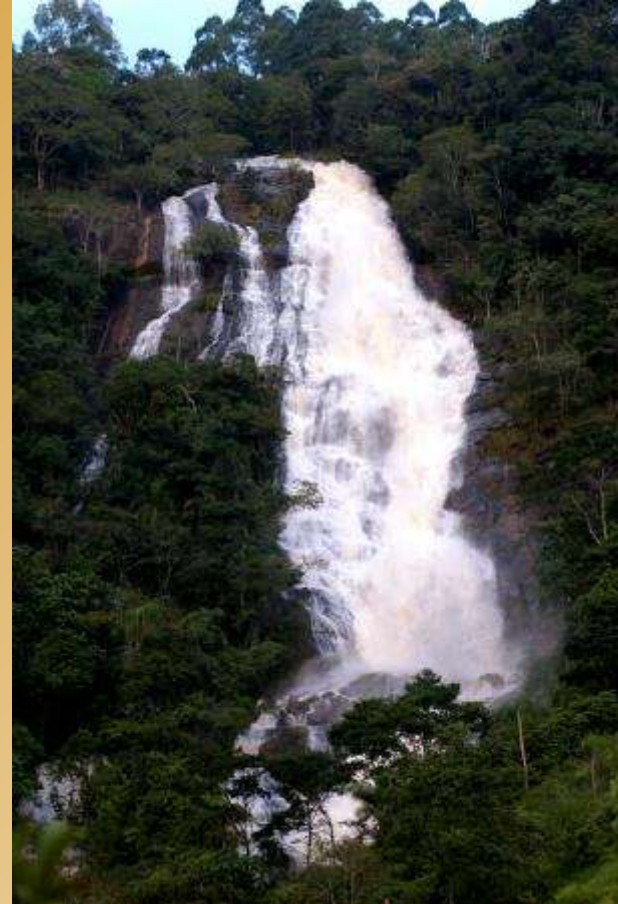


Aplicação da ferramenta Invest para identificação de Áreas de Risco de Contaminação no âmbito do Plano de Segurança da Água

João Guimarães
Dezembro/2012





The Nature Conservancy

Proteger a natureza é preservar a vida.



- 60 anos
- Brasil – 1988
- 32 países
- 3.500 funcionários
- Abordagem pragmática, não confrontacional
- Concilia a conservação e o desenvolvimento
- Parceria com órgãos governamentais, não governamentais e setor privado
- Ajudou a proteger aprox. 48M ha em todo o mundo

Missão: “Conservar as terras e águas das quais a vida depende”



ALIANÇA DE
FUNDOS DE ÁGUA
DA AMÉRICA LATINA

Aliança de Fundos de Água da América Latina



**Investimento inicial
US\$ 27 milhões**

32 fundos de água

**Mais de 20 milhões
de hectares de
mananciais
protegidos**

**50 milhões de
pessoas
beneficiadas.**



Fotos: Scott Warren e Leandro Baumgarten.

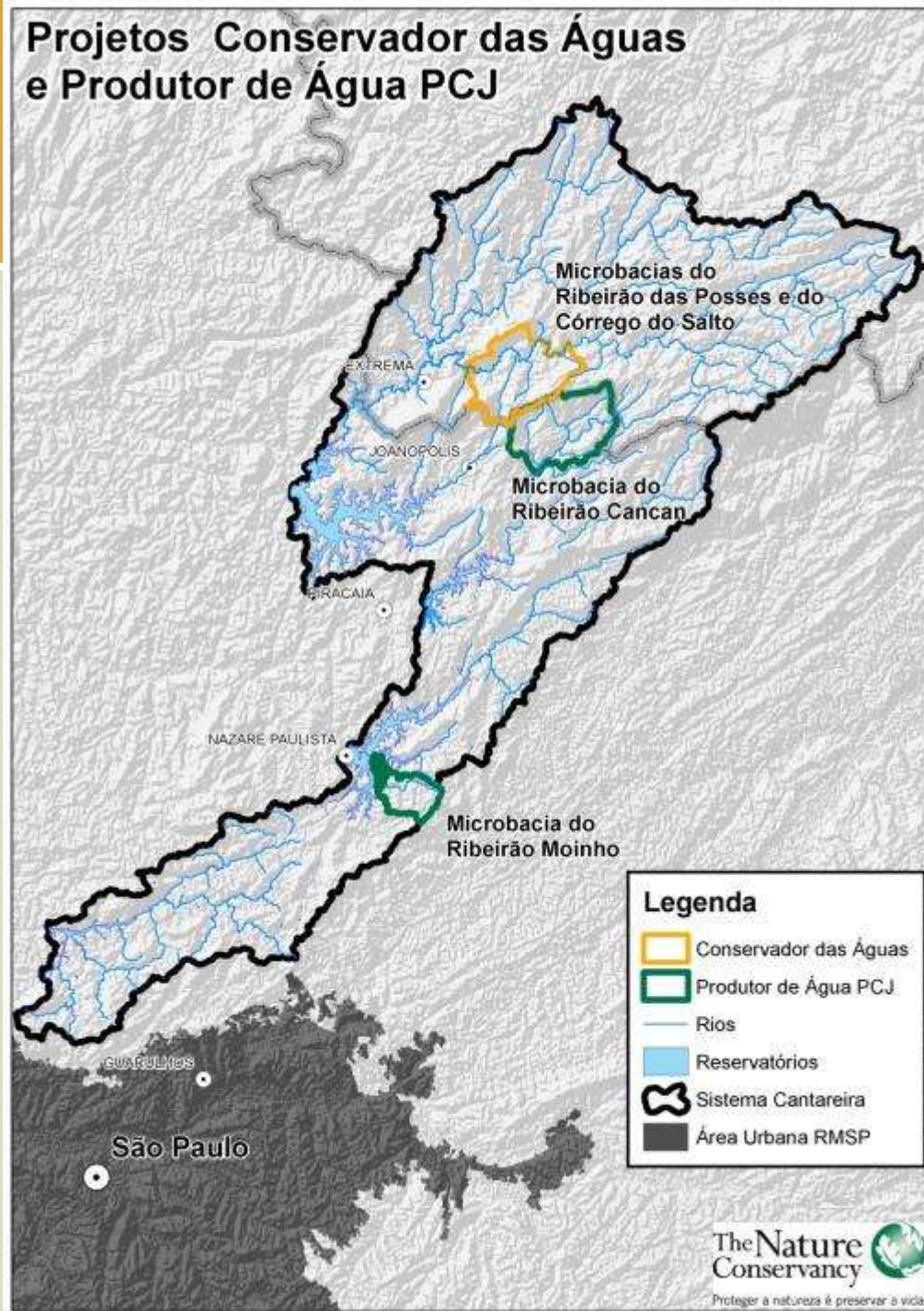


Produtor de Água Cantareira

- + de 100 proprietários com contratos de PSA
- + de 200 ha restaurados
- + de 1.000 ha conservados
- Conservação de Solo
- Recursos do Comitê PCJ



Projetos Conservador das Águas e Produtor de Água PCJ



Planos de Segurança da Água (PSA) - Objetivos

- **Prevenir ou minimizar a contaminação dos mananciais de captação;**
- **Eliminar a contaminação da água por meio do processo de tratamento adequado;**
- **Prevenir a (re)contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição) (WHO, 2011).**
- **Tem como finalidade ajudar os responsáveis pelo abastecimento de água na identificação e priorização de perigos e riscos em sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, desde o manancial até o consumidor.**



Planos de Segurança da Água (PSA) – Principais atividades

- Desenvolvimento da compreensão do sistema específico e de sua capacidade para fornecimento de água, para cumprir as metas da qualidade da água;
- **Identificação de fontes potenciais de contaminação e de medidas para eliminá-las ou controlá-las;**
- Validação de medidas de controle de riscos;
- Implementação do monitoramento operacional das medidas de controle dentro do sistema de abastecimento de água;
- Implementação de ações corretivas oportunas para garantir que água segura seja fornecida de forma continuada;
- Verificação da qualidade da água para consumo humano para garantir que o PSA seja implementado corretamente e atinja o desempenho necessário, atendendo às normas de qualidade da água



Planos de Segurança da Água (PSA) - Etapas

1. Etapas preliminares,

- a) planejamento das atividades;
- b) levantamento das informações necessárias;
- c) constituição da equipe técnica multidisciplinar de elaboração e implantação do PSA;

2. Avaliação do sistema

- a) descrição do sistema de abastecimento de água,
- b) construção do diagrama de fluxo;
- c) **identificação e análise de perigos potenciais e caracterização de riscos;**
- d) **estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos;**

3. Monitoramento operacional,

- a) determinação de medidas de controle dos sistemas de abastecimento de água;
- b) seleção dos parâmetros de monitoramento; e o
- c) estabelecimento de limites críticos e de ações corretivas;

4. Planos de gestão

- a) estabelecimento de ações em situações de rotina e emergenciais;
- b) organização da documentação da avaliação do sistema;
- c) estabelecimento de comunicação de risco;
- d) validação e verificação periódica do PSA;

5. Revisão do PSA (dados coletados no monitoramento);

- a) as alterações dos mananciais e das bacias hidrográficas;
- b) as alterações no tratamento e na distribuição;
- c) a implementação de programas de melhoria e atualização.

6. Validação e verificação do PSA



Infraestrutura Verde

INTERVENÇÕES NA PAISAGEM
(Restauração, conservação de solo, etc)



INCREMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS

Retenção de Água, Sedimentos e Nutrientes



BENEFÍCIOS AMBIENTAIS/ECONÔMICOS

Melhoria na qualidade de água

Aumento de armazenamento de água



Guia de Fundos de Água – Aliança de Fundos de Água para a América Latina

WATER FUNDS

Conserving green infrastructure

A guide for design, creation and operation

FONDOS DE AGUA

Conservando la infraestructura verde

Guía de diseño, creación y operación

Conserving green infrastructure

Conservando la infraestructura verde

WATER FUNDS

FONDOS DE AGUA



Estudios de viabilidad

Capítulo 2

Elaboración de estudios de factibilidad

La fase previa al diseño del fondo de agua implica elaborar una serie de estudios en la que se define la viabilidad no solamente técnica, sino también jurídica y financiera del mismo.

Es importante contar con estudios de buena calidad, que permitan obtener conclusiones sólidas acerca de los beneficios potenciales del fondo, incluyendo los económicos, sociales y ambientales.

El nivel de profundidad de estos estudios puede variar de acuerdo con cada sitio y depende de la cantidad de información disponible, los recursos

financieros, el interés de los usuarios en crear el fondo y el conocimiento de los actores sobre los servicios ecosistémicos en la cuenca, entre otros. Los estudios de factibilidad constan de tres pasos básicos: a) la creación de un grupo de trabajo promotor de la idea, b) un análisis de los beneficios de crear un fondo para los usuarios del agua y finalmente c) un análisis de la estructura legal e institucional.

En este capítulo se muestra cómo abordar los diferentes estudios necesarios para determinar la viabilidad (o no) de la creación de un fondo de agua.



Ferramentas para a Análise

InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs, desenvolvido pelo Natural Capital Project)

- Modelagem de Aporte e Retenção de Sedimentos
- Modelo de Aporte de Retenção de Nutrientes (Fósforo e Nitrogênio)
- www.naturalcapitalproject.org

Modelo de Auto-Regeneração (desenvolvido pela TNC)

- Identificação de áreas com maior potencial de regeneração natural



O que é o InVEST?

Conjunto de modelos que tem a finalidade de quantificar, espacializar e valorar a oferta de serviços ambientais

- Biodiversidade
- Armazenagem e Sequestro de Carbono
- Produção de energia hídrica
- Retenção de Nutrientes
- Retenção de Sedimentos
- Manejo Florestal
- Polinização de plantios agrícolas

<http://www.naturalcapitalproject.org>



Características

Modelo distribuído (informações espacializadas)

Ferramenta gratuita que funciona em ambiente ArcGis (toolbox)

Inputs: mapas em formato raster e tabelas com parâmetros

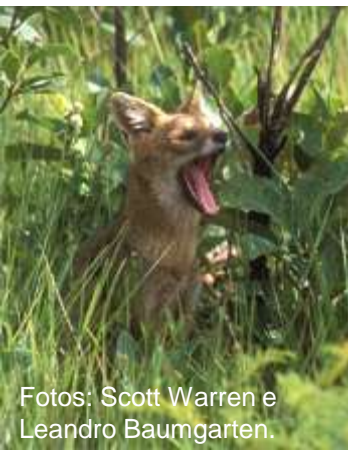
Parâmetros para calibração

Escala temporal anual

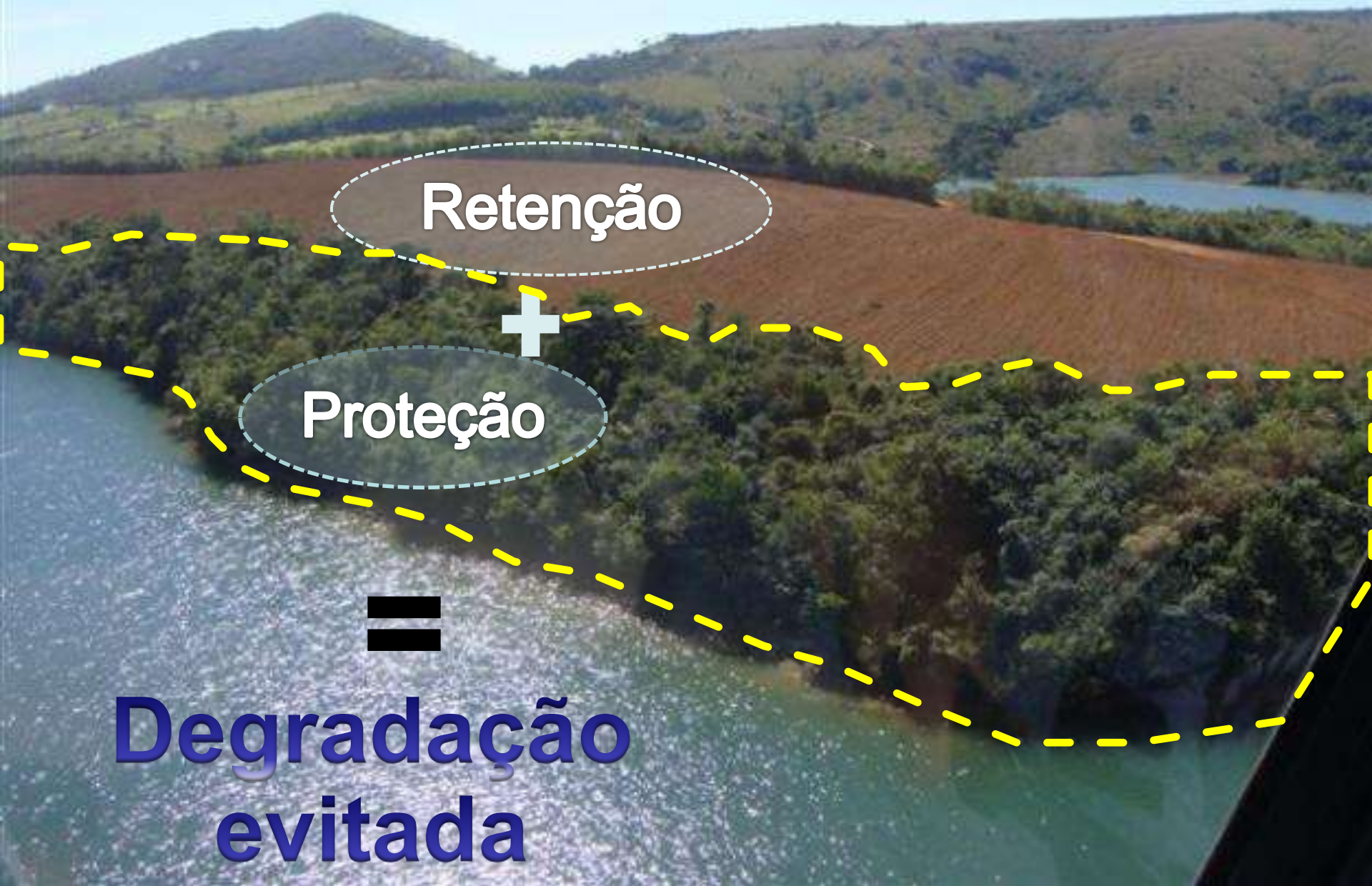


VANTAGENS

- 1. Gerar estimativas de processos biofísicos (ex. aporte de sedimentos) a partir de diferentes cenários de uso e manejo da terra**
- 2. Gerar estimativas financeiras dos serviços ambientais para cada cenário**
- 3. Identificar espacialmente que porções da bacia necessitam mais intervenção**



Vegetação ciliar: filtro natural



Retenção

+

Proteção

=

**Degradação
evitada**

Módulos de interesse

RETENÇÃO DE SEDIMENTOS

- Com base na Equação Universal da Perda de Solo (USLE) calcula a quantidade de sedimentos retidos e o valor deste serviço (em termos de custos de dragagem ou tratamento de água)

Lógica:

Quantidade de sedimentos retidos = Produção de sedimentos potencial (fatores físicos e climáticos) - Produção de sedimentos considerando uso do solo e práticas de conservação de solo



Módulos de interesse

RETENÇÃO DE NUTRIENTES

- Avalia o potencial de “filtragem” de poluentes por diferentes usos de solo e o valor deste serviço (em termos de custos de tratamento evitados)

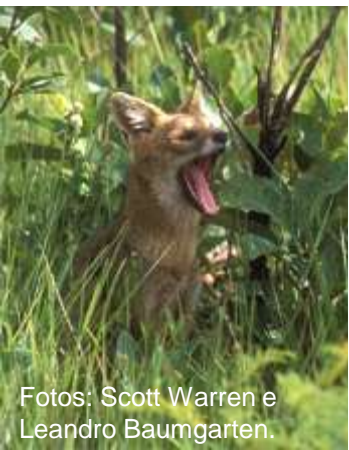
Lógica:

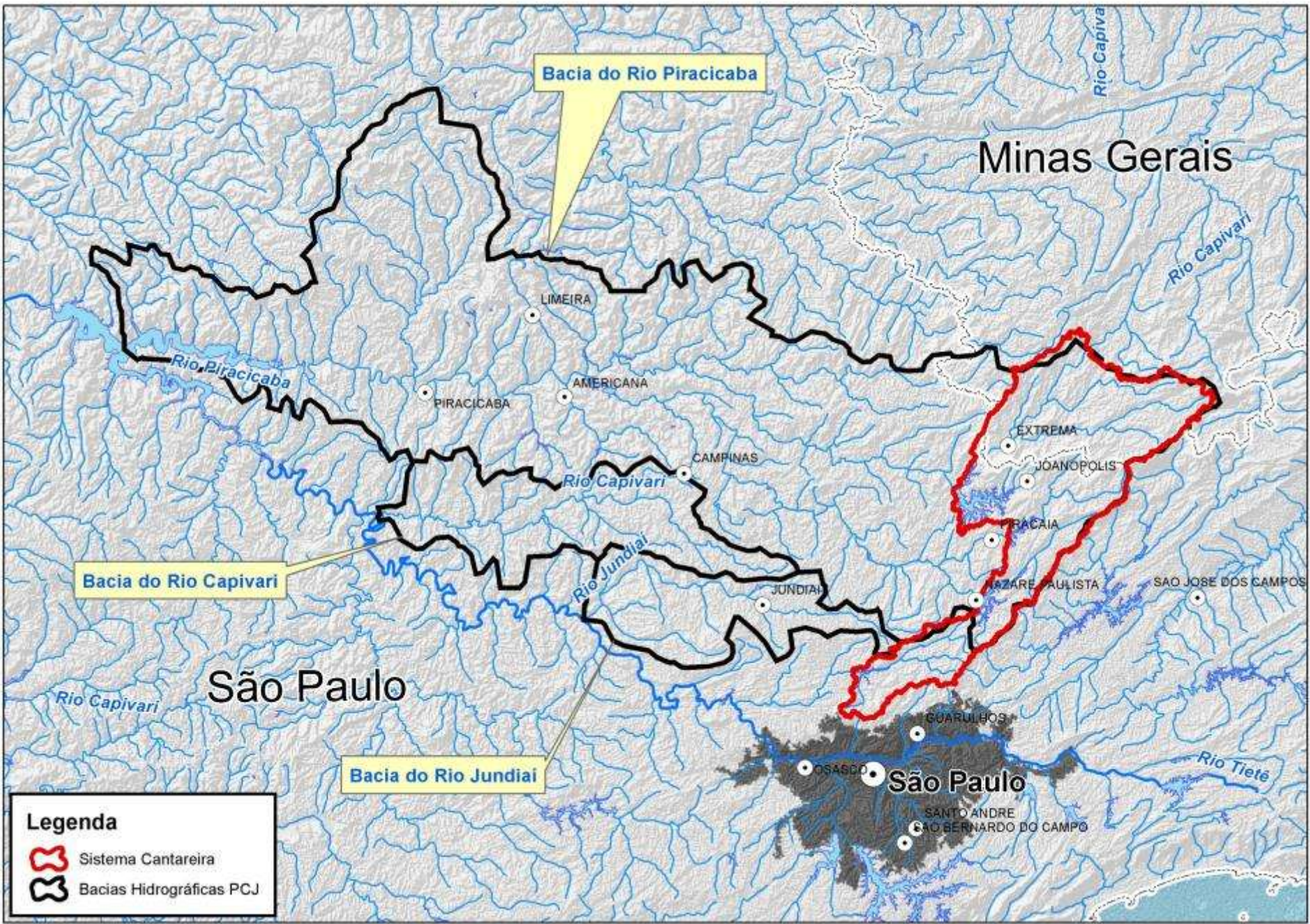
Filtragem = Escoamento superficial + Carga de poluentes – Capacidade de filtragem de cada uso do solo



Desafios

- Pouco conhecimento da **Eficiência de Retenção** de sedimentos e nutrientes de cada uso da terra
- Dificuldade de obtenção de **dados de monitoramento** para **calibração** dos modelos





Resultados esperados: Estudo de Viabilidade Cantareira

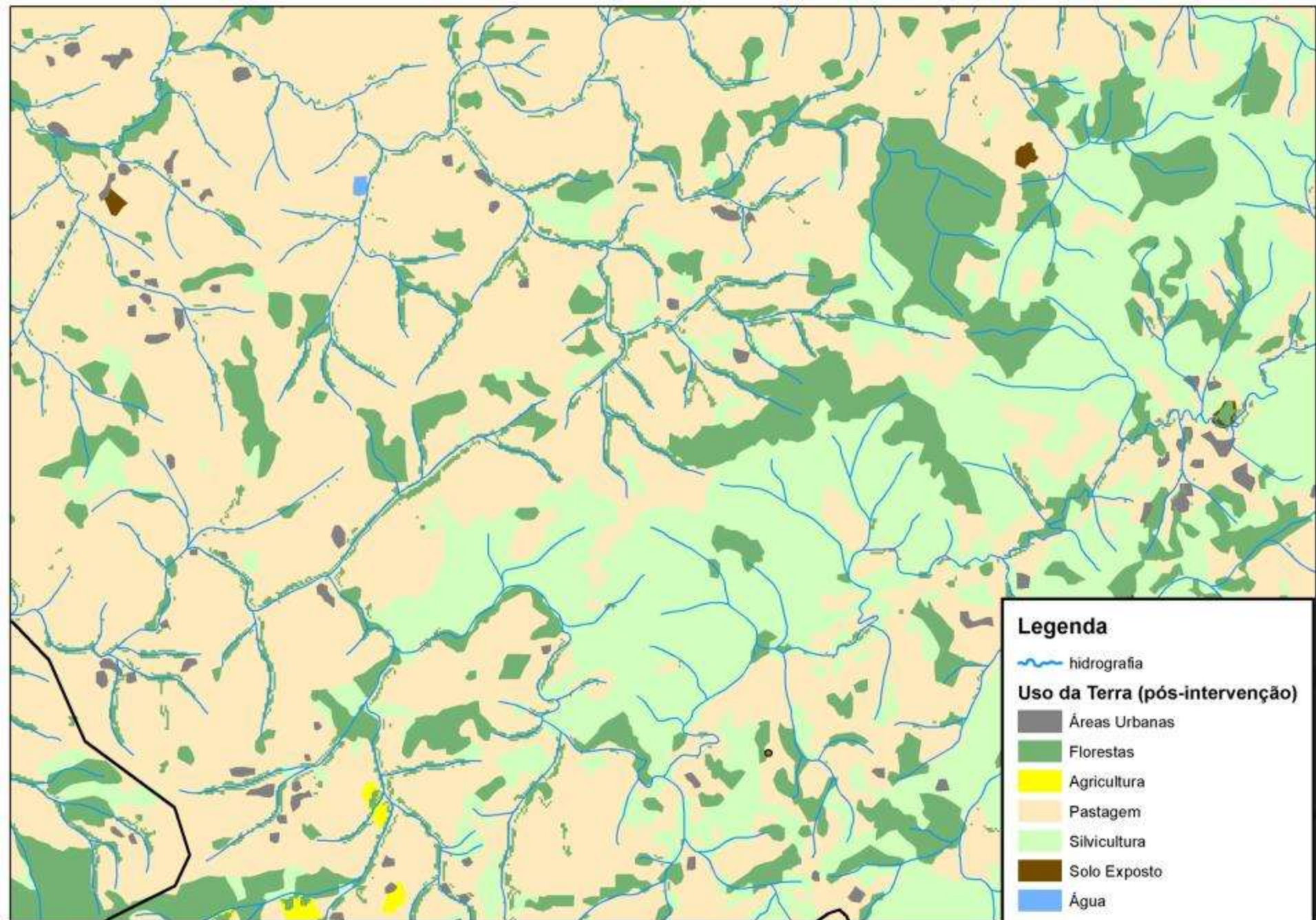
- 1. Identificação de áreas prioritárias para ações de: restauração, conservação, melhores práticas agrícolas, etc.**
- 2. Estimativa de custos para implantação das intervenções**
- 3. Estimativa de benefícios ambientais: redução de aporte de sedimentos e de nutrientes, regulação de vazão.**
- 4. Estimativa de benefícios econômicos: redução do custo de tratamento de água, dragagem, etc.**



Etapas principais da análise

- 1) Modelagem da Produção de Sedimentos e Nutrientes (P e N) no Sistema Cantareira nas condições de Uso da Terra atuais.
- 2) Identificação das áreas com maior potencial de aporte de sedimentos e nutrientes aos reservatórios do sistema (áreas críticas).
- 3) Produção de cenários de uso da terra considerando intervenções de “infraestrutura verde” nas áreas críticas.





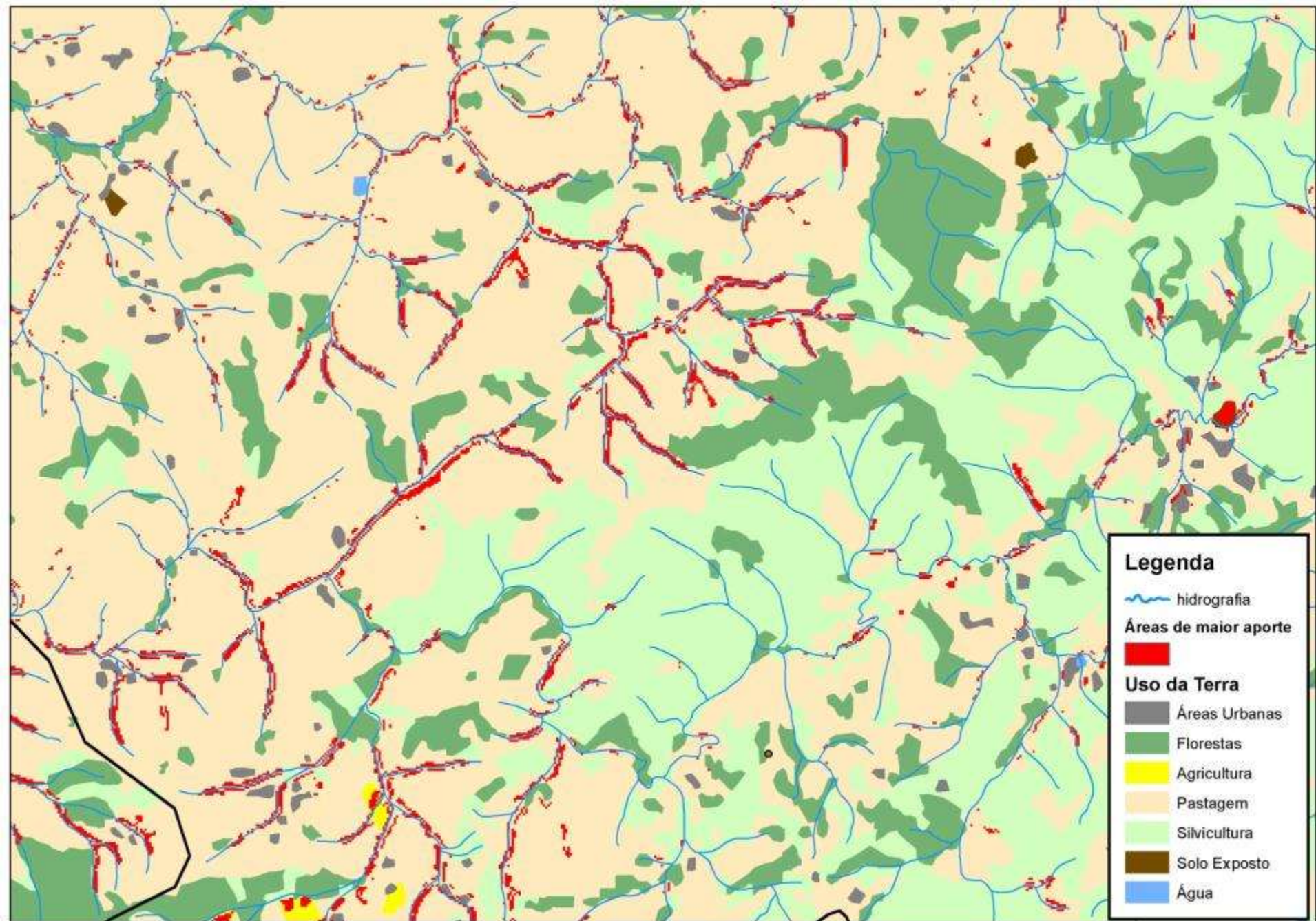
Legenda

-  hidrografia
- Uso da Terra (pós-intervenção)**
-  Áreas Urbanas
-  Florestas
-  Agricultura
-  Pastagem
-  Silvicultura
-  Solo Exposto
-  Água

Etapas principais da análise

- 4) Estimativa de potencial de auto-recuperação
- 5) Estimativa de custos de implementação (segundo uso da terra e potencial de auto-recuperação)
- 6) Modelagem da Produção de Sedimentos e Nutrientes: cenários de uso da terra considerando intervenções.
- 7) Avaliação dos benefícios biofísicos (redução no aporte de sedimentos e nutrientes).
- 8) Avaliação dos benefícios de diminuição de custos de tratamento de água e desassoreamento.





Principais informações utilizadas – Modelagem de Sedimentos

1. Mapa de Uso de Cobertura da Terra (ano base 2010)
2. Mapa de Solos
 - A. Mapa derivados de Erodibilidade
3. Modelo Digital de Terreno (DEM)
4. Erosividade (Potencial erosivo das chuvas)

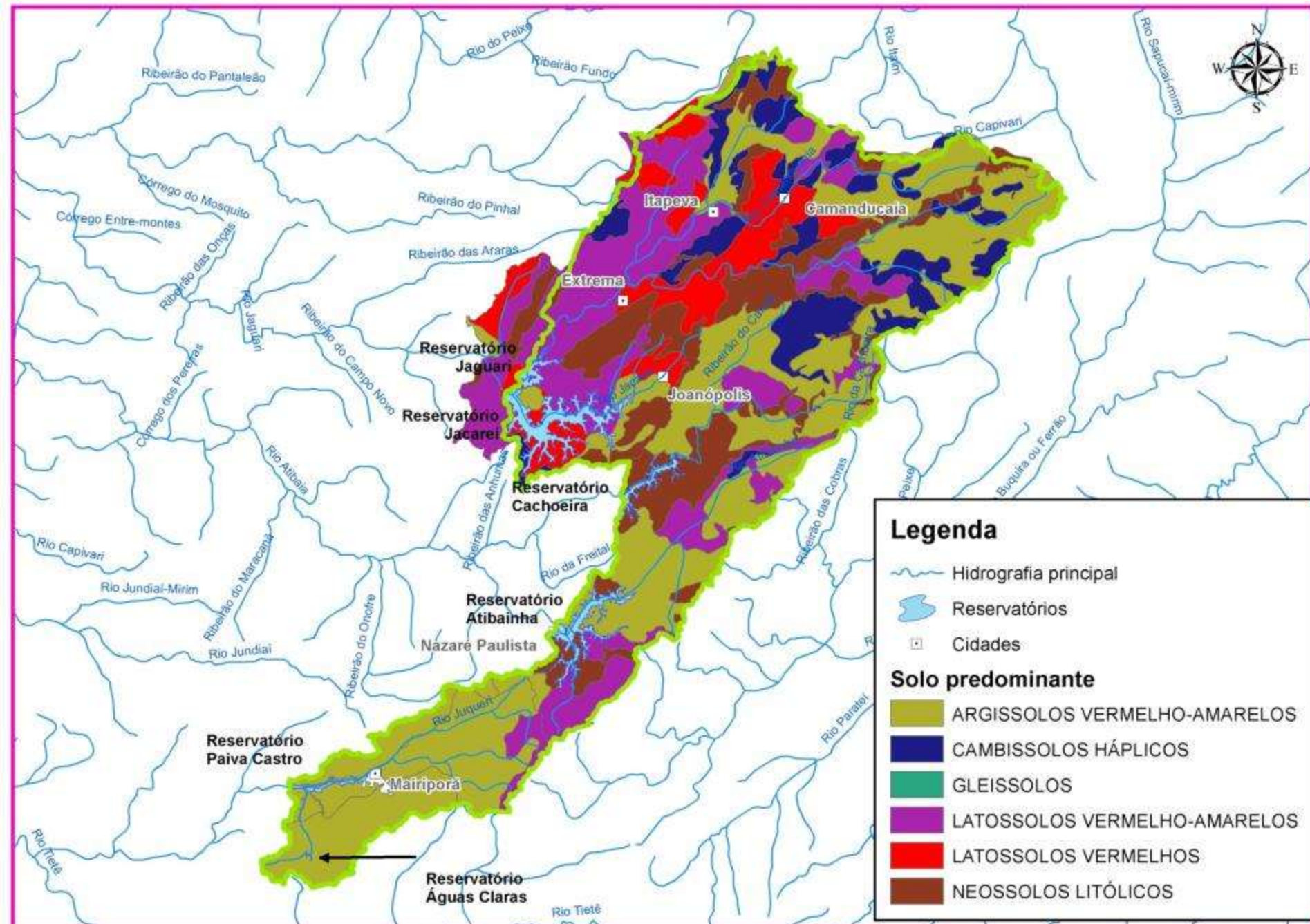


Principais informações utilizadas – Modelagem de Nutrientes

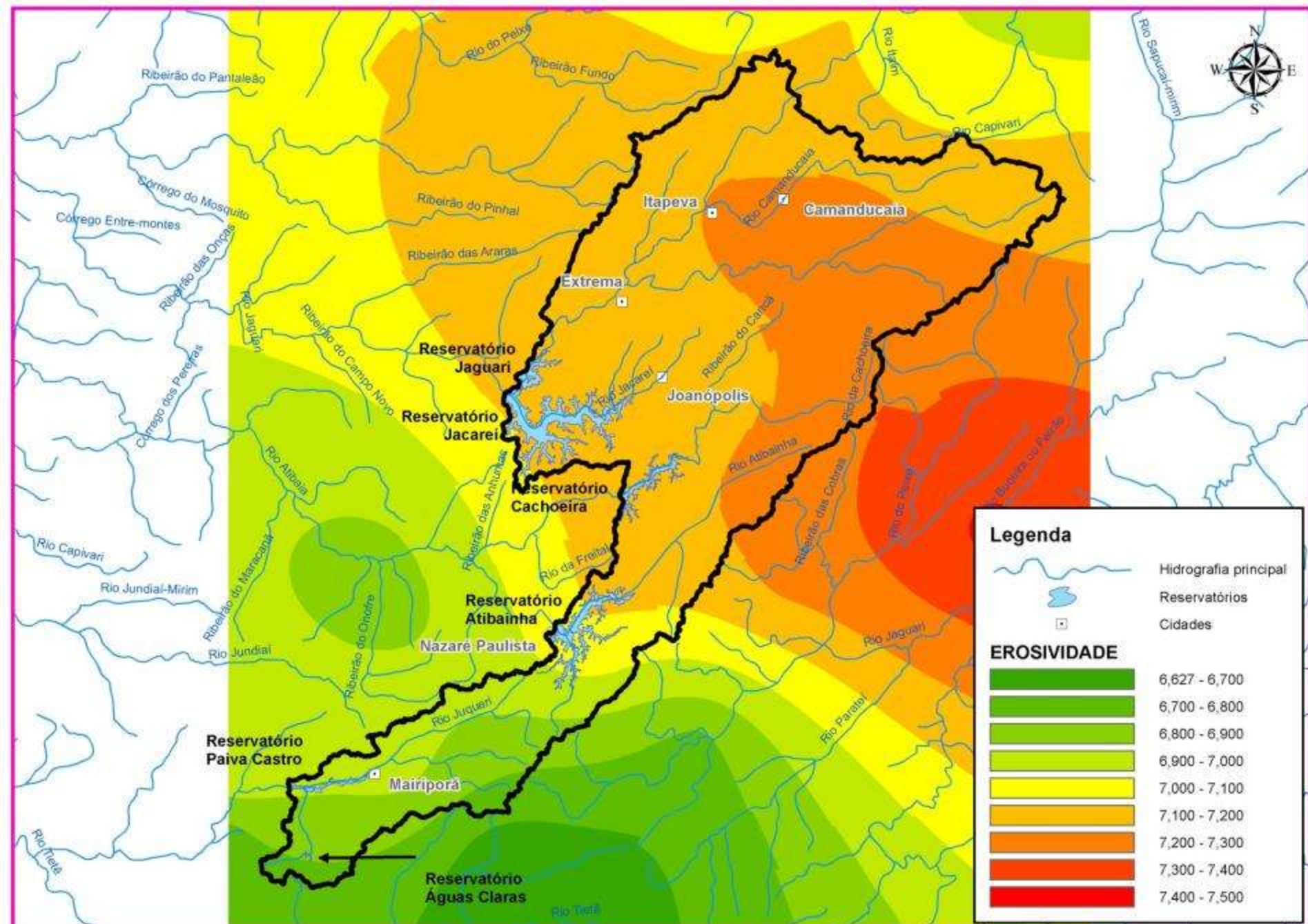
1. Precipitação Média Anual
2. Evapotranspiração Potencial Média Anual
3. Mapa de Solos
 - A. Mapas derivados de Profundidade de Solos, Capacidade de Água Disponível
4. Mapa de Uso de Cobertura da Terra (ano base 2010)
5. Modelo Digital de Terreno (DEM)



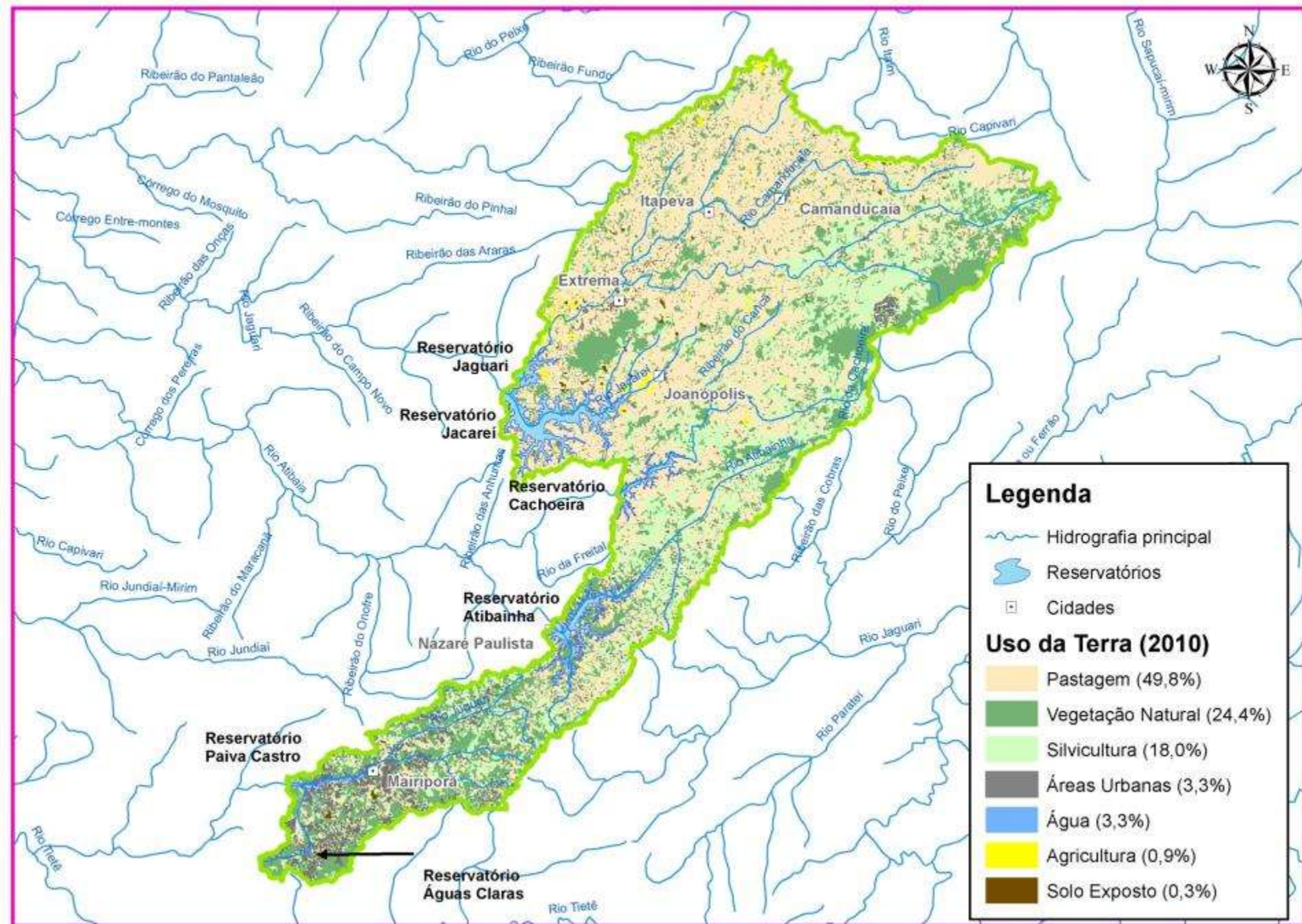
SOLOS



EROSIVIDADE



USO DA TERRA 2010



Resultados preliminares

Áreas Prioritárias para investimento em Infra-Estrutura Verde

Áreas Críticas	Hectares	%
Sistema Cantareira	230.000	100
Aporte de sedimentos	7.200*	3,13
Aporte de nutrientes	4.016 (N) 3.064 (P)	1,74 1,33
Áreas Críticas (total)	10.650	4,63

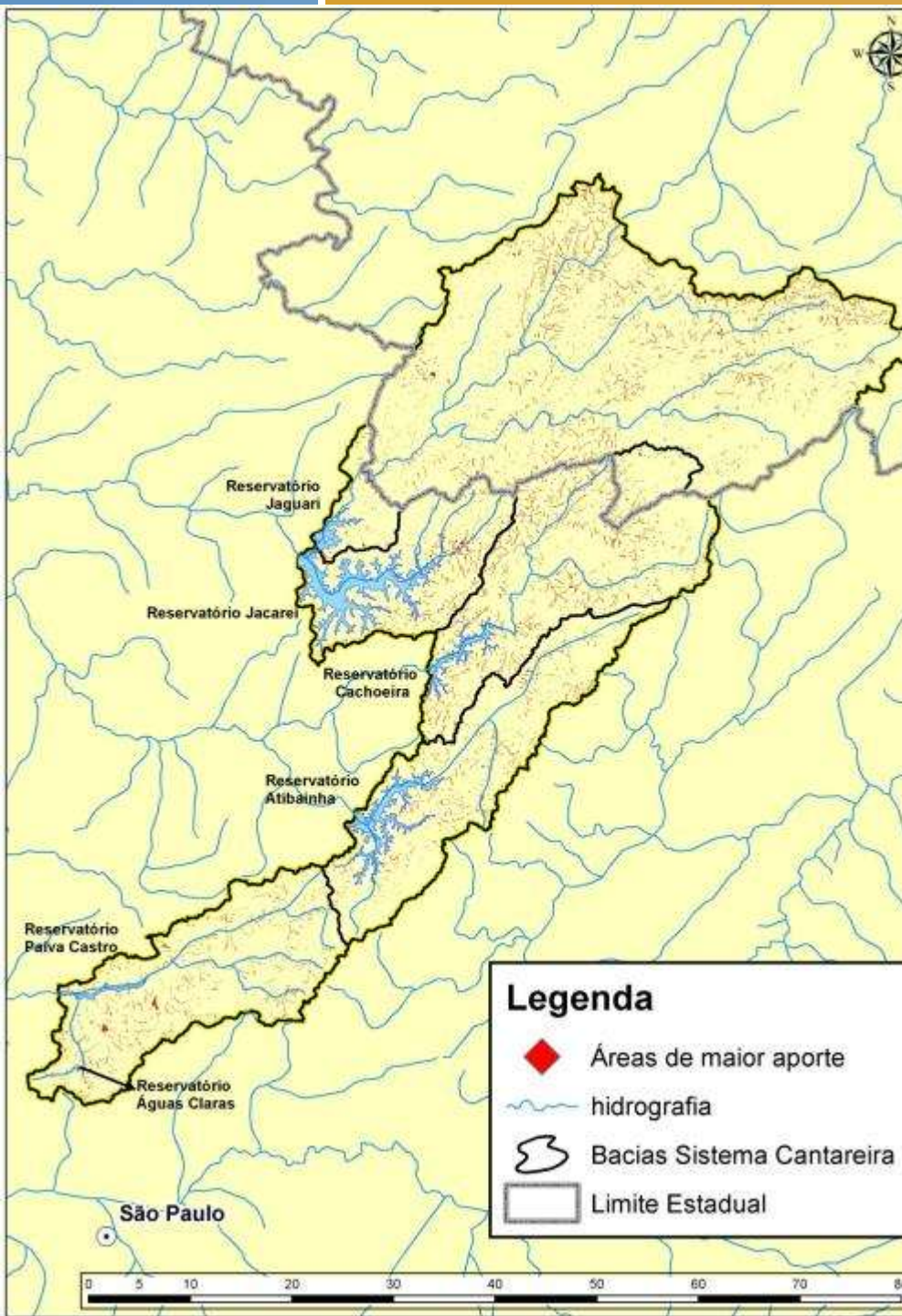


Resultados preliminares

Áreas Prioritárias para investimento em Infra-Estrutura Verde

Uso da Terra	Hectares	%
Pastagens	9360,6	87,9
Agricultura	650,9	6,1
Florestas	83,5	0,8
Solo Exposto	154,4	1,4
Outros Usos	400,6	3,8
Áreas Críticas (total)	10.650	100





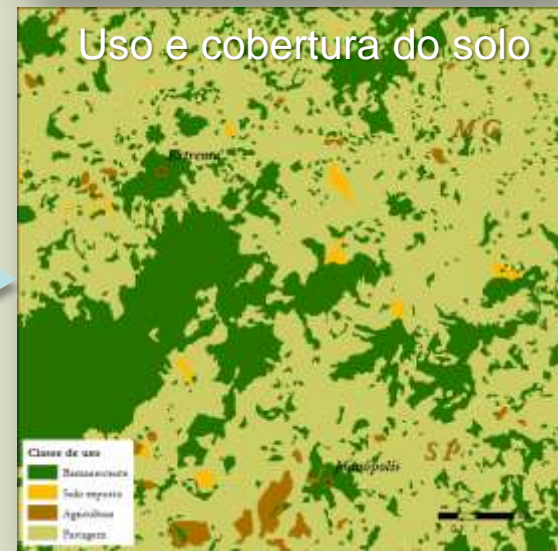
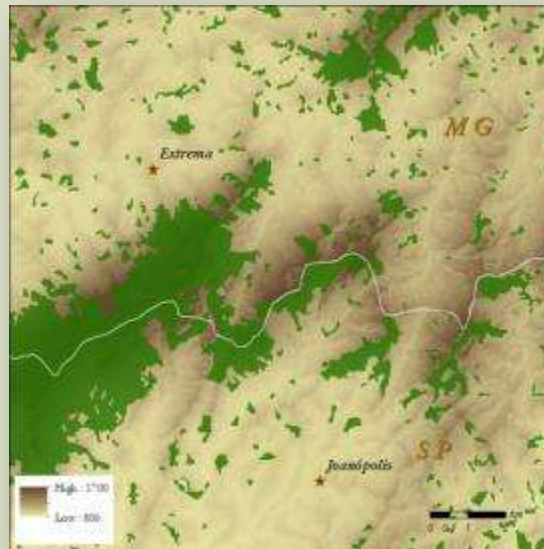
Resultados preliminares:

Estimativa de Redução de Impactos Ambientais

Serviços Ambientais	Situação em 2010	Cenário infraestrutura verde	Variação (%)
Ecosistemas naturais (florestas)	55.553,5 hectares	65.068.5 hectares	+17,1
Perda de solo (Erosão)	18,2 ton/ha/ano	16,1 ton/ha/ano	- 11,5%
Aporte de Sedimentos	592 mil ton/ano	310 mil ton/ano	- 47,5%
Aporte de Nitrogênio	179.790 kg/ano	161.498 kg/ano	- 10,2%
Aporte de Fósforo	10.596 kg/ano	9.691 kg/ano	- 8,5%



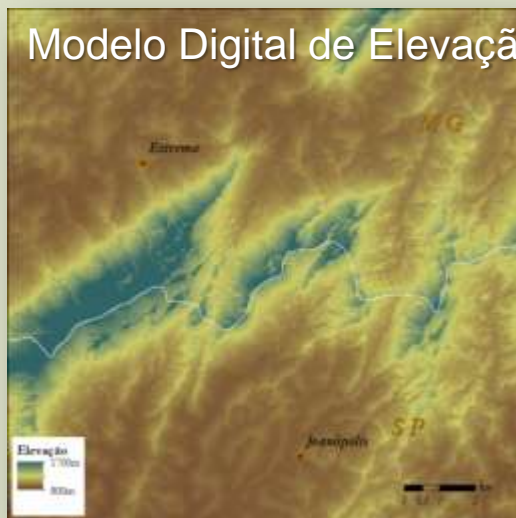
Distância do remanescente e uso e cobertura do solo



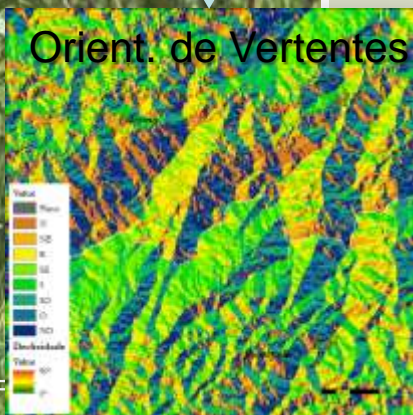
Orientação de vertentes, declividade, tipo de relevo e radiação solar



Modelo Digital de Elevação



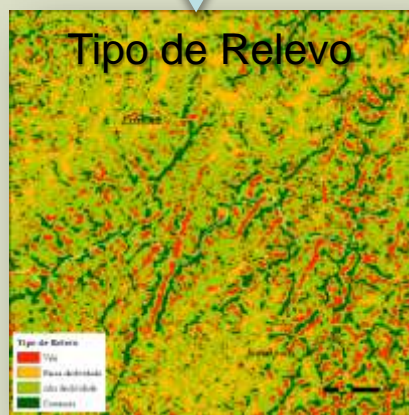
Orient. de Vertentes



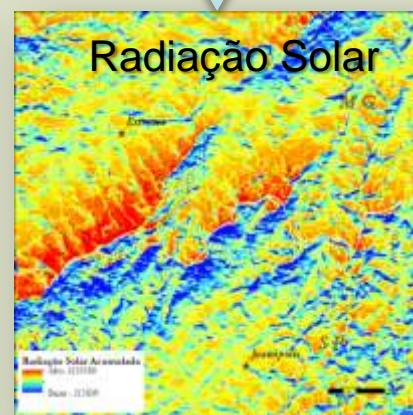
Declividade



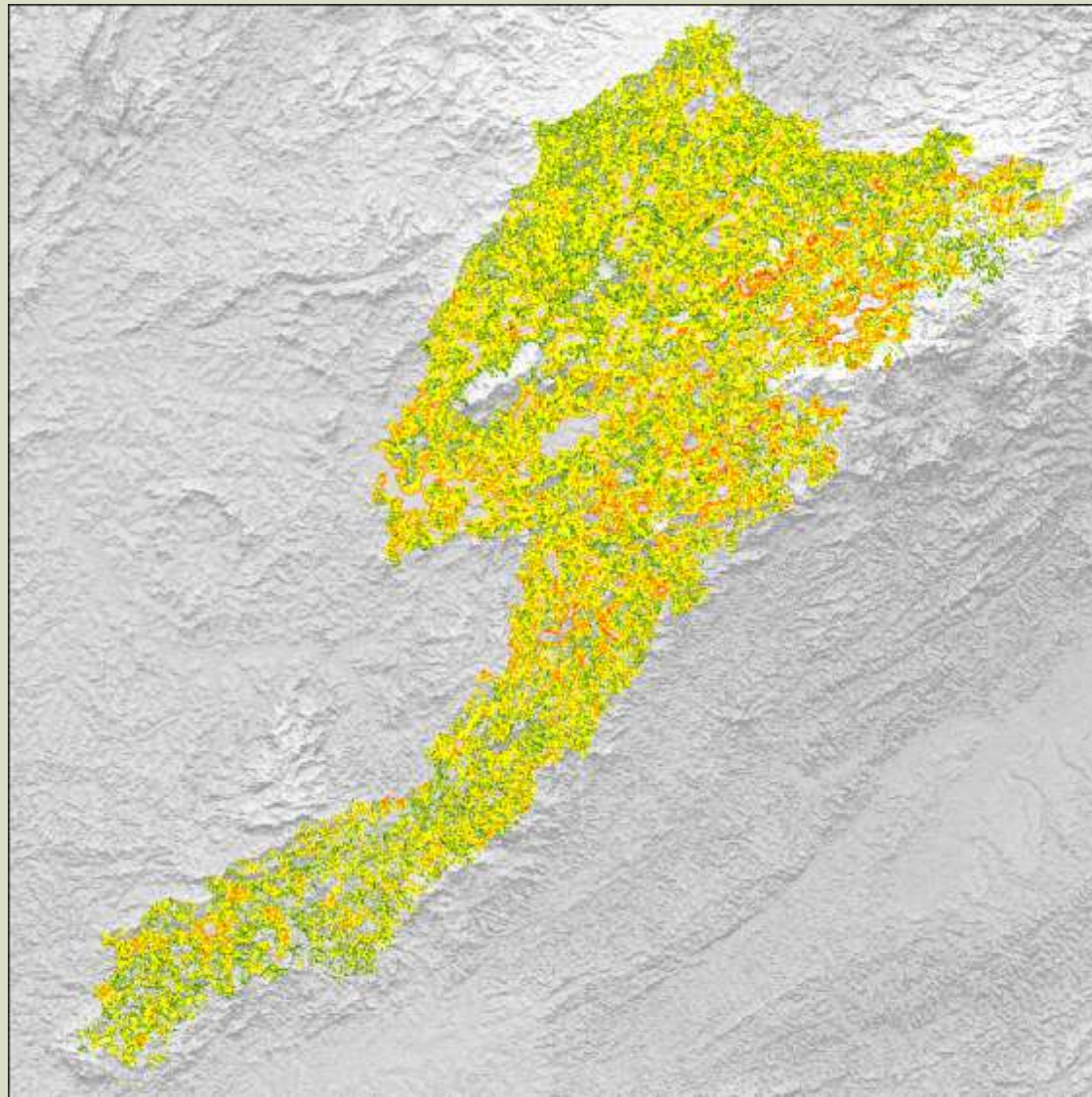
Tipo de Relevo



Radiação Solar



Resultados preliminares: Áreas potenciais de auto-regeneração



Potencial

Muito Alto

Alto

Médio

Baixo

Muito Baixo

Resultados preliminares

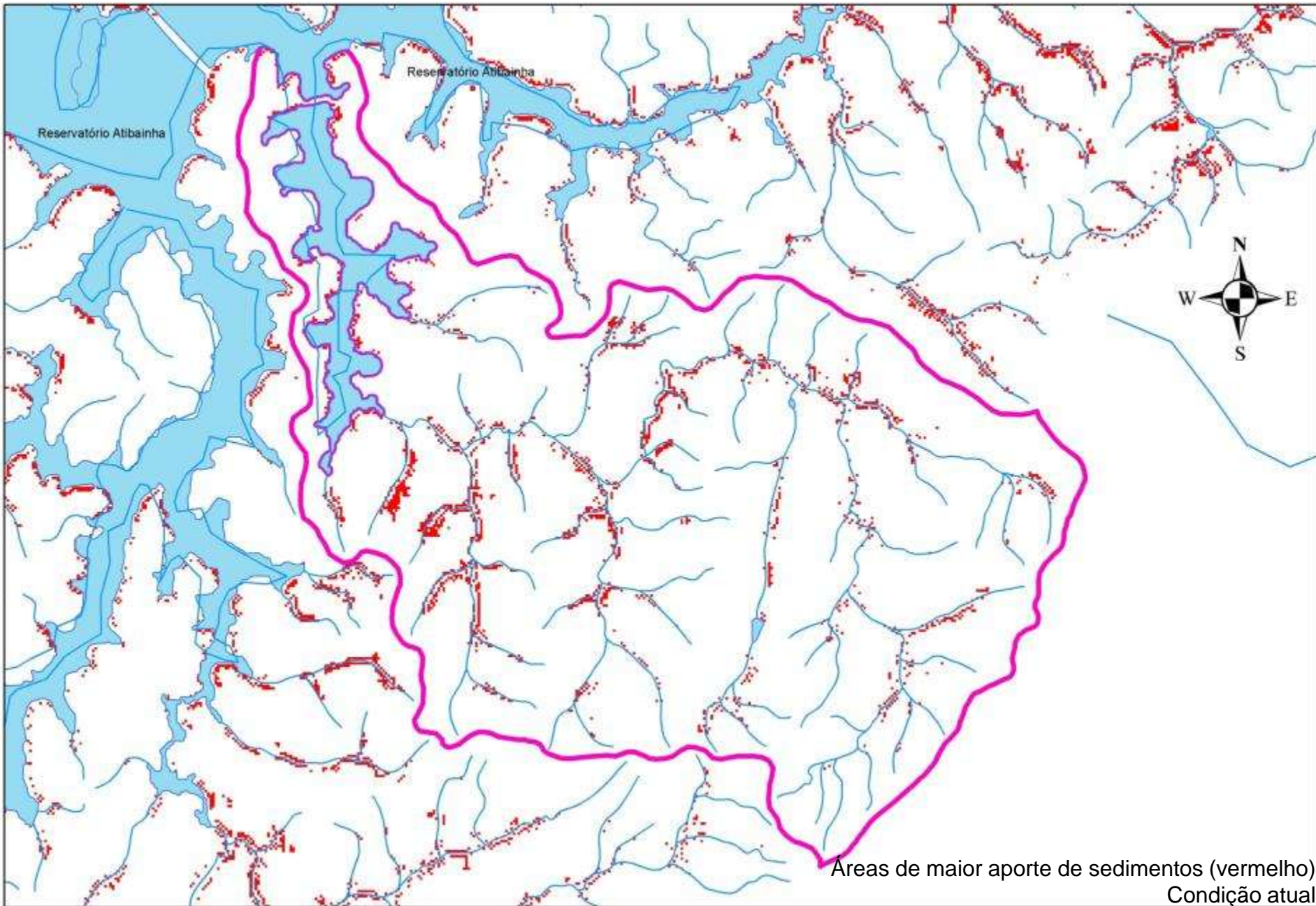
Estimativa de custos de investimento

Uso da Terra/Potencial de Regeneração	Área (ha)	% de áreas críticas	Custo total (R\$)
Áreas de alto custo de investimento	5.629,9	52,9%	R\$ 90.078.400
Áreas de baixo custo de investimento	4.619,5	43,4%	R\$ 10.874.500
TOTAL			R\$ 104.580.746

Investimentos diluídos ao longo do tempo!

- Em 10 anos: R\$ 10.458.074/ano
- Iniciar nas áreas de baixo custo



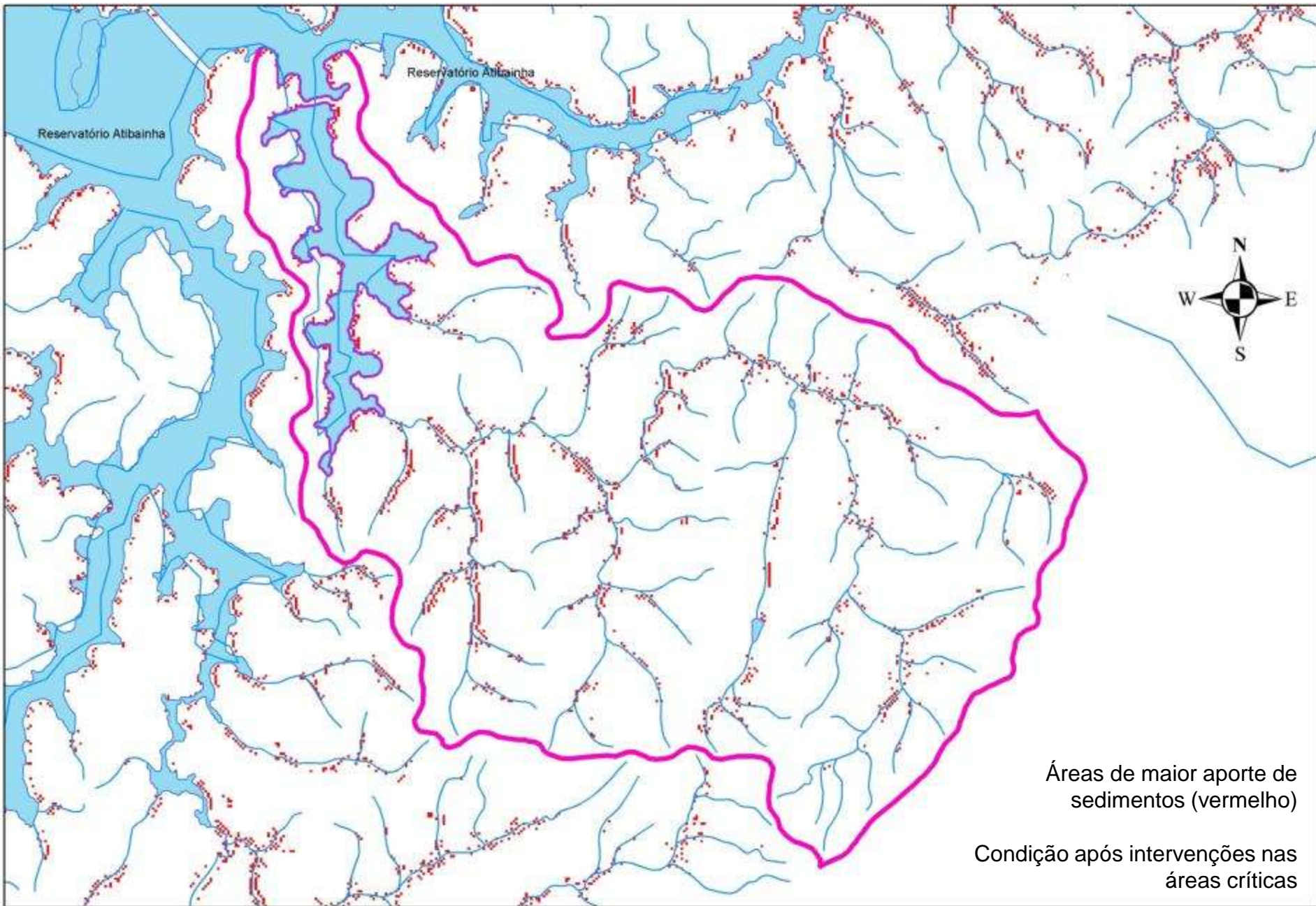


Reservatório Atibainha

Reservatório Atibainha



Áreas de maior aporte de sedimentos (vermelho)
Condição atual



Áreas de maior aporte de sedimentos (vermelho)

Condição após intervenções nas áreas críticas

Custo Evitado de Dragagem

Custo unitário (R\$/m³ dragado) = R\$ 25/m³

1 m³ = 1,5 ton. de sedimentos

(Souza Jr, 2011)

Volume de sedimentos retidos = 281.439

ton/ano = 187.626 m³/ano

Custo Evitado Total = R\$ 4.690.650,00/ano





Custo Evitado de Tratamento (eliminação de turbidez)

Situação atual

Aporte de Sedimentos = 592mil ton/ano > Turbidez* = 44,7

Custo total de tratamento de turbidez= R\$ 57.210.864,25/ano

Situação pós-intervenções

Aporte de Sedimentos = 310 mil ton/ano > Turbidez* = 38,2

Custo total de tratamento de turbidez= R\$ 54.786.869,67/ano

Custo Evitado Total = R\$ 2.423.994,58/ano

* Souza Jr, 2011



Outros Benefícios Naturais

Carbono armazenado (Restauração de 10.000 ha) = 130.000 ton CO₂/ano = R\$ 2.600.000 / ano

Custo de tratamento diminuído por menor aporte de nutrientes = R\$??

Perda de Solo Agrícola evitada = R\$??



Balanço (Investimentos X Benefícios)

Investimento + PSA = R\$
10.500.000/ano por 10
anos

Benefícios = Mais de R\$
9.700.000/ano
INDEFINIDAMENTE

Perda de Solo
Agrícola = R\$?
Tratamento de
Nutrientes = R\$?

Dragagem Evitada =
R\$ R\$ 4.700.000

Turbidez diminuída
= R\$ 2.400.000

Carbono estocado =
R\$ 2.600.000

Investimento + PSA =
R\$ 10.500.000

Investimento Temporário

Benefícios permanentes

