



Ministério do  
Meio Ambiente



# AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ATRAVÉS DA ANÁLISE DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS



Coord. Geral: Prof. Rafael Cabral Cruz –UNIPAMPA

Coord. Geral Adjunta: Profa. Jussara Cabral Cruz - UFSM

Coord. UFSM: Prof. Geraldo Lopes da Silveira

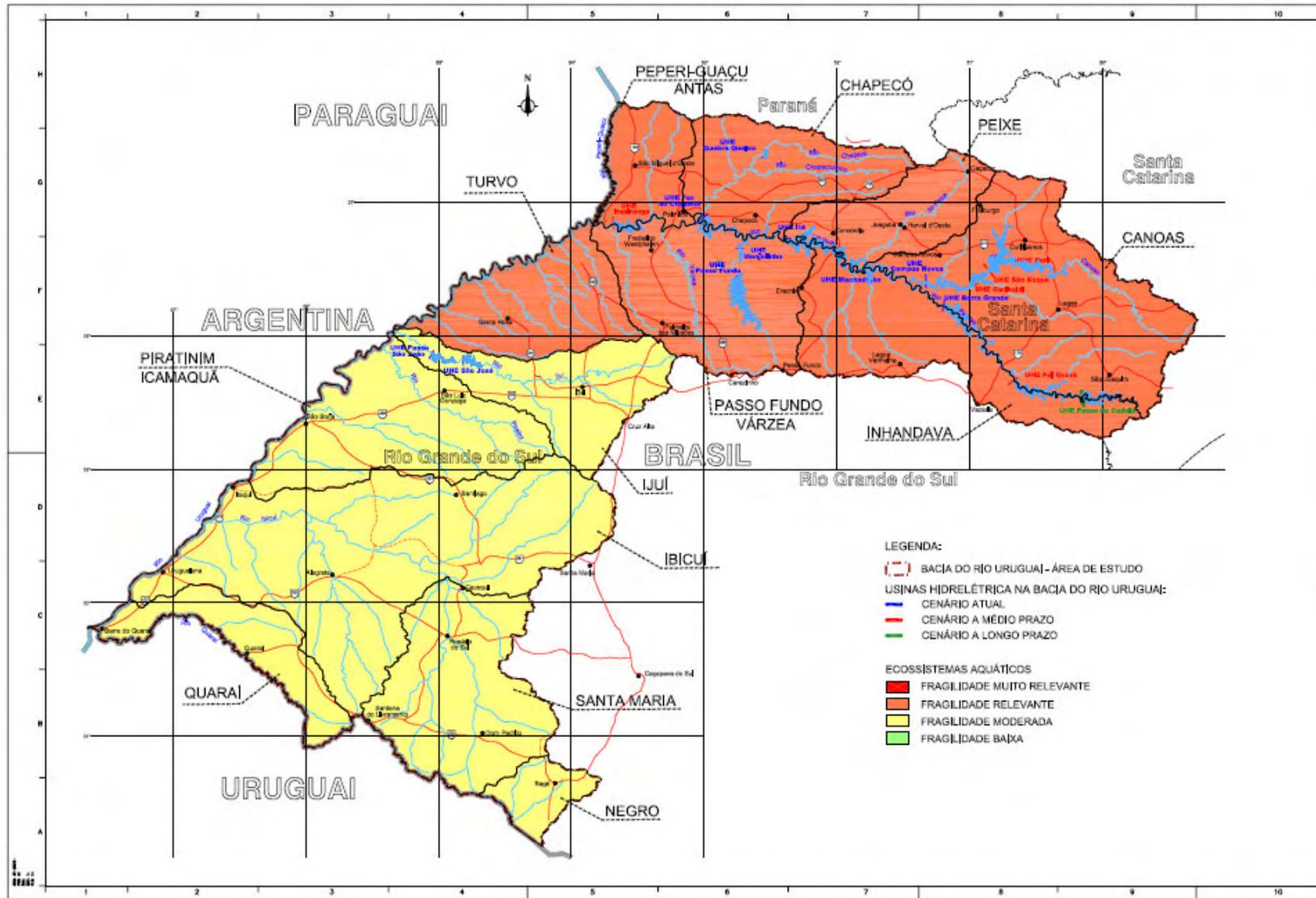
Coord. UNIPAMPA: Prof. Italo Filippi Teixeira



SECRETARIA DE  
ESTADO DO  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

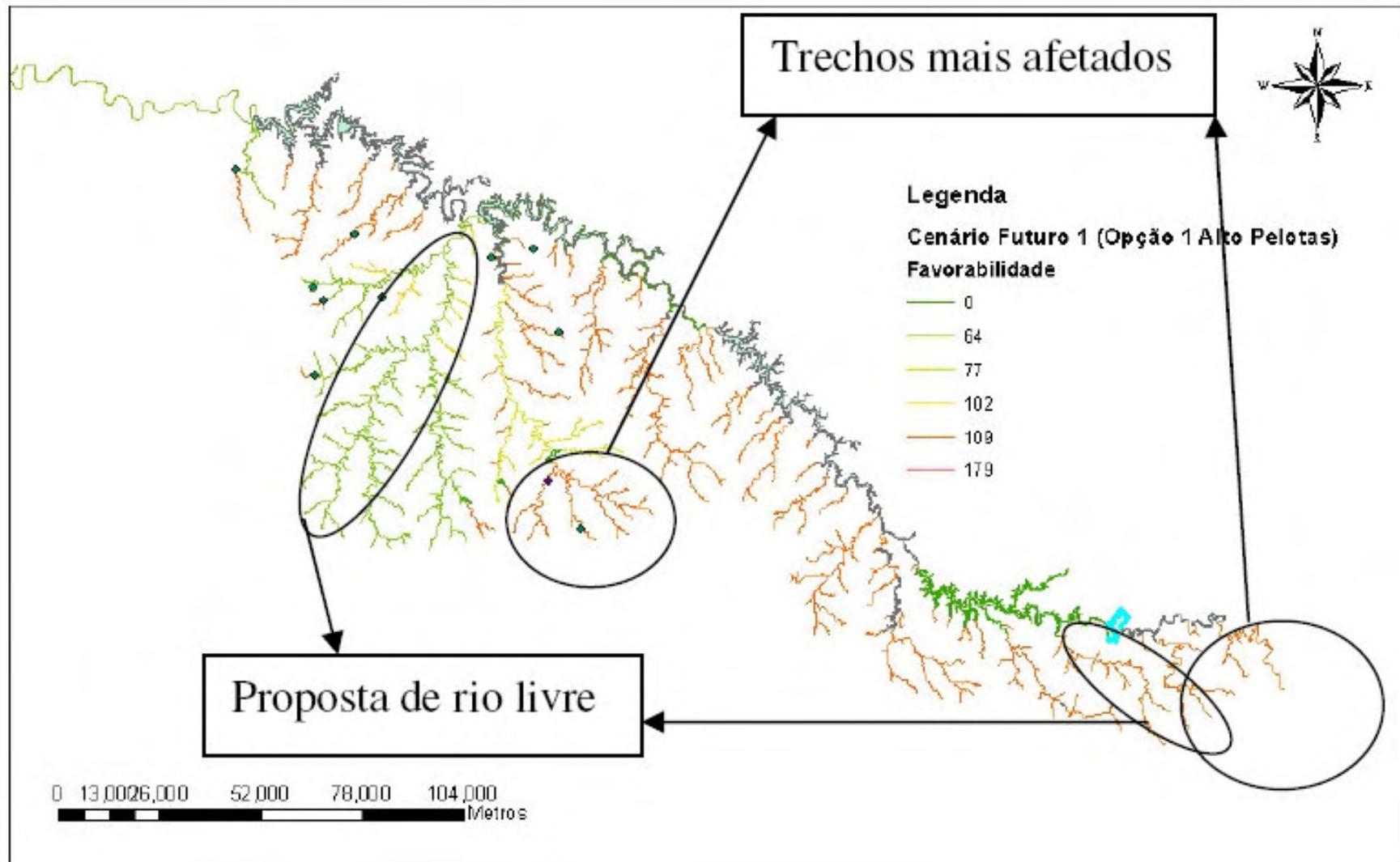


# ESPACIALIZAÇÃO NO ESTUDO DA EPE



# ESPACIALIZAÇÃO NA ANÁLISE DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS

Mapa de favorabilidades da drenagem  
Cenário Futuro 1



# O OBJETO DE ESTUDO

- A BACIA HIDROGRÁFICA: cada pixel da bacia está conectado pelo ciclo hidrológico ao exutório da bacia através da rede de drenagem
- O RIO É UM SISTEMA EM REDE COM CONECTIVIDADE TANTO A MONTANTE COMO A JUSANTE: fluxos movidos pela gravidade, pelo consumo de energia metabólica e pelo consumo de energia fóssil

# O que determina determina uma fragilidade?

- Qualquer perturbação dos padrões e processos na bacia hidrográfica que provoca uma fragmentação da bacia hidrográfica (meios terrestre e aquático, barreiras físicas ou qualitativas, permeáveis ou impermeáveis).
- Por exemplo: barragens, lançamento de esgotos, etc.

# AAIB

OBJETO: BACIA  
HIDROGRÁFICA

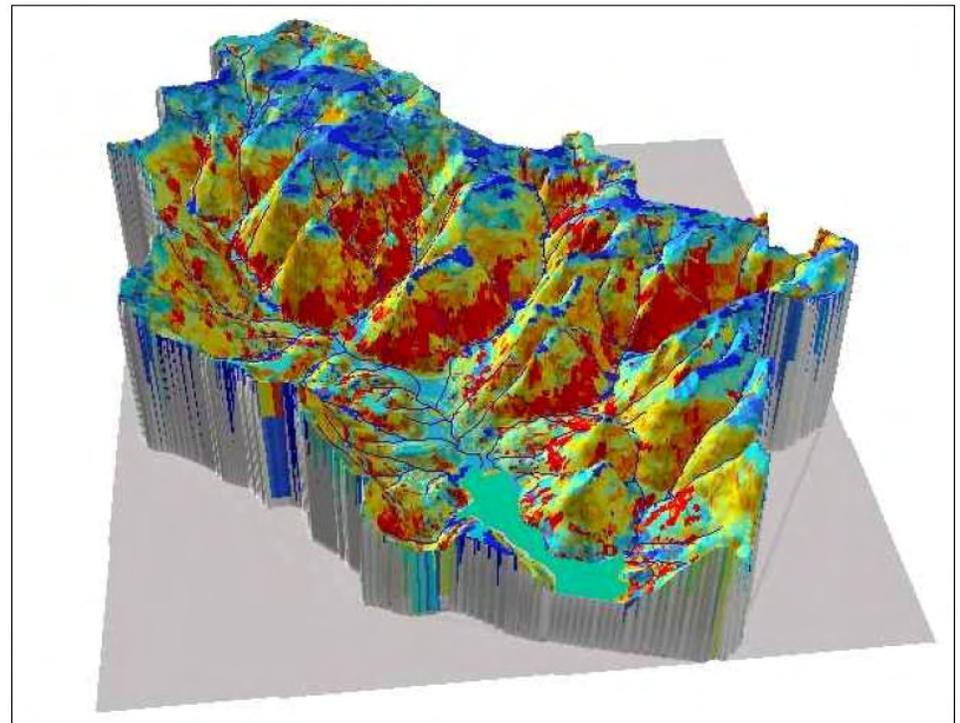
Análise de  
Fragilidades  
Ambientais

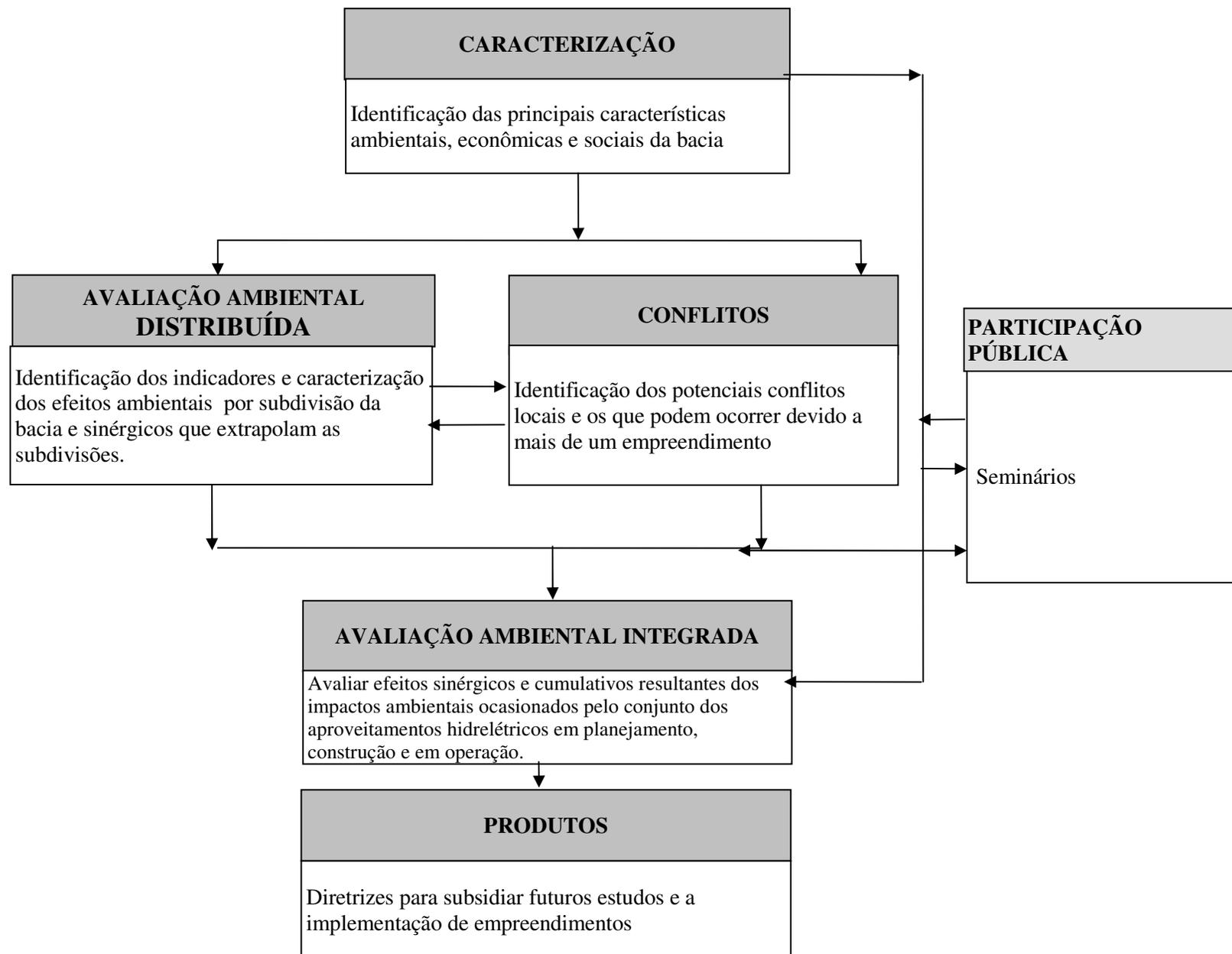
QUEM É  
FRÁGIL?

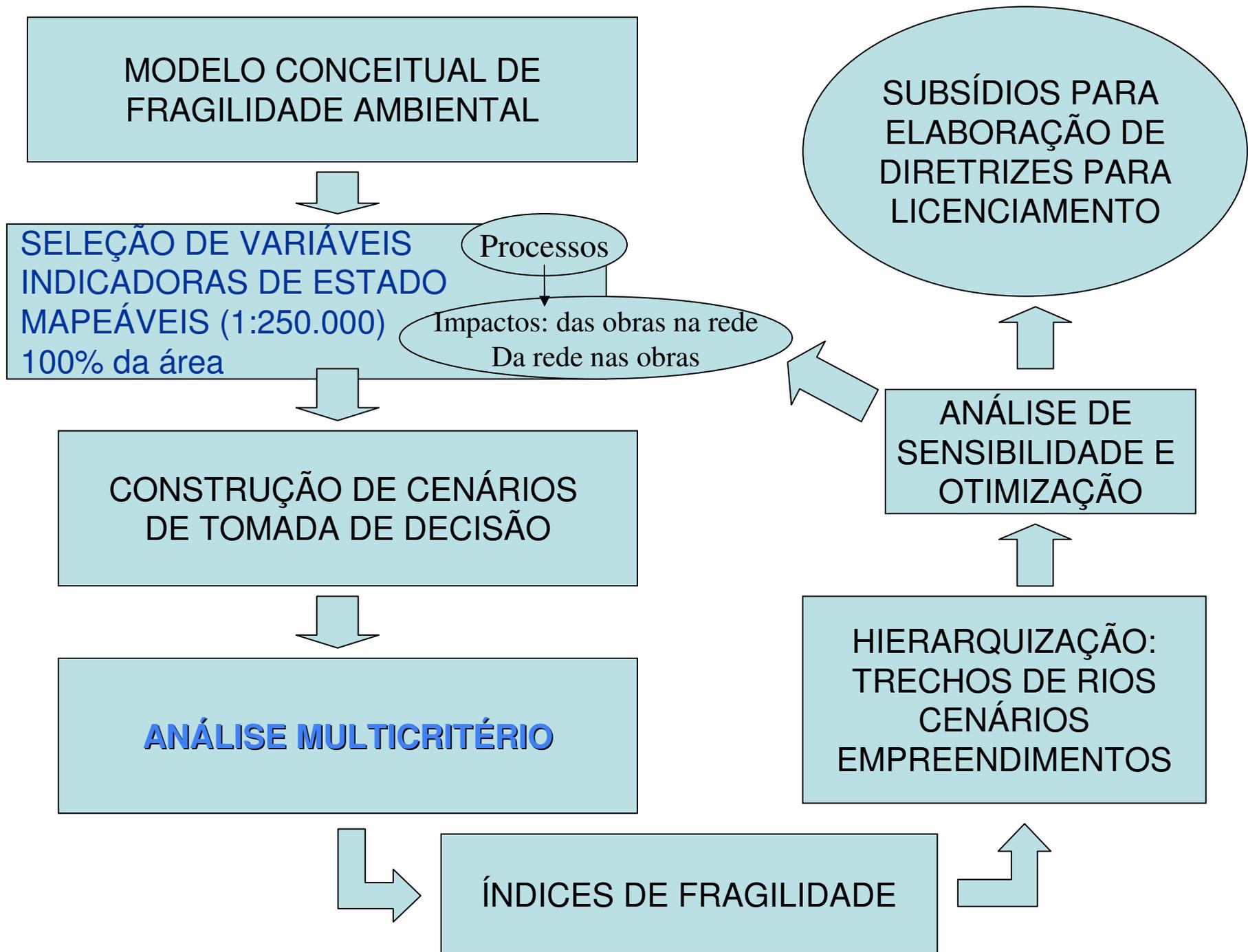
FRÁGIL AO QUE?



FRAGMENTAÇÃO







# Qual é o Trabalho?

É a construção de um aperfeiçoamento metodológico:

- Relaciona as fases de diagnóstico da bacia e da análise ambiental distribuída,
- Detalha a distribuição das fragilidades ambientais pixel a pixel e trecho a trecho, considerando a fragmentação da bacia hidrográfica
- Integra espacialmente os diferentes planos de informação gerados, de modo a construir uma visão integrada das fragilidades da bacia.

- O problema da distribuição espacial da informação: DEVE SER DISPONÍVEL SOBRE 100% DA ÁREA EM ANÁLISE (problema do viés: viés por precaução ou viés por desconsideração).
- O problema da escala: INDICADORES LIMITANTES, VIABILIDADE DE USO DA FERRAMENTA, DISPONIBILIDADE DE INFORMAÇÃO.

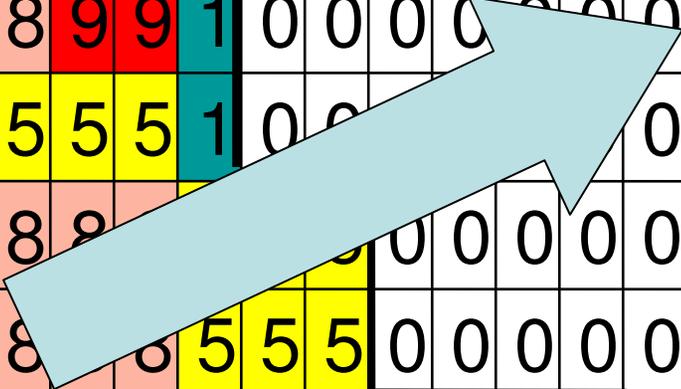
# VIÉS POR PRECAUÇÃO

8	8	1	1	1	1	1	1	5	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	5	5	9	9	9	5	5	5	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	8	9	9	9	9	5	5	5	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
8	8	9	8	8	8	8	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
5	1	1	1	1	1	8	8	8	8	5	5	5	9	9	9	9	9	9	9
5	1	1	1	1	8	8	8	8	5	5	5	9	9	9	9	9	9	9	9
5	8	8	8	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	9	9	9	9
5	8	9	9	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	9	9	9	9
8	8	8	8	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	9	9	9	9

FRAGILIDADE MAIOR = 9

# VIÉS POR DESCONSIDERAÇÃO

8	8	1	1	1	1	1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	5	9	9	9	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	8	9	9	9	9	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	9	8	8	8	8	9	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	8	8	8	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	8	8	8	8	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
5	8	8	8	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	0	0	0	0
5	8	9	9	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	0	0	0	0
8	8	8	8	8	1	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	0	0	0	0



FRAGILIDADE MAIOR = 9

# DISCRIMINÂNCIA

- Será que uma variável, mesmo sendo importante, permite hierarquizar trechos da área modelada? Ela consegue discriminar áreas? Onde é melhor, onde é pior?
- Quanto maior a variabilidade espacial dos valores do indicador, maior a sua utilidade para discriminar onde é melhor ou pior.

# NÍVEIS DE UTILIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

- Existem dois níveis de utilização da informação de cada indicador:
  - **Análise desagregada**: voltada à interpretação das particularidades de cada trecho e para subsidiar recomendações para os estudos ambientais do sistema de licenciamento.



**RASTREABILIDADE**

- **Análise integrada**: voltada à modelagem da bacia e à hierarquização de trechos, cenários e empreendimentos.

# Variáveis indicadoras

## Bloco Meio Físico

Aspecto	Variável (s) associada (s) Fatores (notas de 0 a 255)	Importância
Geomorfologia do leito do rio	•Densidade de transições entre corredeiras e poções medidas com base na mudança brusca da declividade.	•Importância no meio biótico, devido a ser ambiente de espécies
Geologia e Geomorfologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geologia Litologia</li> <li>• Declividade = solos</li> <li>• Água subterrânea (sup. potenciométrica- zona vadosa+ Lineamentos - lavra água mineral)</li> <li>• Geomorfologia</li> </ul>	•Qualidade da rocha, resistência mecânica, intemperismo, probabilidade de contaminação de aquíferos
Estabilidade de encostas P=0,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geologia (Litologia -notas modificadas) P=70%</li> <li>• Declividade( modificada)P= 30%</li> <li>• Geomorfologia</li> </ul>	• Risco a movimentos de massa

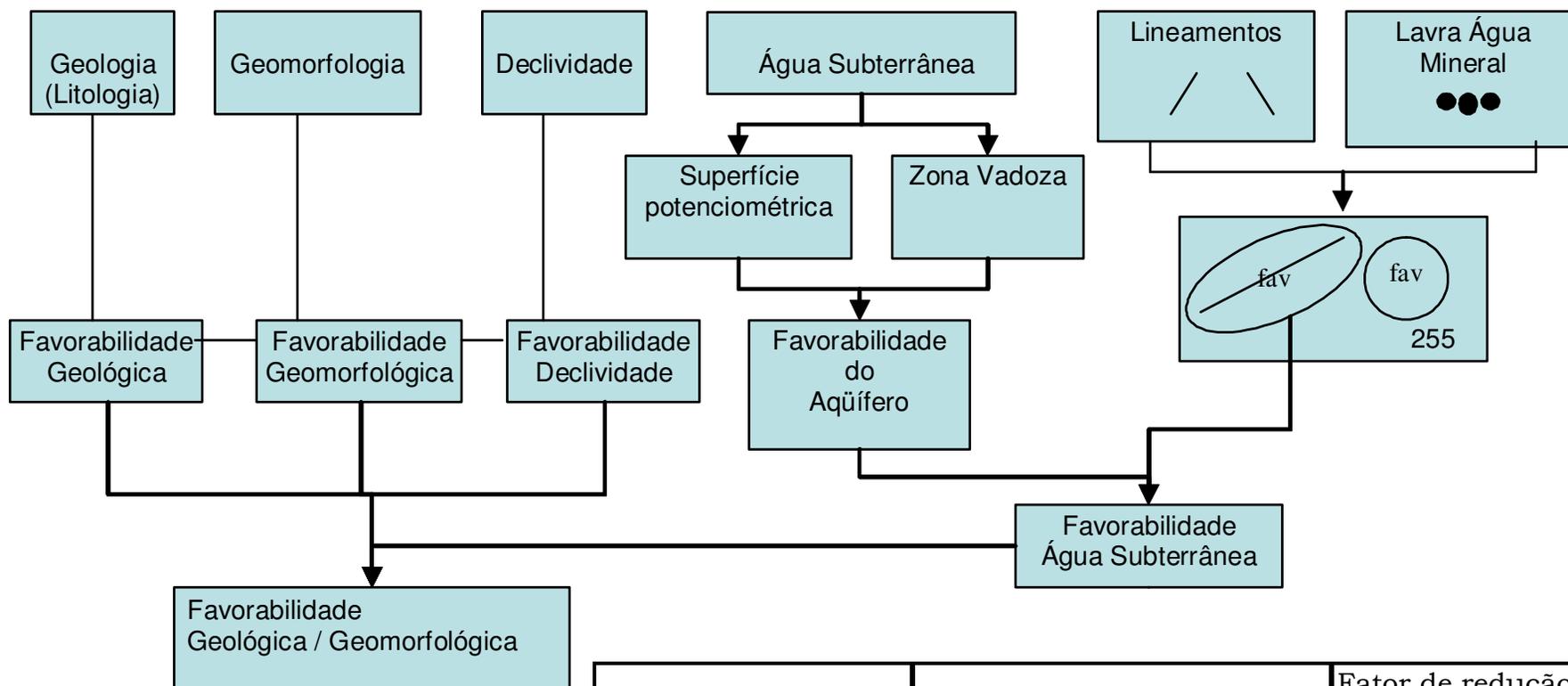
# Proposta de variáveis indicadoras

## Bloco Meio Físico

Aspecto	Variável (s) associada (s) Fatores (notas de 0 a 255)	Importância
Probabilidade de erosão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de solos;</li> <li>• Mapa de declividades;</li> <li>• Percentual do município plantio direto;</li> <li>• Distância da calha do rio mais próximo até 3 ordem. (500m=50%; 1000=70%; &gt; 1000m=100%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de sedimentos aos leitos dos rios</li> </ul>
Áreas de mineração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Títulos minerários (DNPM):</li> <li>• Situação *potencial poluidor (tipo de minério)</li> <li>• Distância da calha do curso d'água mais próximo igual ou maior a ordem 3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminação das águas superficiais</li> </ul>
Contaminação das águas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga remanescente orgânica das populações;</li> <li>• Carga remanescente orgânica das criações;</li> <li>• Índice agrícola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• qualidade das águas superficiais</li> </ul>

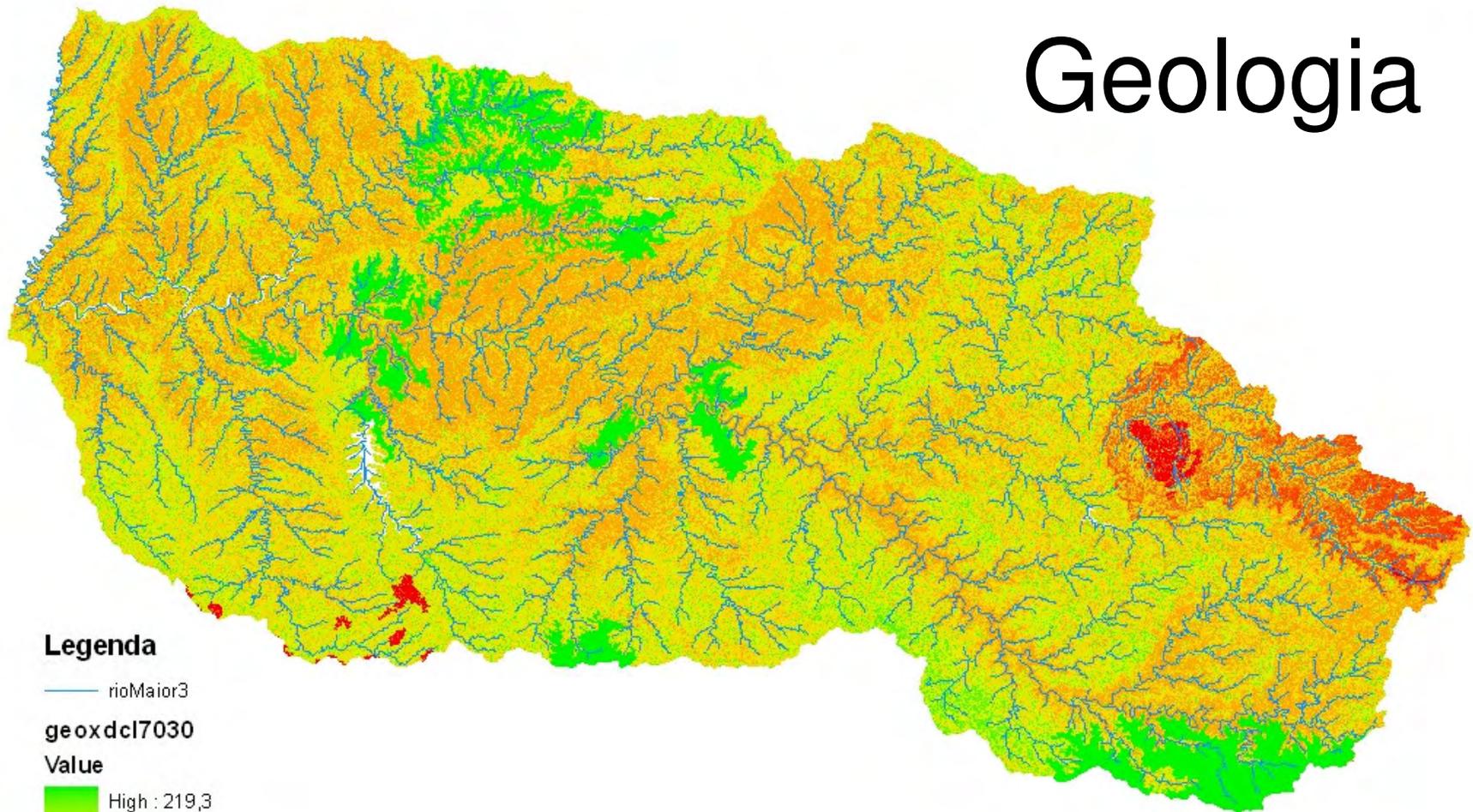
**EXEMPLOS DE PRODUTOS  
PARCIAIS  
MEIO FÍSICO**

# Aspecto Geologia/Geomorfologia



Lineamento (falhas)	Buffer de 500 metros	Fator de redução da favorabilidade
Lavra água mineral dos poços	Buffers dos poços	-
	25 m³/dia – 500 metros	50%
	25 a 250 m³/dia – 1000 m	70%
	> 250 m³/dia – 2500 m	80%
	> 2500 m	100%

# Geologia

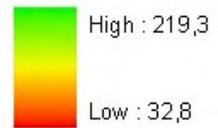


## Legenda

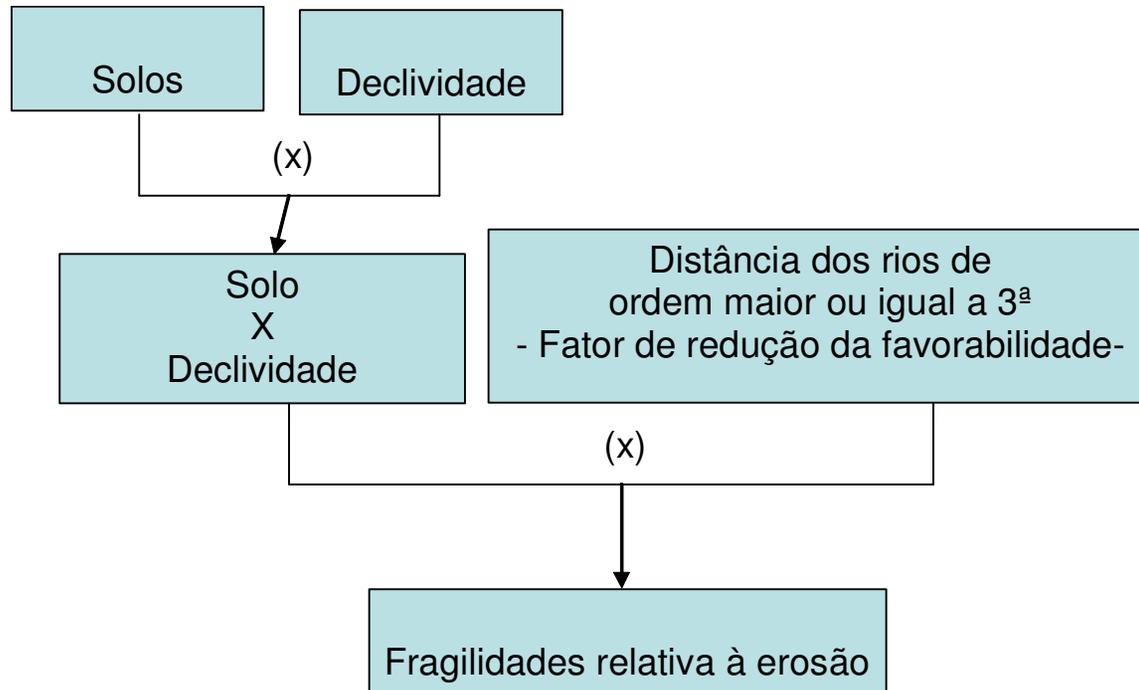
— rioMaior3

geoxdc17030

Value

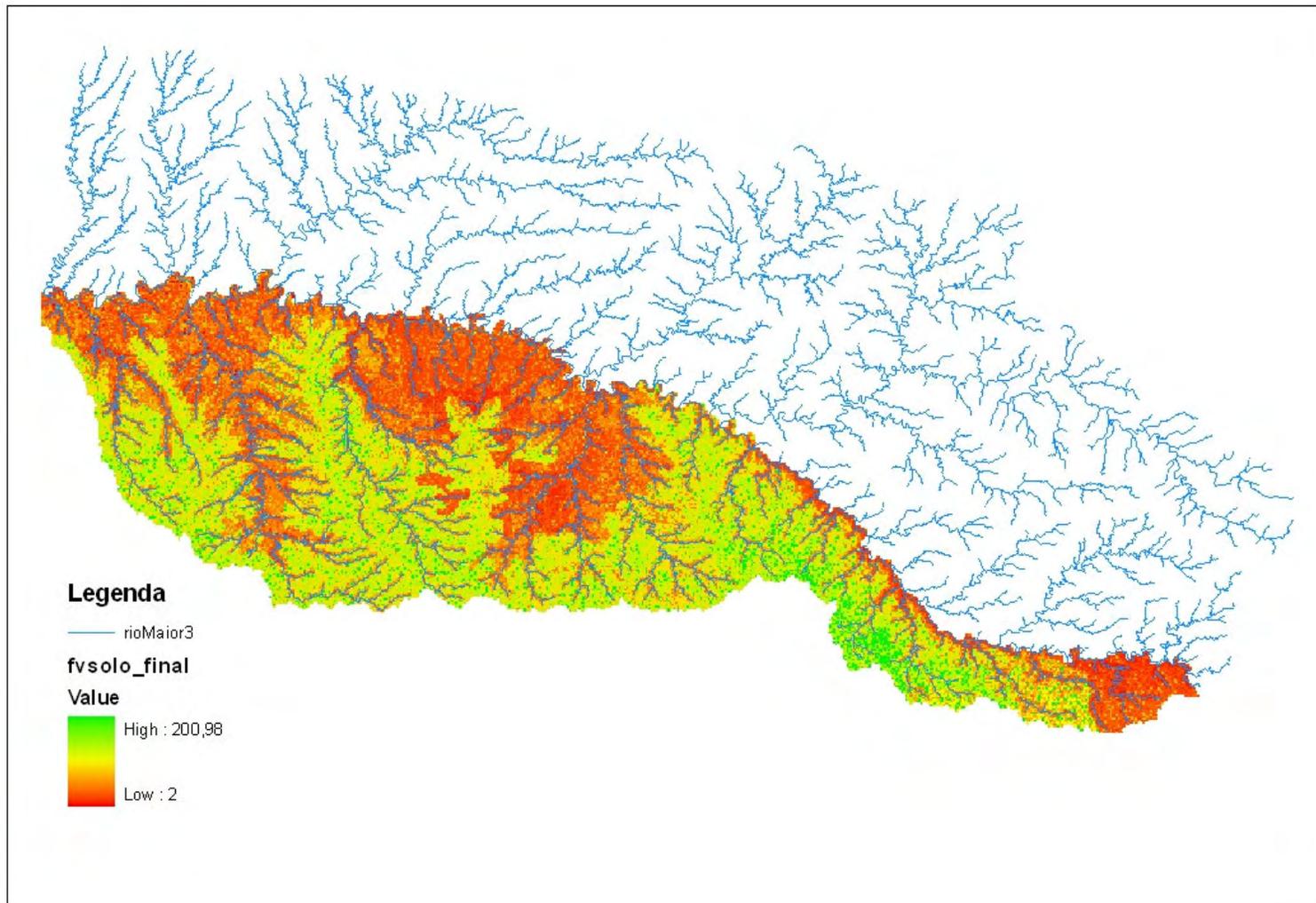


# ASPECTO DE EROSIÃO



500 metros	50%
1000 metros	70%
> 1000 metros	100%

# Solos



# Variáveis indicadoras

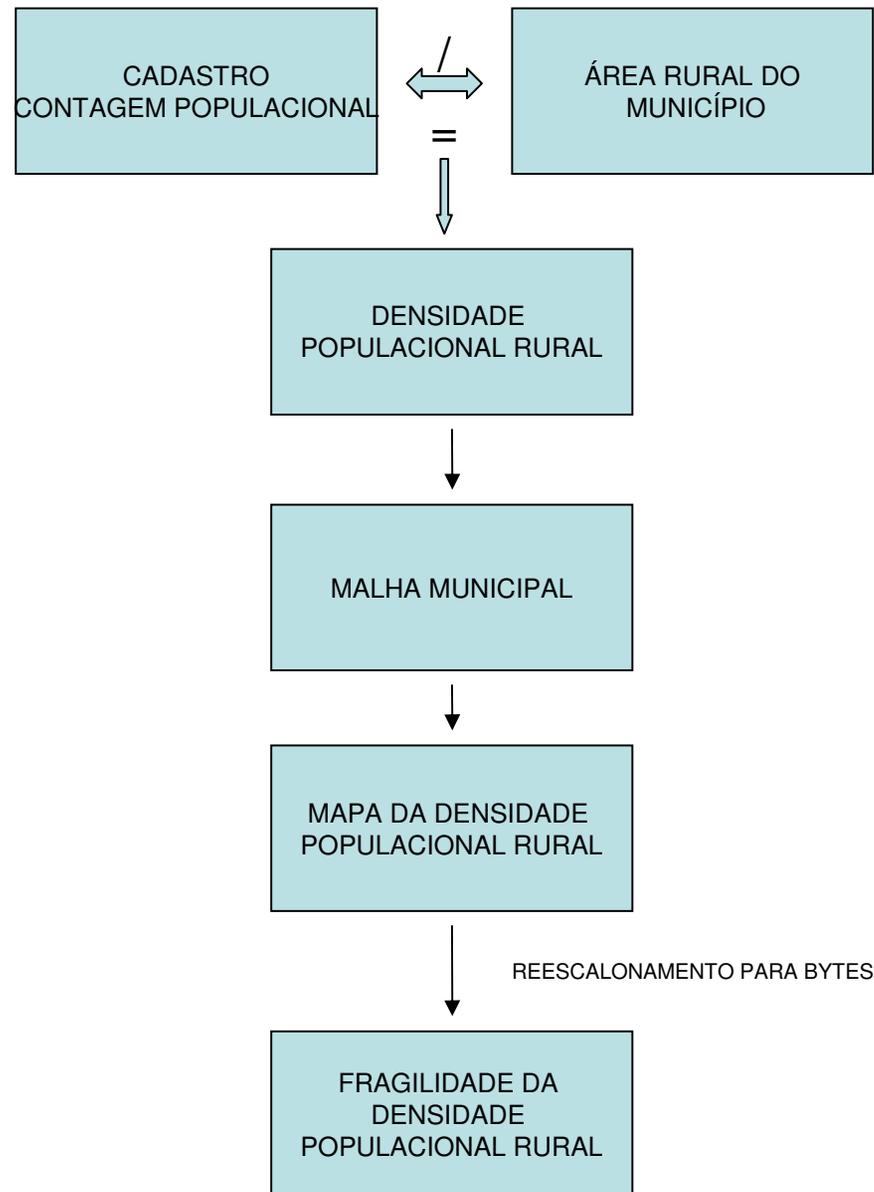
## Bloco Antrópico

ASPECTO	VARIÁVEL ASSOCIADA	IMPORTÂNCIA
POP. DESLOCADA OU INDIRETAMENTE ATINGIDA	(I) DENSIDADE POPULACIONAL RURAL, (II) ÍNDICE FUNDIÁRIO PONDERADO PELA DECLIVIDADE E LIMITE DAS ENCOSTAS DAS MARGENS DO RIO PRINCIPAL E AFLUENTES DE MAIOR ORDEM.	AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO ATINGIDA DIRETA E INDIRETAMENTE, DISPONIBILIDADE DE TERRAS PARA RELOCAÇÃO E PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS DEVIDA AO MOVIMENTO POPULACIONAL
INFLUÊNCIA SOBRE POVOS INDÍGENAS QUILOMBOLAS	TERRAS INDÍGENAS E TERRAS QUILOMBOLAS	PRESERVAÇÃO DA DIVERSIDADE SÓCIO-CULTURAL
INFLUÊNCIAS SOBRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS DE PESCADORES	(I) NÚMERO DE PESCADORES ACUMULADOS DESDE JUSANTE REGISTRADOS NAS COLÔNIAS; (II) NÚMERO DE SEGUROS-DEFESO CONCEDIDOS ACUMULADOS DESDE JUSANTE NAS COLÔNIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO DE PERDA DE FONTE DE RENDA (REDUÇÃO DOS ESTOQUES X ESFORÇO DE PESCA)

# Variáveis indicadoras Bloco Antrópico

ASPECTO	VARIÁVEL ASSOCIADA	IMPORTÂNCIA
SÍTIOS HISTÓRICOS	(I) ROTA DOS TROPEIROS E (II) SÍTIOS CADASTRADOS NO IPHAN	PRESERVAÇÃO DE COSTUMES E MEMÓRIAS RELACIONADAS AO TROPEIRISMO E DO PATRIMÔNIO MATERIAL
ÁREAS URBANAS OU URBANIZADAS	MAPA DISTÂNCIA EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS URBANAS	INTERFERÊNCIA COM POPULAÇÕES E INFRA- ESTRUTURAS CONCENTRADAS ESPACIALMENTE
IREORDENAMENTO ESPACIAL	(I) MAPA DE ESTRADA E FERROVIAS; (II) DISTÂNCIA DE PONTES	AVALIAÇÃO DA INTERFERÊNCIA COM AS RELAÇÕES DE VIZINHANÇA E SOBRE A INFRAESTRUTURA

# FRAGILIDADE DA DENSIDADE POPULACIONAL RURAL



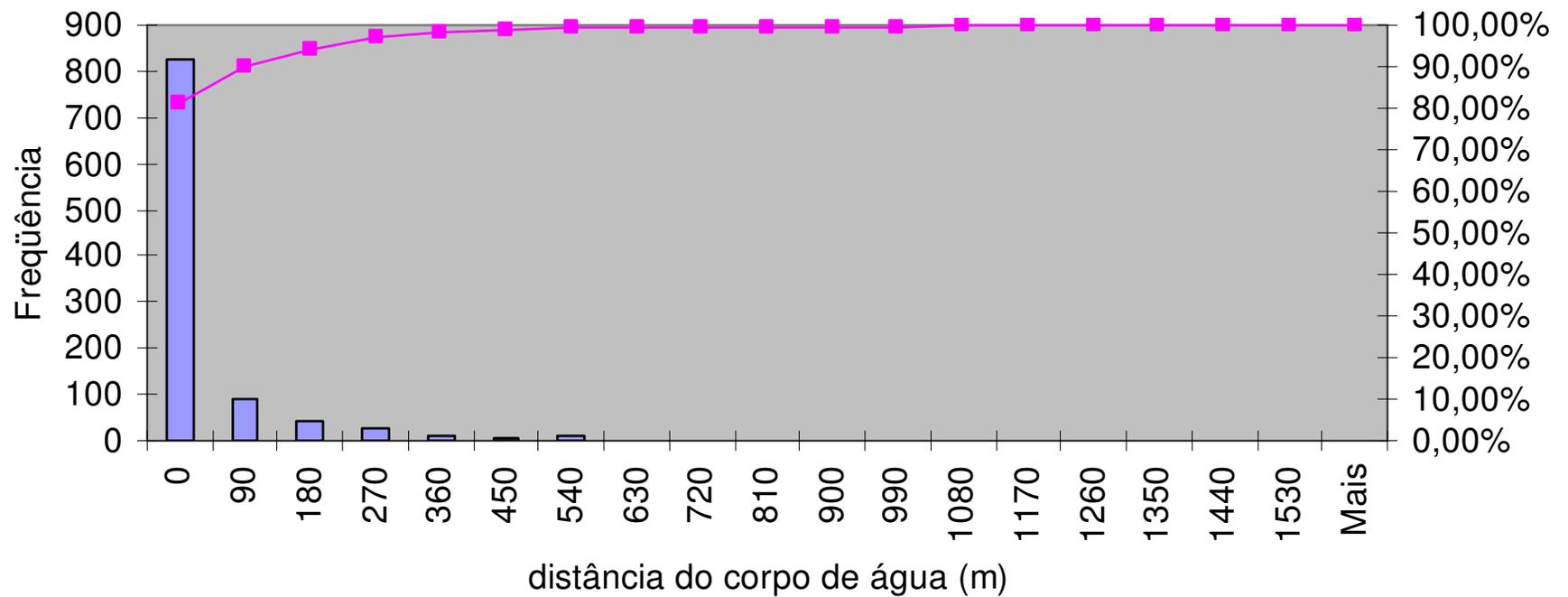
# Exemplo de atribuição de notas: Sítios arqueológicos

- Fonte de dados: banco de dados do IPHAN
- Número de registros por município
- Distância dos sítios em relação ao corpo d'água mais próximo

<i>faixa entorno (células)</i>	<i>distância do corpo de água (m)</i>	<i>Frequência</i>	<i>% cumulativo</i>	<i>fragilidade</i>	<i>favorabilidade</i>	<i>favorabilidade ajustada</i>
0-2	0	824	81,10%	207	48	48
3-5	90	89	89,86%	22	233	233
6-8	180	43	94,09%	11	244	244
9-11	270	29	96,95%	7	248	248
12-14	360	13	98,23%	3	252	252
15-17	450	5	98,72%	1	254	253
18-20	540	9	99,61%	2	253	253
21-23	630	0	99,61%	0	255	254
24-26	720	0	99,61%	0	255	254
27-29	810	0	99,61%	0	255	254
30-32	900	1	99,70%	0	255	254
33-35	990	0	99,70%	0	255	254
36-38	1080	2	99,90%	1	254	254
39-41	1170	0	99,90%	0	255	254
42-44	1260	0	99,90%	0	255	254
45-47	1350	0	99,90%	0	255	254
48-50	1440	0	99,90%	0	255	254
51 - 53	1530	1	100,00%	0	255	255
	Mais	0	100,00%	0	255	255
	total	1016				

# Sítios arqueológicos

Ocorrência de sítios arqueológicos no RS e em SC  
em função da distância aos corpos de água  
(conforme cadastro do IPHAN, 2009)



EXEMPLOS DE PRODUTOS  
PARCIAIS  
MEIO ANTRÓPICO



# Índice Fundiário

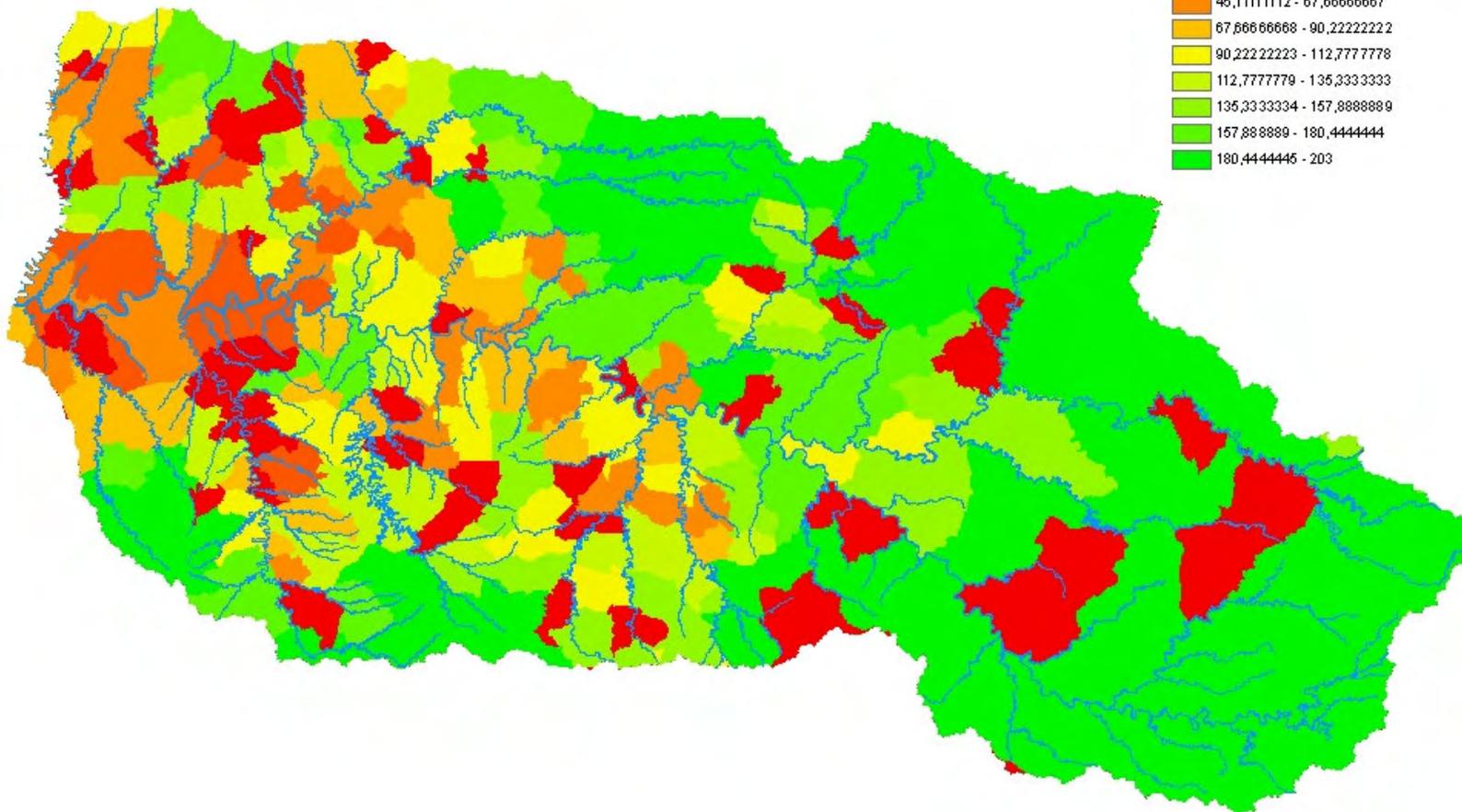
## Legenda

— Rios

## Fragilidade do Índice Fundiário

### VALUE

0 - 22,5555556
22,5555557 - 45,1111111
45,1111112 - 67,6666667
67,6666668 - 90,2222222
90,2222223 - 112,7777778
112,7777779 - 135,3333333
135,3333334 - 157,8888889
157,888889 - 180,4444444
180,4444445 - 203



# Variáveis indicadoras

## Bloco Biótico

<b>Aspecto</b>	<b>Variável (s) associada (s) Fatores (notas de 0 a 255)</b>	<b>Importância</b>
<b>Interferência com a riqueza potencial dos habitats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mapas síntese de fauna e flora terrestres (valor conservativo);</li> <li>•Mapa de vegetação ponderado inversamente com a declividade</li> <li>•Áreas de alto valor da biodiversidade;</li> </ul>	<b>Avaliação da distribuição potencial da biodiversidade terrestre em toda a bacia</b>
<b>Interferência em áreas de relevante valor para a biodiversidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reserva da Biosfera da Mata Atlântica;</li> <li>•Unidades de Conservação de Manejo Sustentável (UC; Zona Tampão) e Zona tampão de UCs de proteção Integral.</li> <li>•Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.</li> </ul>	<b>Avaliação de áreas delimitadas de relevante valor para a conservação da biodiversidade</b>
<b>Interferência com a biota aquática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mapa de ocorrência potencial da ictiofauna (migradora, endêmica e vulnerável)</li> <li>•Mapa de probabilidade de endemismos (função de declividade e ordem do rio)</li> </ul>	<b>Avaliação da distribuição potencial da biodiversidade aquática em toda a rede de drenagem</b>

# Variáveis indicadoras

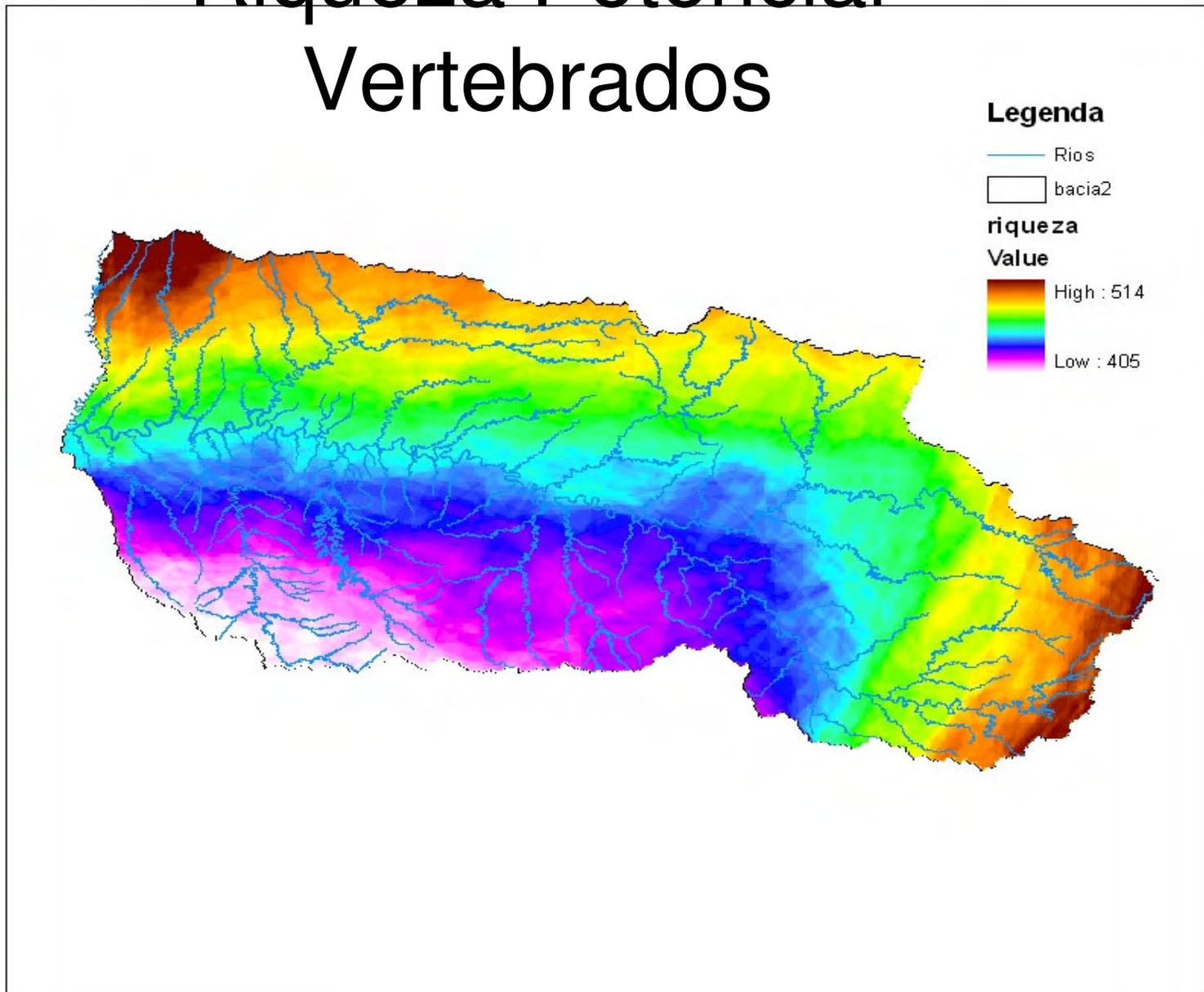
## Bloco Biótico

<b>Restrição</b>	<b>•Unidades de Conservação de Proteção Integral.</b>	<b>Área com restrição legal referente ao SNUC</b>
------------------	---	---

<b>Avaliação desagregada de fragmentação</b>	<b>•Valor de trecho de rios (considerado em separado na AAIB como indicador de fragmentação).</b>	<b>Variável indicadora da fragmentação da rede de drenagem, incluindo os fluxos bióticos e a manutenção de condições de rio livre necessárias para manutenção de funções ecossistêmicas dos rios. Por isto, tem importância para compor um filtro próprio no fluxograma de avaliação ambiental integrada.</b>
--	---	---

EXEMPLO DE PRODUTO  
PARCIAL  
MEIO BIÓTICO

# Riqueza Potencial Vertebrados



# SUBSÍDIOS À TOMADA DE DECISÃO

- Hierarquização de trechos e cenários :
  - são resultados **orientativos** para as negociações e processos de tomada de decisão: o estudo subsidia, **não decide!**
- Identificação de áreas com fragilidades maiores:
  - não impede, a priori, a implantação de empreendimentos, mas alerta sobre a necessidade de estudos mais aprofundados no âmbito de Estudos de Impacto Ambiental, em escala de maior detalhe.
  - Alerta sobre o aumento de custos, complexidade de análise de licenciamento e de outorga

# SUBSÍDIOS À TOMADA DE DECISÃO

- Identificação de áreas com fragilidades menores:
  - Áreas com baixas fragilidades não significam viabilidade ambiental do empreendimento.
  - O EIA/RAS deverá ser elaborado de modo a incluir uma análise detalhada dos impactos na área de influência do empreendimento, com base em informações apropriadas à escala desse estudo.

# OBRIGADO!

