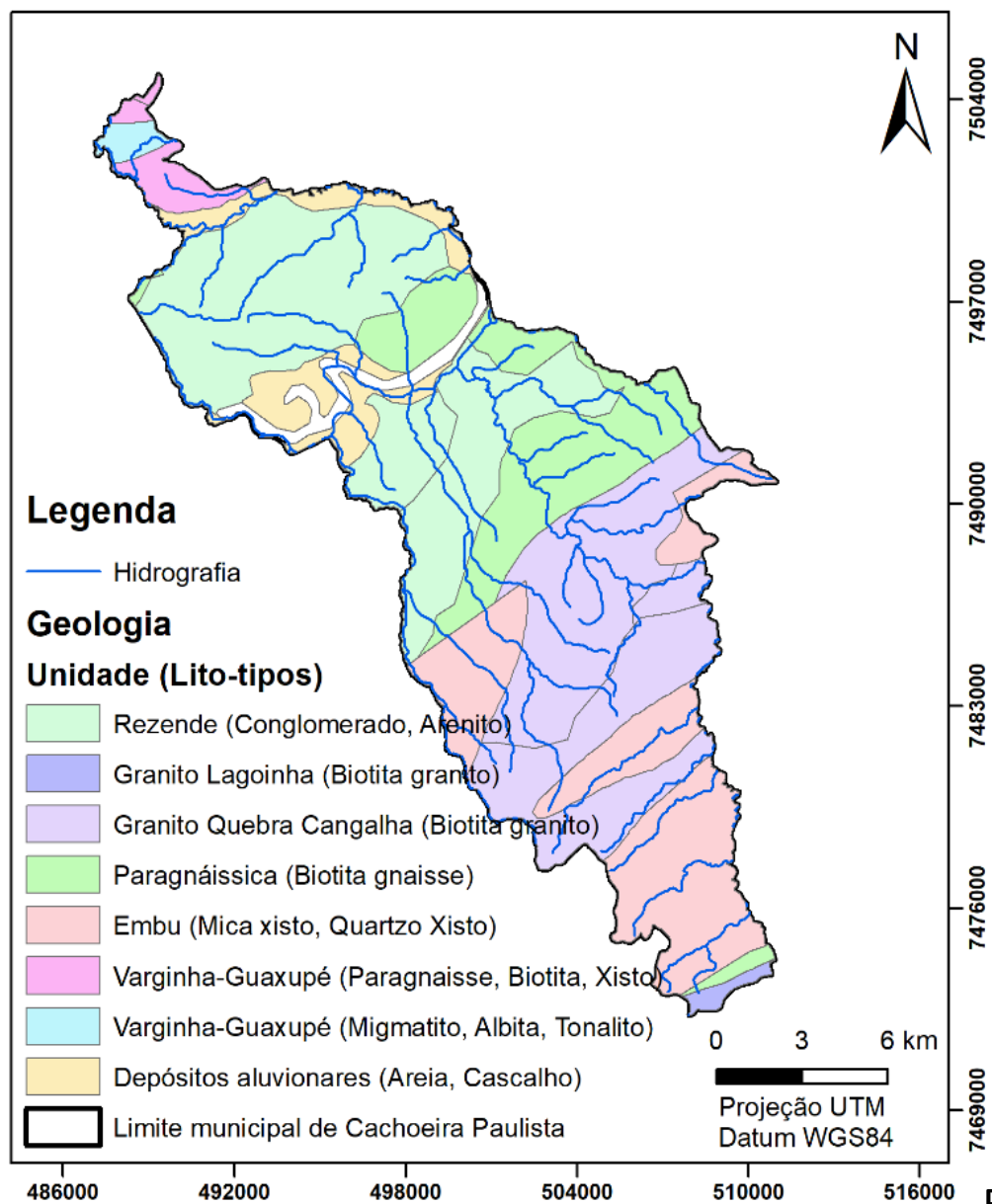


Fig:4

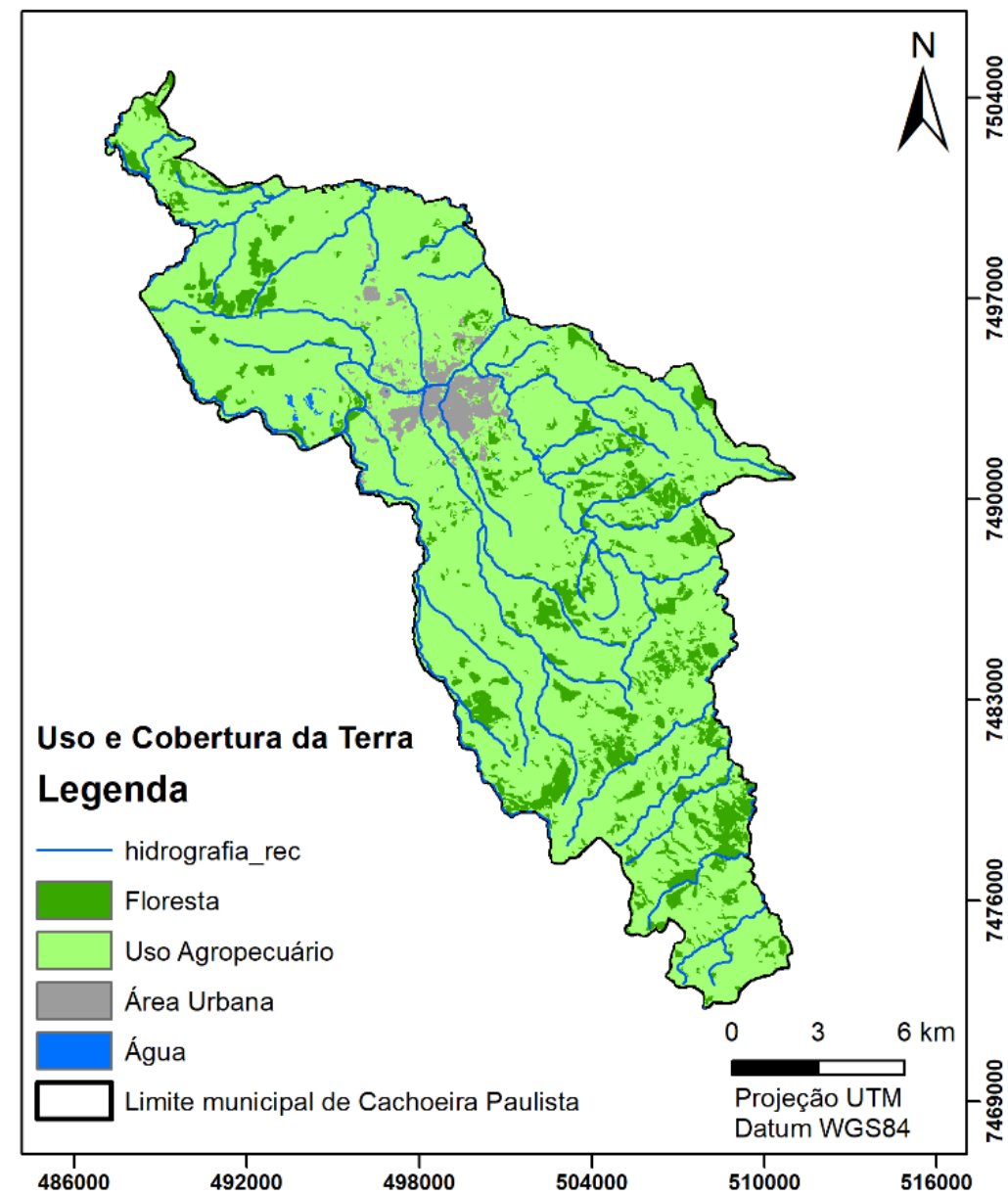


Fig:5

Discussão de resultados:

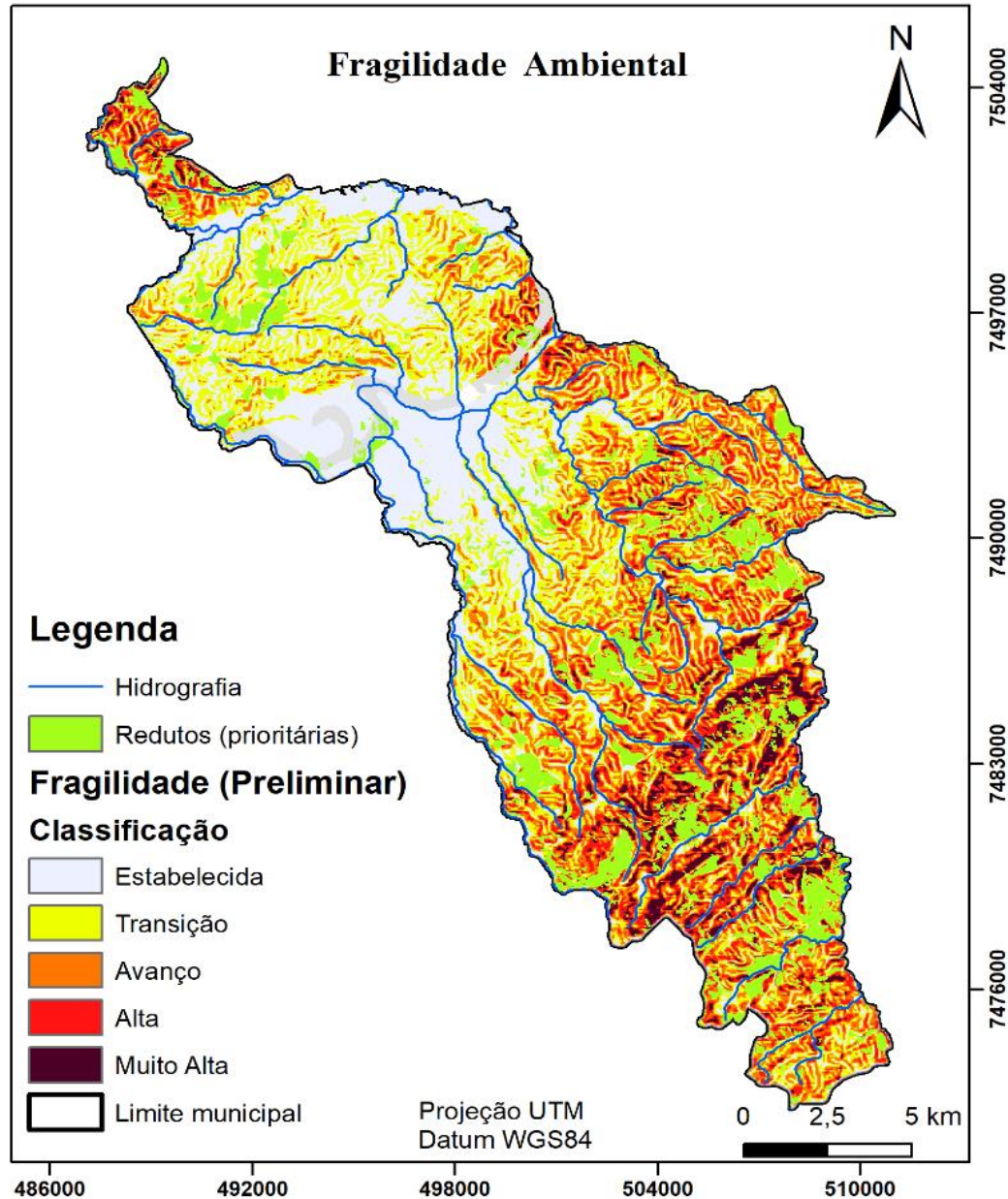


Fig:6

Ponderações:

- Cada critério pode gerar um resultado diferente, mesmo com um índice de coerência aceitável.
- Agora por meio dos pesos atribuídos realizaremos a etapa de confecção do produto final por meio da **álgebra de mapas (média ponderada obtido por AHP)**.
- Peso significativo Subjetividade do analista: depende do conhecimento de campo.
- Cruzamento com SER, reduz os erros.
- Possível divergência de escalas.

Considerações Finais

- Satisfatórios, pois o modelo se propunha a obter uma primeira abordagem (**caráter parcial**) sobre a fragilidade do município e dar suporte a um **plano de revegetação do município**, e o uso do método de análise hierárquica de processos apoiou na **redução de incertezas**.
- Limitações do modelo: Necessidade de ampliar o número de variáveis na matriz de correlação inserindo outros aspectos qualitativos (**transição complexa**).

Proposta a tomada de decisão: Plano estratégico de recuperação que considere uma ordem tópica de importância que parte da necessidade:

- Criação de **cordão de preservação** das **áreas de reduto de Mata Atlântica**, atendendo **a ideia prioritária de preservação das áreas que ainda podem sofrer algum impacto com a expansão urbana**.
- Ampliação das áreas florestais por meio do **reflorestamento controlado (Revegetação)**, a partir dos **corredores ecológicos**, que associadas as áreas de preservação ambiental, e sobretudo **às áreas de médio e alto risco de fragilidade** ambiental, possivelmente podem controlar e recuperar a vegetação de Mata Atlântica no município estudado.

Referências Bibliográficas

- CÂMARA, G.; BARBOSA, C. C.; CORDEIRO, J. P.; LOPES, E.; FREITAS, U. M.; LUCENA, I. *Álgebra De Mapas*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F.; *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.
- DIAS, V. S. B.; SILVA, A. B.; *AHP na modelagem da vulnerabilidade ambiental do mini corredor ecológico Serra das Onças (BA)*, Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFES, 2014.
- DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. *Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n.1, p.175-181, 2006.
- KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. *Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento*. In: *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Anais... Goiânia, Brasil, 2005, p. 2203-2210.
- ROSS, J. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- ROSS, J. L. S. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.8, 1994.
- SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. *Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos*. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, n. 15, p.39-49, 2004.
- SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 1980
- TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE/ SUPREN, 91 p. 1977.
- VALERIANO, M. D. M. *Topodata: Guia Para Utilização de Dados e Modelagem de Dados Topográficos SRTM*, São José dos Campos, SP, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2008.