



PHD 2541 – Planejamento Ambiental

Aula 5

Diagnóstico ambiental: temáticas
em planejamento ambiental

Agenda da aula:

Temáticas usuais em planejamento ambiental

1. Meio biótico em planejamento ambiental
2. Meio antrópico em planejamento ambiental



***Como aumentar o nível de
compreensão e o interesse público
para a conservação da
biodiversidade?***



Abordagem do meio biótico e antrópico por serviços ecossistêmicos

O que são os serviços ecossistêmicos



Abordagem do meio biótico e antrópico por serviços ecossistêmicos

Pagamento por serviços ecossistêmicos: exemplos brasileiros

- Projeto produtor de água Extrema – vídeo.

Abordagem do meio biótico e antrópico por serviços ecossistêmicos

Pagamento por serviços ecossistêmicos: exemplos brasileiros

- Projeto produtor de água Extrema;
- Oscip Amanhagua: Projeto Funbio – recuperação de áreas degradadas de mata atlântica (região de Baependi, MG)

OBJETIVO GERAL

- Assegurar a continuidade do processo de restauração florestal das áreas incluídas mediante práticas de manutenção para controle de espécies invasoras e fogo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A1 – Fortalecer a implantação dos **corredores de biodiversidade** entre os fragmentos florestais de Mata Atlântica remanescentes nas áreas participantes;

A2 – Estimular a **produção de mudas nativas** pelos Viveiros Familiares;

A3 – Cadastrar as áreas participantes no **Programa Bolsa Verde**. <http://amanhagua.org/projetos-funbio/>

serviços ecossistêmicos

○ Origem: o problema

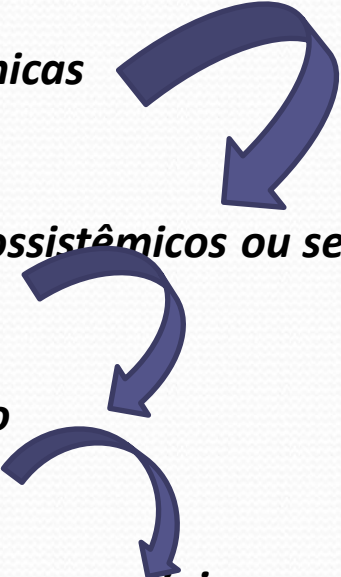
- Ecossistemas têm declinado muito rapidamente nos últimos 50 anos numa velocidade nunca vista na história da humanidade
- Crescimento populacional, expansão econômica, mudanças climáticas
- Afeta nossa existência e a economia

○ Organização e expansão do tema

- final da década de 1970
- a partir dos 90 disseminação do tema na literatura...
- Costanza et al. 1997
- de Groot et al. 2002
- Outros....
- Millennium Ecosystem Assessment (Avaliação Ecológica do Milênio – 2005)

de 1980-1990: agenda política e o debate sobre desenvolvimento sustentável

- *Princípios ecológicos devem fazer parte do planejamento econômico e decisões políticas para encontrar o ponto de equilíbrio entre Homem e Natureza...*
- **Funções ecossistêmicas é o conceito “unificador” entre economistas e conservacionistas...**

- *funções ecossistêmicas*
 - *bens e serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais (ou) Valores ecossistêmicos*
 - *bem-estar humano*
 - *benefícios ecológicos e sociais*
- 
- ```
graph TD; A[funções ecossistêmicas] --> B[bens e serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais (ou) Valores ecossistêmicos]; B --> C[bem-estar humano]; C --> D[benefícios ecológicos e sociais];
```



**Avaliar as funções ecossistêmicas como uma  
ferramenta de planejamento, gestão e  
tomada de decisão.**

# serviços ecossistêmicos

- Costanza et al. 1997 (Nature, vol. 387, p.253-260)
  - “The value of the world’s ecosystem services and natural capital”
  - serviços ecossistêmicos não são totalmente “capturados” nos mercados comerciais e adequadamente quantificados em comparação aos serviços econômicos e o capital manufaturado
  - Valor econômico de 17 serviços ecossistêmicos para 16 biomas (estudos publicados e alguns cálculos originais)
  - biosfera: U\$16-54 trilhões por ano (média U\$33 trilhões por ano) x PIB global: U\$18 trilhões por ano
  - “como as mudanças na quantidade e qualidade dos vários tipos de capital natural e serviços ecossistêmicos podem ter impacto no bem estar humano?”
- de Groot et al. 1997 (Ecological Economics, vol. 41, p.393-408)
  - *framework* para uma ampla avaliação das funções, bens e serviços providos pelos ecossistemas.
  - importante para análises custo-benefício mais integradas e para apoiar a tomada de decisão sustentável quanto ao uso e conservação de ecossistemas naturais e seus muitos bens e serviços.

# serviços ecossistêmicos

- **inserção na agenda política mundial**

- Millennium Ecosystem Assessment (Avaliação Ecológica do Milênio – 2005)

- programa de trabalho internacional (1300 autores, 95 países só na avaliação global)
- Informações científicas para tomadores de decisão e do público acerca sobre os impactos sobre os ecossistemas ao bem-estar humano e as opções de respostas a essas mudanças
- 2001-2005 – ONU Kofi Annan
- Melhor gestão dos ecossistemas, redução de pobreza, desenvolvimento sustentável

## **serviços ecossistêmicos**

*Processos do ecossistema que suportam (direta ou indiretamente) a qualidade de vida humana.*  
(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

*Bens e serviços que representam os benefícios para populações humanas e que derivam, **direta ou indiretamente, das funções do ecossistema.***

(Costanza et al. 1997; de Groot et al. 2000; MEA, 2005)

# serviços ecossistêmicos

- Classificação dos serviços ecossistêmicos
- 4 categorias (MEA, 2005):
  - Provisão
  - Regulação
  - Culturais
  - de Suporte

# Serviços ecossistêmicos

## Serviços de provisão

São aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens.

- alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel)
- matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos)
- fibras (madeiras, cordas, têxteis)
- fitofármacos
- recursos genéticos e bioquímicos
- plantas ornamentais
- água

## Serviços reguladores

São os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana.

- purificação do ar
- regulação do clima
- purificação e regulação dos ciclos da água
- controle de enchentes e de erosão
- tratamento de resíduos
- controle de pragas e doenças

## Serviços culturais

Estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais

- inspiração para a cultura, arte e para experiências espirituais
- populações rurais e particularmente as tradicionais, como caiçaras, indígenas, quilombolas e caboclos, têm sua cultura, crenças e modo de vida associados aos serviços culturais de ecossistemas nativos

## Serviços de suporte

São os processos naturais necessários para que os outros serviços existam

- ciclagem de nutrientes
- produção primária
- formação de solos
- polinização
- dispersão de sementes

# Categorias de serviços ecossistêmicos

- **Uso direto**

- **Serviços de provisão**

- Alimentos (frutos, pasto, culturas agrícolas)
    - Fibras (roupas)
    - Madeira (lenha, móveis)

- **Serviços culturais**

- Valores estéticos
    - Valores religiosos e espirituais
    - Lazer

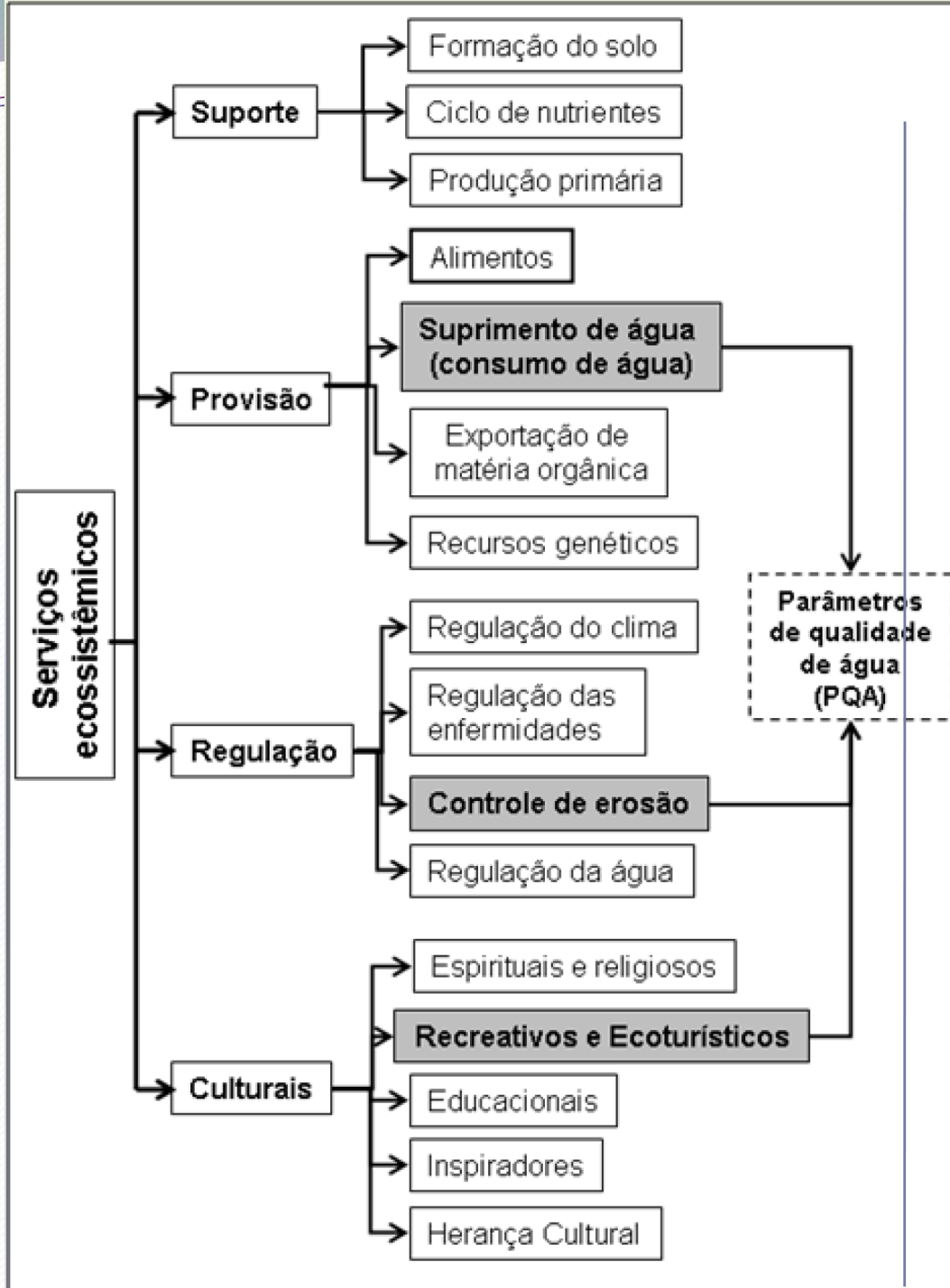
- **Uso indireto**

- **Serviços de regulação ambiental**

- Qualidade do ar
    - Regulação do clima
    - Polinização
    - Controle de pragas

- **Serviços de suporte**

- Ciclagem de nutrientes (microrganismos do solo)
    - Formação de solo (intemperismo, microrganismos do solo)



| Críticas ao conceito de SE                                               | Contra-argumentos                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| antropocêntrico                                                          | vai além de valores instrumentais, é pedagógico, conduzindo o interesse dos atores pela conservação da biodiversidade |
| promove uma relação de exploração homem- natureza                        | reconecta a sociedade com os ecossistemas                                                                             |
| conflito com os objetivos de conservação da biodiversidade               | complementaridade                                                                                                     |
| foco em avaliação econômica                                              | inclui muitos outros tipos de valores                                                                                 |
| promove a mercantilização da natureza, como produto potencial de mercado | a maioria dos serviços dos ecossistemas não estão ligados a instrumentos de mercado                                   |
| imprecisão de definições e classificações                                | indefinição melhora a colaboração transdisciplinar                                                                    |
| todos os resultados dos processos ecossistêmicos são desejáveis          | Basta reconhecer a natureza do caráter normativo do conceito                                                          |
| Falta ética: simples regulação para uma economia de auto-interesse       | Obrigação ética, sentimento moral                                                                                     |

| Serviços Ecossistêmicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | referências                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| SE são condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantém a vida humana                                                                                                                                                                                                                   | Daily 1997                               |
| SE são os benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas                                                                                                                                                                                                                                          | Costanza et al., 1997                    |
| SE resultam das funções ecossistêmicas que, direta ou indiretamente, contribuem para o bem-estar social. Há um estoque limitado de capital natural capaz de sustentar um fluxo limitado de SE (crescimento econômico x sustentabilidade ambiental)                                                                                                       | Constanza e Daly 1992; USEPA 2006 e 2008 |
| SE são processos naturais garantem a sobrevivência das espécies no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas                                                                                                                                                                                              | De Groot et al. 2002                     |
| SE pode se visto como uma unidade prestadora de serviço                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Luck et al.2003                          |
| SE são produtos de funções ecológicas ou processos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano, ou têm potencial para fazê-lo no futuro, ou, como os benefícios da natureza para famílias, comunidades e economias.. Eles representam os processos ecológicos e os recursos expressos em termos de bens e serviços que eles fornecem. | Daily e Farley, 2004                     |

# Esquema para inserção de serviços ecossistêmicos em planejamento

## Serviços dos Ecossistemas

### Serviços de Suporte

- Formação do solo
- Ciclagem de nutriente
- Produção primária
- ...

### Provisão

- Alimentos
- Água potável
- Combustível
- Fibras, Madeira
- ...

### Regulação

- Reg. Clima
- Reg. Enfermidades
- Reg. Água
- Purificação da água

### Cultural

- Espirituais e religiosos
- Estéticos
- Recreativos e ecoturísticos
- Herança cultural

Vida na Terra - Biodiversidade

## Constituintes do Bem-estar

### Segurança

- Segurança pessoal
- Acesso seguro aos recursos
- Redução de vulnerabilidade a desastres

### Bens materiais básicos para uma boa vida

- Meios de subsistência suficientes
- Alimentos nutritivos
- Abrigo
- Acesso a bens

### Saúde

- Acesso ao ar e água puros
- Possibilidade de estar livre de enfermidades evitáveis
- Acesso a energia para regulação de temperatura

### Boas relações sociais

- Oportunidade de expressar valores estéticos e recreativos
- Oportunidade de expressar valores culturais e espirituais
- ....

**Liberdade de escolha e Opções**

Source: Millennium Ecosystem Assessment

**Cor das setas:** medida potencial por fatores socioeconômicos

**Largura das setas:** intensidade das ligações entre serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano

|       |       |
|-------|-------|
| Alto  | Forte |
| Médio | Médio |
| Baixo | Fraco |

**Serviços de Suporte:** Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos (**São Processos e funções:** Haines-Young and Potschin, 2009)

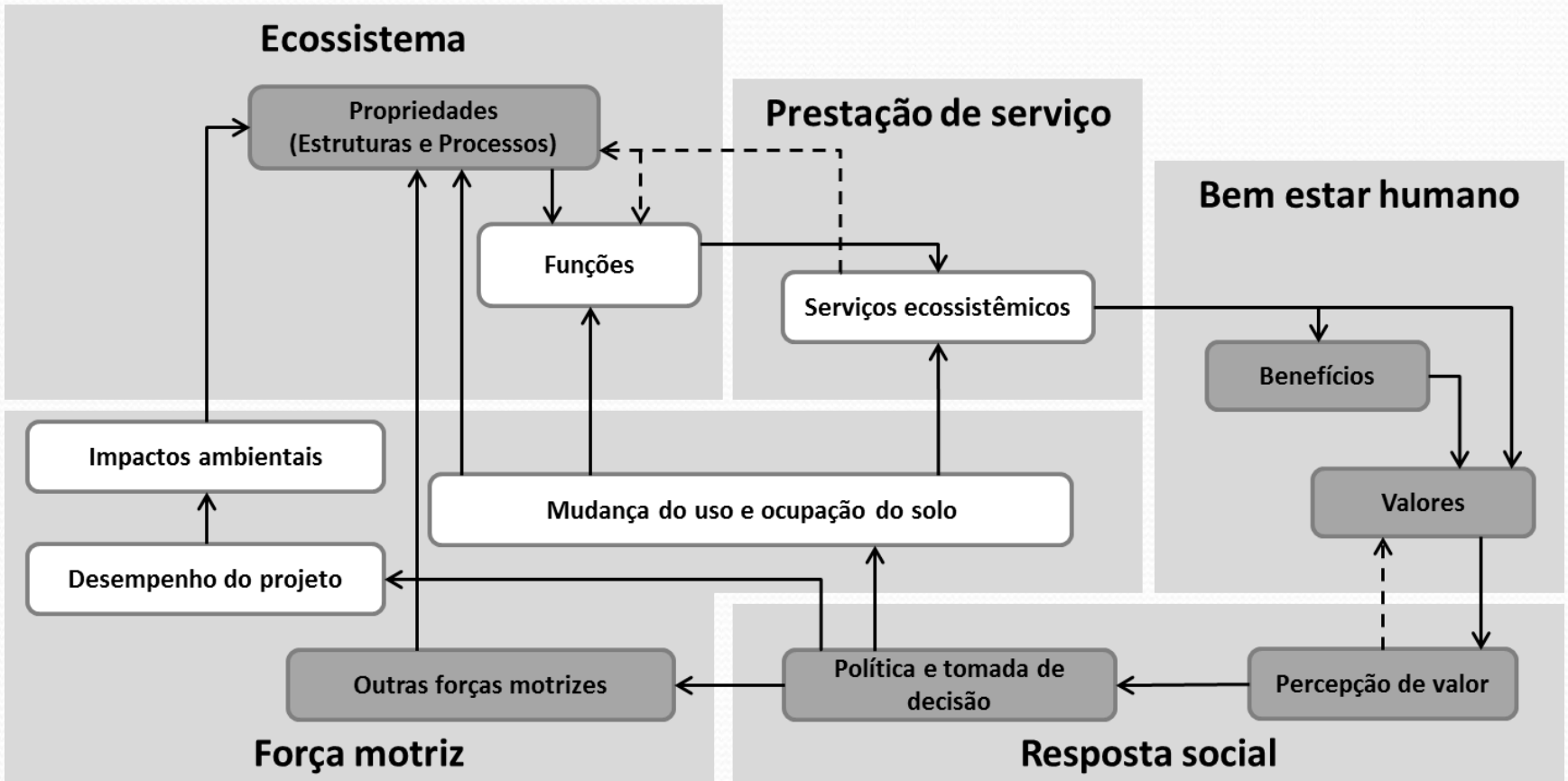
**Serviços de Provisão:** Produtos obtidos dos ecossistemas

**Serviços de Regulação:** Benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos

**Serviços Culturais:** Benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas

Santos, 2014

# Esquema para inserção de serviços ecossistêmicos em planejamento



Fonte: baseado e modificado de Van Oudenhoven et al. (2012)

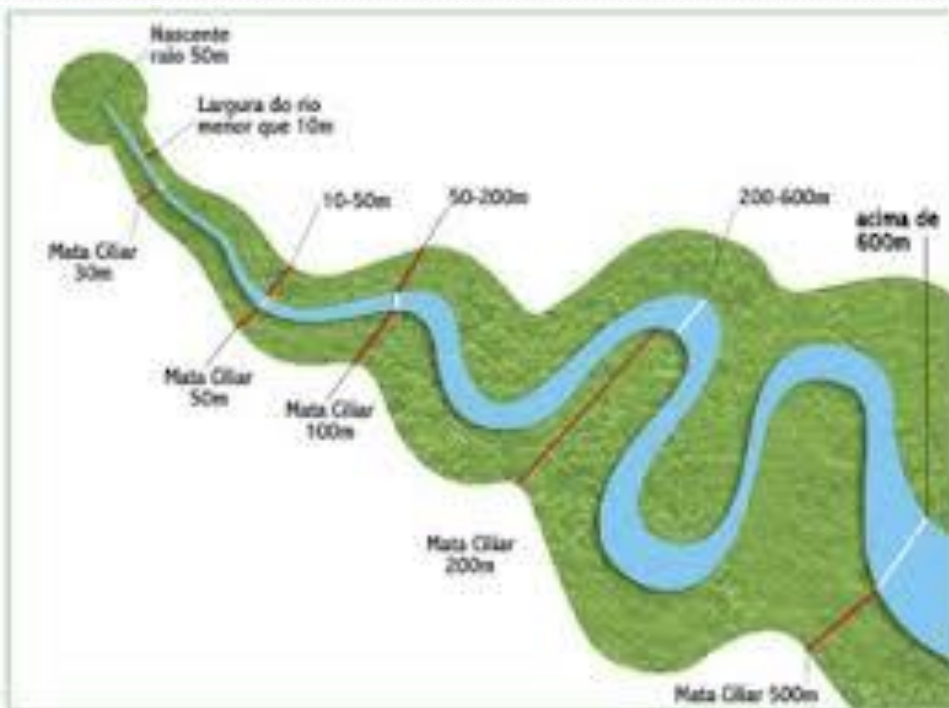
# Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais:

- **serviços ambientais:** os benefícios gerados estão associados a ações de manejo do homem nos sistemas naturais ou agroecossistemas
- **serviços ecossistêmicos:** refletem os benefícios, diretos e indiretos, providos pelo funcionamento dos ecossistemas, sem a interferência humana

# Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais:

- **serviços ambientais:** é uma subcategoria de serviços ecossistêmicos, pois lida exclusivamente com os benefícios humanos derivados dos ecossistemas naturais (Peixoto, 2011).
- **serviços ambientais:** tem que ser resultado direto da atitude ou intervenção humana; atividades humanas que contribuem para manter ou aumentar a provisão dos benefícios (Chomitz, 1999)

# ● Serviços ecossistêmicos mata ciliar



# Serviços ecossistêmicos mata ciliar (Constanza et al. 1997)

| Serviços ecossistêmicos | Funções Ecossistêmicas                                                                            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Controle de distúrbios  | Atenuar flutuações ambientais                                                                     |
| Controle da água        | Controle dos fluxos hidrológicos                                                                  |
| Controle de erosão      | Retenção do solo em um ecossistema                                                                |
| Solo                    | Processo de formação de solo                                                                      |
| Ciclagem de nutrientes  | Armazenamento de matéria orgânica, ciclagem interna, processamento e captação de nutrientes.      |
| Controle biológico      | Controle da dinâmica trófica das populações                                                       |
| Produção de alimento    | Produção primária de alimentos                                                                    |
| Matéria prima           | Produção primária extraída como matéria prima                                                     |
| Recursos genéticos      | Fonte de materiais biológicos e produtos                                                          |
| Recreação               | Funções que fornecem oportunidade para atividades recreativas                                     |
| Cultural                | Oportunidades para usos não comerciais                                                            |
| Controle do clima       | Regulação da temperatura e processos climáticos locais                                            |
| Fornecimento de água    | Armazenamento e retenção de água; controle de fluxos hidrológicos, retenção de processos erosivos |

# ● Serviços ambientais mata ciliar

○ **serviços ambientais** – aqueles prestados pelos diversos agentes econômicos para conservação e/ou recuperação dos recursos naturais:

- recomposição e manutenção da mata ciliar com espécies adequadas e endógenas
- reconstrução de terraços aluvionares
- recuperação de áreas degradadas



# serviços ecossistêmicos

- Federal

- Projetos de Lei em tramitação

- **PL 792/2007**: institui a política nacional de serviços ambientais e o programa federal de pagamento por serviços ambientais (transferência de recursos, monetários ou não, para quem ajuda a produzir ou conservar esses serviços)

- **PLS 309/10**: Política Nacional de Bens e Serviços Ambientais e Ecossistêmicos (PNBASAE)

## ● Cadeias produtivas

- ✓ Mundo: mercado de Bens e Serviços Ambientais no Mundo cresceu 14 % entre 1996-2000 (US\$ 453 para 518 bilhões), em 2009 – US\$ 772 bilhões.
- ✓ Destaques : mercado de equipamentos (produtos químicos e tratamento de água), de serviços (gestão de resíduos) e recursos (rede de abastecimento de água e energias limpas).
- ✓ Na América Latina: US\$ 29 bilhões, Brasil - 47% disso.
- ✓ estudo realizado no ES: participação dos bens e serviços ambientais de US\$ 1,2 bilhões (cerca de 2% do PIB) (HASNER et al, 2010).
- ✓ No Brasil, a participação econômica dos bens e serviços ambientais é pequena (2% do mercado global - US\$16 bilhões/ano – PLS 309/2010).
- ✓ No Brasil, a Floresta Amazônia pode gerar estimados US\$ 4 trilhões/ano em Bens e Serviços Ambientais, mas hoje somente existem casos isolados de Pagamentos por Serviços Ambientais dos ecossistemas

# serviços ecossistêmicos

- Cadeias produtivas

- Serviços ecossistêmicos são afetados pelas cadeias produtivas

- Cadeias produtivas vêm buscando analisar os impactos que causam nos serviços ecossistêmicos, também para aumentar a competitividade

- Cadeias produtivas: degradação de ecossistemas e negócios – temas mutuamente dependentes

- Serviços ecossistêmicos são afetados pelas cadeias produtivas e as cadeias produtivas dependem dos mesmos para fornecer os seus serviços!

- Serviços ecossistêmicos fornecem riscos e oportunidades para companhias!

# serviços ecossistêmicos

- Tipos de riscos e oportunidades incluem:

- **Operacionais:**

- **Riscos:** Alto custo da água potável pela escassez; baixa capacidade de produção de hidroelétricas (pelo assoreamento de reservatórios), inundações em áreas costeiras
    - **Oportunidades:** eficiência do uso da água, novas tecnologias para tratamento de água

- **Regulatórios e legais:**

- **Riscos:** novas regulações do governo em função, por exemplo, de demandas de comunidades locais que perdem serviços ecossistêmicos devido a atividades econômicas
    - **Oportunidades:** engajamento com governos locais para desenvolvimento de políticas e incentivos de proteção de ecossistemas que provêm serviços que a empresa utiliza

# serviços ecossistêmicos

- Tipos de riscos e oportunidades incluem:

- **Reputacionais:**

- **Riscos:** companhias serem acusadas por ONGs sobre o uso de materiais provenientes de florestas sensíveis ou bancos sofrerem protestos similares por apoiar projetos que degradam os ecossistemas
    - **Oportunidades:** implementar e comunicar as operações sustentáveis que a empresa pratica, diferenciando a empresa

- **Mercados e produtos:**

- **Riscos:** consumidores migrando para outros fornecedores que oferecem produtos com menos impactos ambientais agregados e implantação de políticas sustentáveis de governo
    - **Oportunidades:** lançamento de novos produtos e serviços que reduzam os impactos dos consumidores nos ecossistemas; participação em mercados de sequestro de carbono e proteção de recursos hídricos

# serviços ecossistêmicos

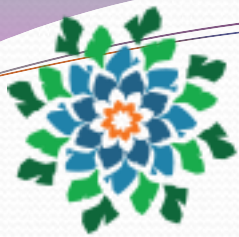
- Tipos de riscos e oportunidades incluem:

- **Finaciamento:**

- **Riscos:** bancos implementarem requerimentos mais rigorosos para liberação de recursos a empresas que pressionam serviços ecossistêmicos
    - **Oportunidades:** bancos oferecerem empréstimos mais facilitados ou investimentos dominando companhias de fornecimento de produtos e serviços que melhore a eficiência do uso de recursos ou restaure a degradação de ecossistemas

- **Tem que conhecer e inserir SE no planejamento e nas cadeias produtivas**

- Não pensar só nos impactos causados, mas na dependência desses serviços ecossistêmicos
  - Não focar só nos riscos associados, mas nas oportunidades.



**TeSE**  
INICIATIVA GVCES



Centro de Estudos em  
Sustentabilidade da EAESP

## Iniciativa Tendências em Serviços Ecosistêmicos (TeSE)

### Objetivo

Desenvolver estratégias e ferramentas destinadas à gestão empresarial de impactos, dependências, riscos e oportunidades relacionados a serviços ecossistêmicos

### Por que participar?

Participando desta iniciativa, a empresa aprimorará a sua capacidade de:

- **Compreender e avaliar** suas **externalidades socioambientais**;
- **Incorporar** suas **dependências e impactos de serviços ecossistêmicos nas decisões de negócios**;
- **Desenvolver estratégias para reduzir riscos e explorar**;
- **oportunidades** relacionadas a serviços ecossistêmicos;
- Tornar mais tangível a **importância da biodiversidade para seus negócios**;
- Levar **boas práticas** para seus negócios a partir da **troca de experiências com outras empresas**.

# serviços ecossistêmicos

## ● Planejamento dos recursos naturais

- ✓ Pagamento por serviços ambientais como mecanismos para a planejamento de recursos naturais
- ✓ Reforçar mecanismos de comando e controle para assegurar a conservação ambiental em áreas com baixa governança
- ✓ Costa Rica foi um dos primeiros países a implementar esquema de Pagamentos por Serviços Ambientais para conservação de florestas (exemplo clássico de serviço cultural)

Fonte: perspectivas para a Amazônia Legal: MMA (2009)

# Serviços ecossistêmicos, visão diferentes....

- Conscientização sobre os múltiplos benefícios gerados à humanidade por ecossistemas saudáveis
  - Não se preocupa em quantificar e valorar os serviços ambientais
  - Interpretação do conceito é ampla
- Relação entre funções do ecossistema a atividades sociais ou a estimativa do custo de reposição de serviços ambientais perdidos
  - Se preocupa em quantificar e valorar os serviços ambientais (ex.: polinização)
- Pontos específicos relacionados à contabilidade e tomada de decisão
  - Se preocupa em valorar aspectos específicos de interesse relacionado ao **serviço ambiental** de interesse

Patterson e Coelho (2009)

# Portanto, para serviço ambiental ....

- Definir
  - Serviço ambiental de interesse
  - Enfoque de interesse
  - Problema que motivou o projeto
  - Objetivos a atingir com o projeto
- Daí construir sua definição para o serviço ambiental de interesse.
  - Definição **ampla**
    - Incluindo diversas categorias de serviços ambientais (ex.: planos de conservação de áreas silvestres: Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs, Parques)
  - Definição **mais específica**
    - Considera serviços ambientais específicos, deixando outros de fora da análise (ex.: projetos de sequestro de carbono ou de redução de emissões GEE).

## ● Elementos para pagamento de serviços ambientais

- Provedor: aquele que conserva os ecossistemas e é recompensado por um trabalho que gera benefícios à coletividade (local ou global) – ação voluntária de conservação dentre outras opções de uso;
- Comprador: responsável pela demanda ou por investimentos em serviços ambientais – pessoa física ou jurídica que queira pagar, ONG, empresa privada, governo e cidadãos;
- Valoração: determinação do valor para o trabalho da natureza.
  - **Uso direto: produção de madeira , beleza cênica**
  - **Uso indireto: regulação do clima, manutenção do ciclo hidrológico**
  - **Não uso: preservação de espécies ameaçadas**

# Pagamentos de serviços ambientais

- **Modalidades de Remuneração**

- Mercado de Carbono: realização de transações de créditos de carbono em mercados regulamentados pelo Protocolo de Quioto e mercados voluntários;
- ICMS ecológico: municípios recebem parte dos recursos financeiros arrecadados do ICMS com base em critérios ambientais;
- REED: definição do valor financeiro retido nas florestas e aplicação de incentivos para que países em desenvolvimento possam adotar medidas de redução de gases estufa;
- Projetos de proteção de recursos hídricos: modalidade de serviços ambientais que envolve proteção de bacias hidrográficas responsáveis pelo abastecimento público de cidades e hidroelétricas.

# Pagamentos de serviços ambientais

- PL 792/2007

- Programa Federal de PSA

- Subprograma floresta
    - Subprograma RPPN (Reservas Particulares do Patrimônio Natural);
    - Subprograma Água

# Meios de manter e compensar Serviços Ambientais

- 1) Legislação ambiental
  - Criação de UCs
- 2) Incentivos econômicos
  - ICMS ecológico
- 3) Mecanismos de mercado
  - Pagamento por serviços ambientais
    - Evitar a conversão de uso do solo (paga pela área mantida)
    - Evita o impacto negativo (paga pelo serviço específico, ex: carbono estocado)
    - Valor agregado a produtos (ex: certificação)
  - Mercado de Carbono/GEE
    - MDL
    - REDD
- 4) Aumento da conscientização ambiental
  - Aumenta a demanda por produtos verdes.

# ICMS ecológico – lógica

- ICMS: gov. estadual cobra sobre a movimentação
  - mercadorias
  - **serviços** (transporte, comunicação e energia elétrica).
- Cota parte – 25% do total arrecadado ICMS
  - Vai para os municípios
  - recompensa parcialmente o retorno dos recursos de atividades econômicas em seu território.
  - **Quem produz (produtos indústria, agropecuária, etc) mais recebe mais**
- ICMS-E: proteção ambiental entra como **SERVIÇO** e é incluído na conta da cota-parte aos municípios (recompensa)

(de Oliveira, 2003)

# ICMS ecológico – Paraná

- 5% ICMS segue o critério ambiental:
  - Qualidade de gestão de UCs
  - Proteção de mananciais que abasteçam municípios vizinhos
- Recompensa os municípios
  - O não uso de área para agricultura (UC)
  - Paga-se o **serviço ambiental destas áreas.**
  - Municípios não industrializados e com UCs aumentaram receitas

(de Oliveira, 2003)

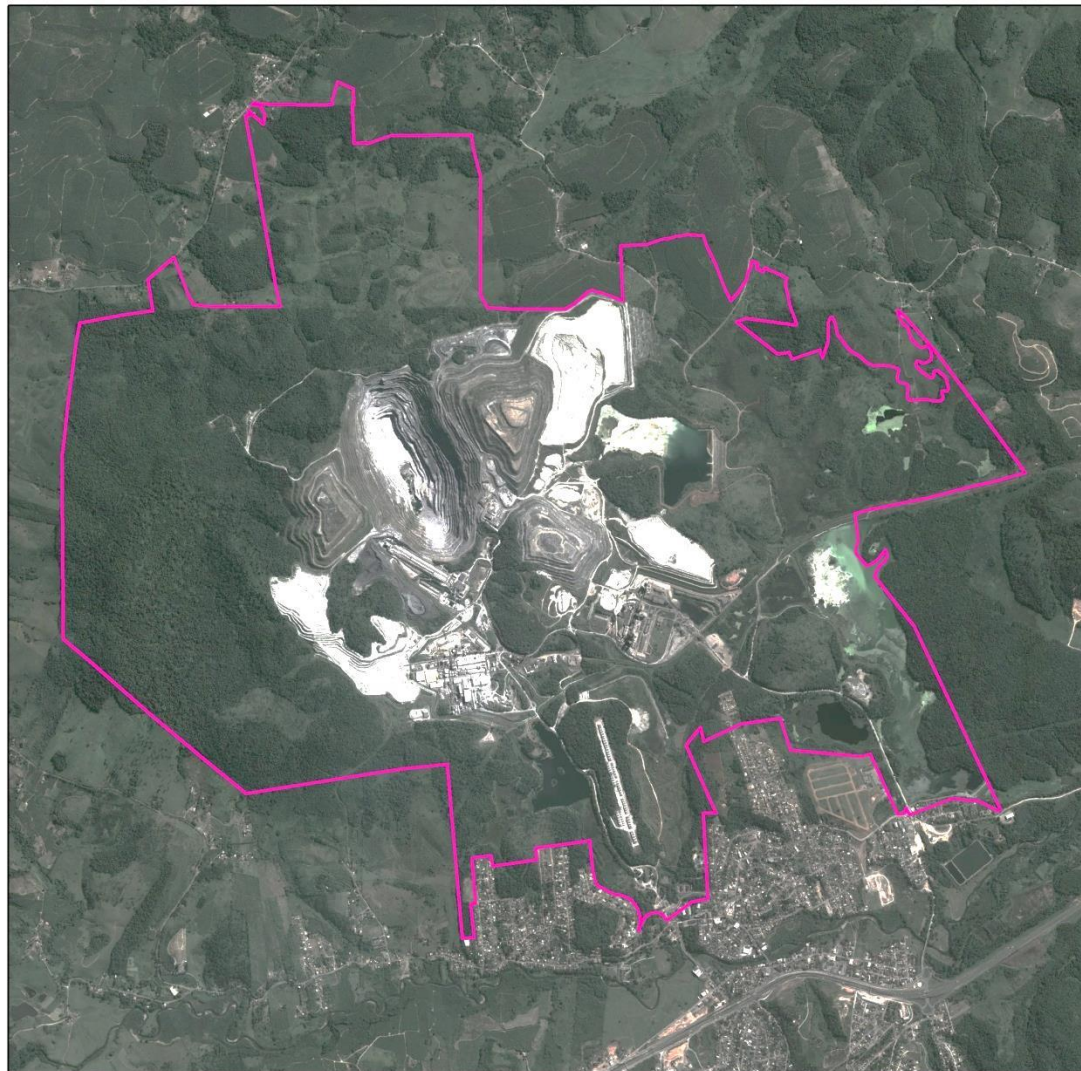


## Exercício

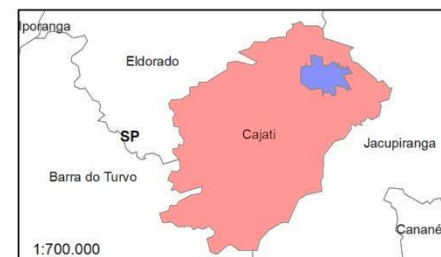
**Serviços ecossistêmicos e planejamento  
de recuperação de área degradada por  
atividade minerária: um estudo de caso  
no Vale do Ribeira, SP**

# Área de estudo:

Complexo Mineraloquímico da Vale Fertilizantes – Unidade Cajati (SP)



## Localização da Área de Estudo



## Legenda

 Complexo Mineraloquímico da Vale Fertilizantes - Unidade Cajati

Fonte dos dados:

- Google Earth Pro (versão 6.0) - imagem de 05.03.2013
- Limite da propriedade disponibilizada pela Vale - Cajati



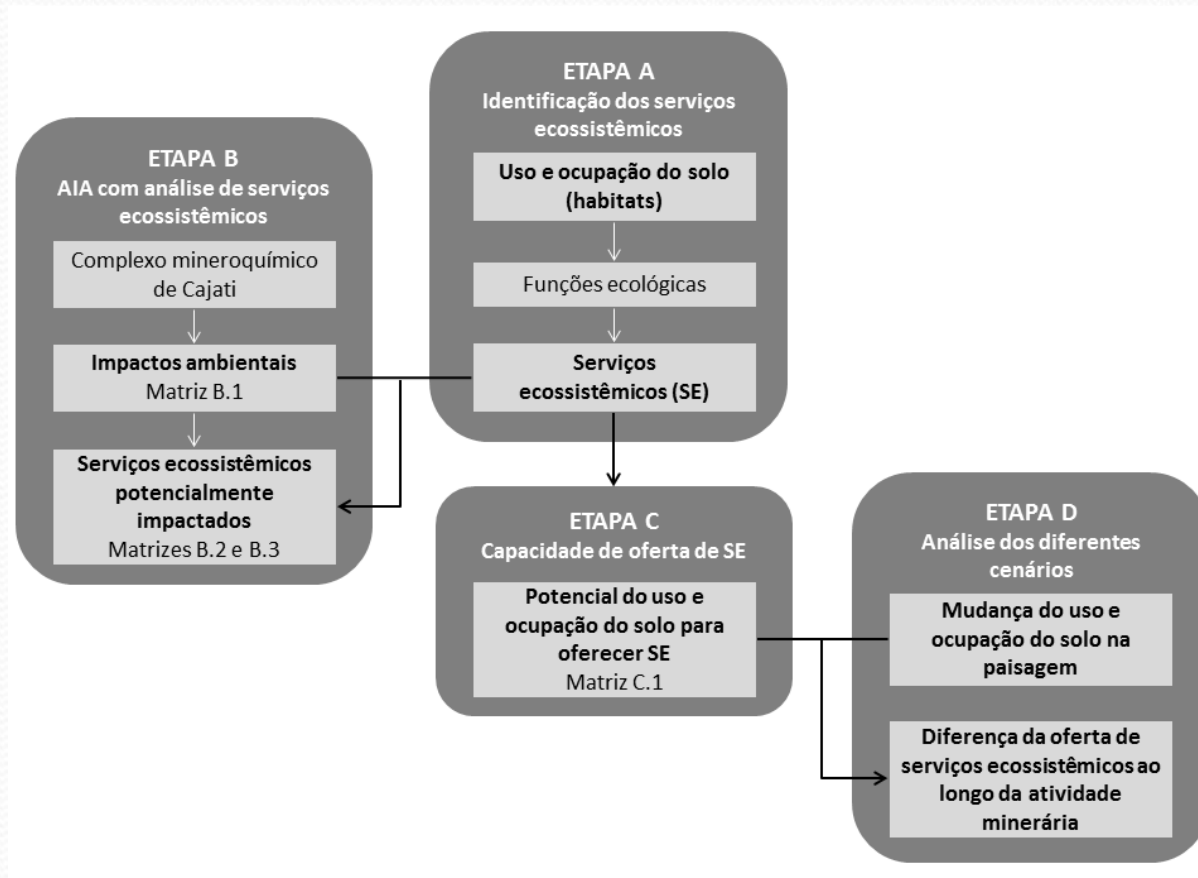
0 225 450 900 1.350 1.800 m  
1:35.000

Longo, 2014

# Hipóteses e Objetivos

- Quais impactos decorrentes da mineração mais interferem na oferta local de serviços ecossistêmicos?
- Como a mudança de uso e ocupação do solo decorrente da atividade minerária interfere na oferta local de serviços ecossistêmicos?
- **Hipóteses:**
  - (i) a mineração, ao longo de sua atividade, interfere na dinâmica local das funções ecológicas e, portanto, **reduz** a oferta de serviços ecossistêmicos;
  - (ii) a implantação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) **aumenta** a oferta local de serviços ecossistêmicos.

# Metodologia de avaliação



## Modelo de avaliação não monetária

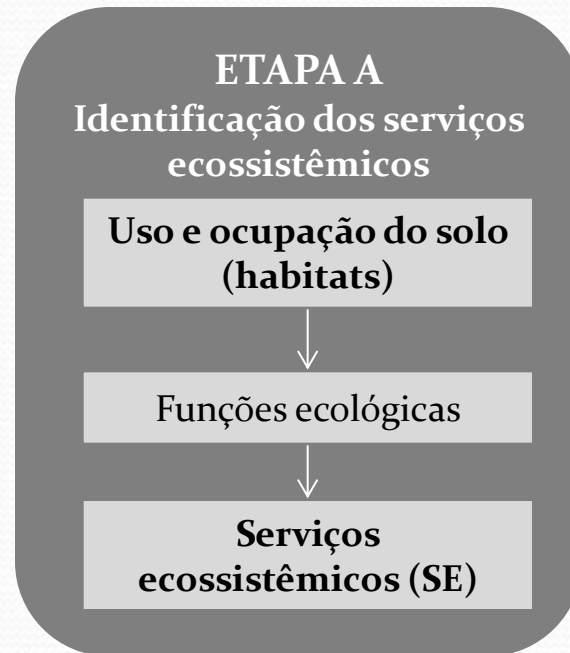
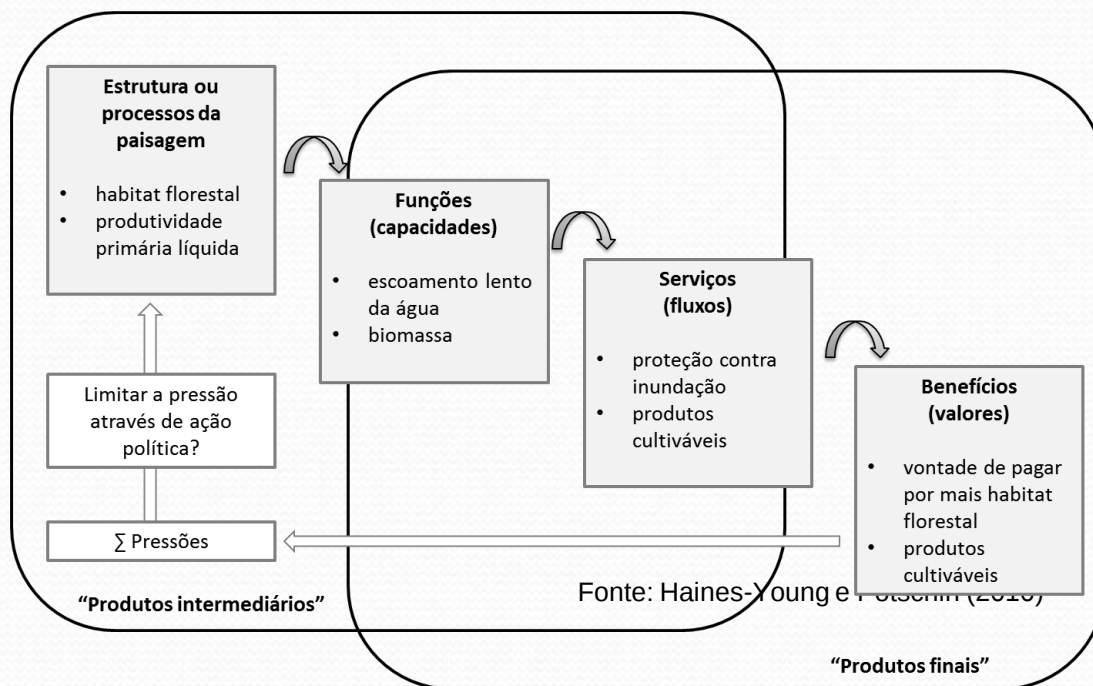
- padrões das atividades humanas ao longo do tempo e do espaço
- capacidade do uso do solo em fornecer serviços ecossistêmicos

# Metodologia de avaliação: ETAPA A

- Serviços em cascata

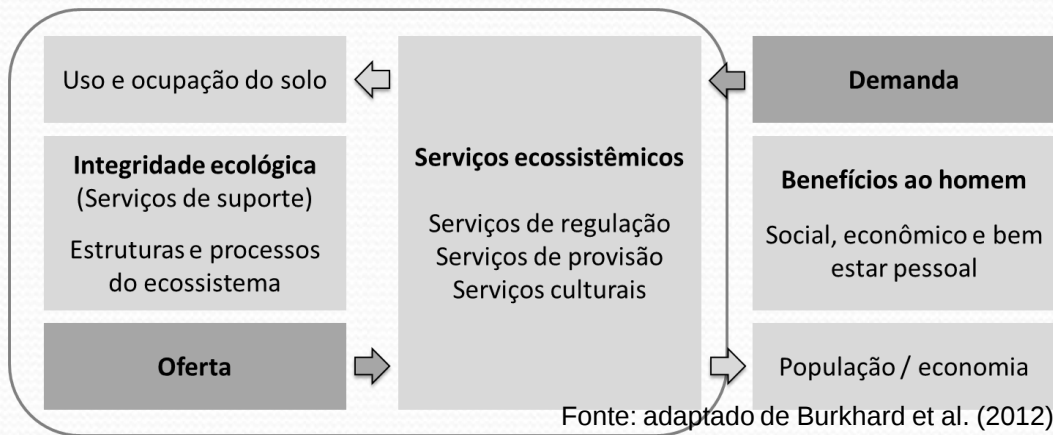
→ Oferta de SE = caminho estruturado

Propriedades ecológicas  
(processos e componentes)



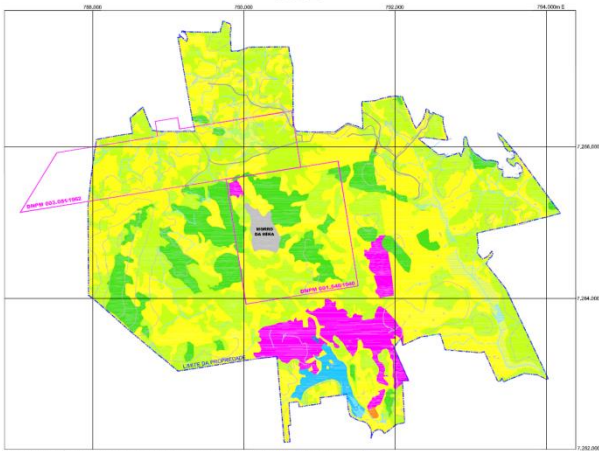
# Metodologia de avaliação: ETAPA A

- Serviços ecossistêmicos potenciais
  - Independente da existência de demanda
  - Escala temporal distinta

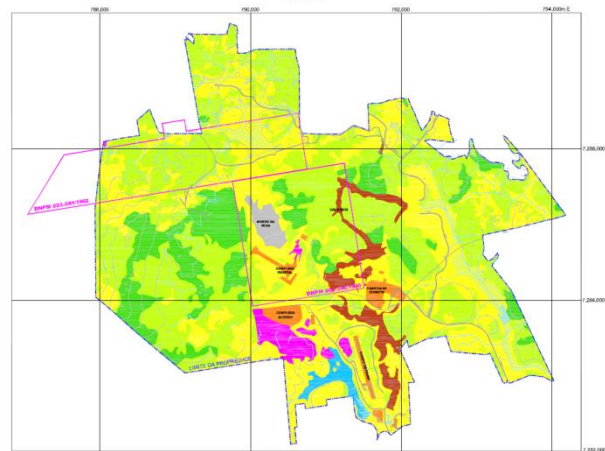


(COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997; De GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; BROWN; BERGSTROM; LOOMIS, 2007; WALLACE, 2007; BENNETT et al., 2010; De GROOT et al., 2010; MAYNARD; JAMES; DAVIDSON, 2010; THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY, 2010; LANDSBERG et al., 2011; LAUTENBACH et al., 2011; BURKHARD et al., 2012; MAES et al., 2012)

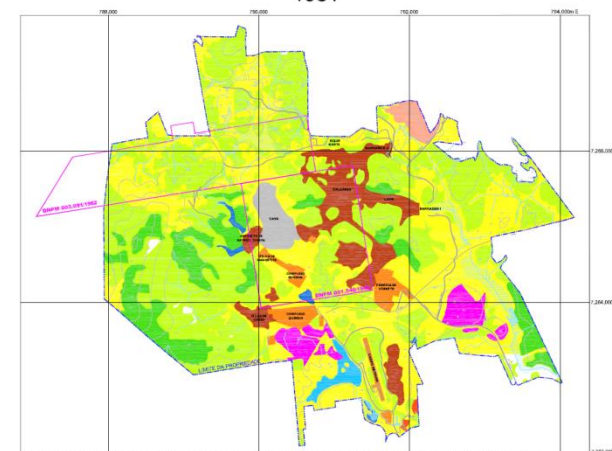
1962



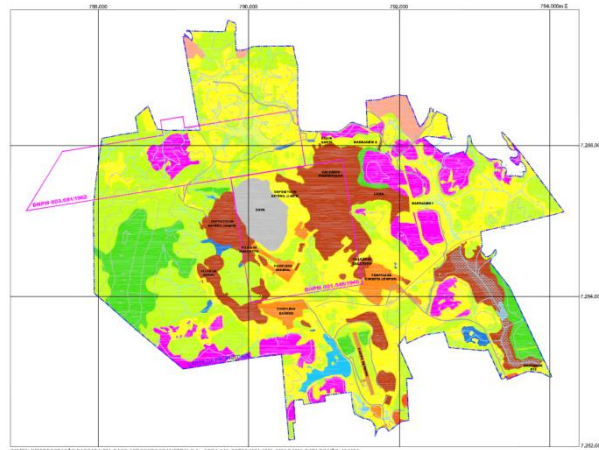
1973



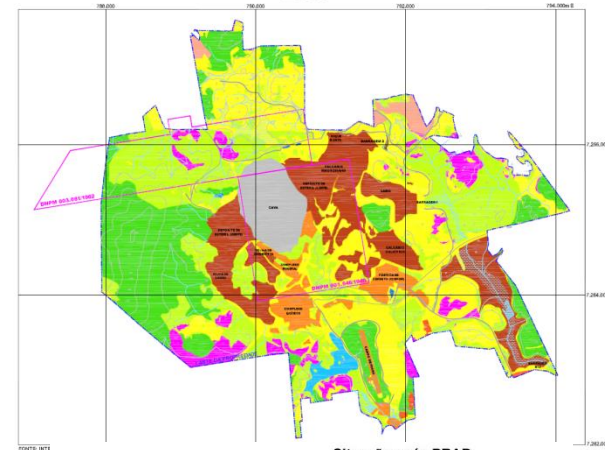
1981



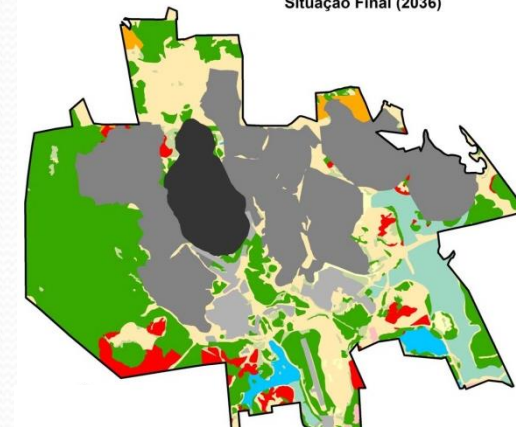
1997



2009



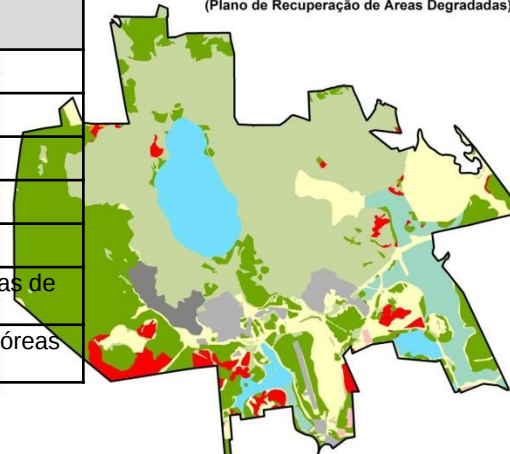
Situação Final (2036)



Classes de uso e ocupação do solo

- Área urbana
- Campo antrópico
- Campo úmido
- Cultura agrícola
- Estrutura de disposição
- Instalação industrial
- Lago
- Reflorestamento
- Vegetação em estágio pioneiro a inicial de regeneração
- Vegetação em estágio médio a avançado de regeneração

| Cenários | Ano  | Situação                                                                               |
|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 1962 | Atividade minerária                                                                    |
| 2        | 1973 | Atividade minerária                                                                    |
| 3        | 1981 | Atividade minerária                                                                    |
| 4        | 1997 | Atividade minerária                                                                    |
| 5        | 2009 | Atividade minerária                                                                    |
| 6        | 2036 | Situação final: máximo de ampliação das áreas de extração e depósito de materiais      |
| 7        | 2040 | Situação após PRAD: plantio de espécies arbóreas e cobertura superficial com herbáceas |

Situação após PRAD  
(Plano de Recuperação de Áreas Degradadas)

Longo, 2014

| IMPACTOS<br>(*) impactos positivos                                      | Significância do impacto | SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS                          |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        |      | Soma | Significância relativa (por impacto) |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|--------------------------------------|
|                                                                         |                          | Suporte                                          |                                                       |                                                    |                                 | Regulação                                |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               | Provisão                          |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             | Cultural                                         |               |                                                 |                                        |      |      |                                      |
|                                                                         |                          | S1 . Manutenção da produtividade natural do solo | S2 . Manutenção da produção primária dos ecossistemas | S3. Manutenção da diversidade biológica e genética | S4. Capacidade de armazenamento | R1. Manutenção de clima global favorável | R2. Manutenção da qualidade do ar | R3. Influência favorável no clima local | R4. Prevenção contra eventos extremos | R5. Manutenção da drenagem, irrigação e precipitação natural | R6. Controle de erosão e estabilização de sedimentos | R7. Manutenção da qualidade da água | R8. Filtro de partículas de pó | R9. Atenuação da poluição sonora | R10. Manutenção da polinização de plantas selvagens e cultivadas | R11. Manutenção da regeneração natural de espécies | R12. Controle de pragas e vetores de doenças | R13. Redução de herbivoria (dano em culturas) | P1. Provisão de água para consumo | P2. Provisão de alimentos silvestres | P3. Provisão de alimentos cultivados | P4. Provisão de recursos genéticos | P5. Provisão de recursos para usos bioquímicos e medicinais | P6. Provisão de recursos como matéria-prima | C1. Informação estética (apreciação da natureza) | C2. Recreação | C3. Valores culturais, espirituais e religiosos | C4. Valores educacionais e científicos |      |      |                                      |
|                                                                         |                          |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        |      |      |                                      |
| Ganho de área de mata nativa*                                           | 7                        | 14                                               | 14                                                    | 14                                                 |                                 | 7                                        | 7                                 | 14                                      | 7                                     | 7                                                            | 14                                                   | 7                                   | 7                              | 7                                | 14                                                               | 7                                                  | 7                                            | 14                                            | 7                                 | 7                                    | 14                                   | 14                                 | 14                                                          | 14                                          | 14                                               | 14            | 7                                               | 7                                      | 14   | 259  | 60,0                                 |
| Perda de área de mata nativa                                            | 6                        | 12                                               | 12                                                    | 12                                                 |                                 | 6                                        | 6                                 | 12                                      | 6                                     | 6                                                            | 12                                                   | 6                                   | 6                              | 6                                | 12                                                               | 6                                                  | 6                                            |                                               | 12                                | 6                                    | 6                                    | 12                                 | 12                                                          | 12                                          | 12                                               | 12            | 6                                               | 6                                      | 12   | 222  | 51,4                                 |
| Alteração do regime hidrológico                                         | 7                        |                                                  | 7                                                     | 14                                                 |                                 |                                          |                                   | 7                                       | 14                                    | 14                                                           |                                                      | 7                                   |                                |                                  |                                                                  | 7                                                  |                                              | 14                                            | 14                                | 14                                   |                                      | 14                                 | 7                                                           | 14                                          | 7                                                |               |                                                 |                                        | 154  | 35,6 |                                      |
| Criação de habitats terrestres*                                         | 7                        |                                                  |                                                       | 14                                                 | 14                              |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                | 7                                | 7                                                                | 7                                                  | 7                                            |                                               | 14                                | 14                                   | 7                                    | 7                                  | 14                                                          | 7                                           | 7                                                | 7             | 7                                               | 14                                     | 147  | 34,0 |                                      |
| Perda de habitats terrestres                                            | 6                        |                                                  |                                                       | 12                                                 | 12                              |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                | 6                                | 6                                                                | 6                                                  | 6                                            |                                               | 12                                | 12                                   | 6                                    | 6                                  | 12                                                          | 6                                           | 6                                                | 6             | 6                                               | 12                                     | 126  | 29,2 |                                      |
| Afugentamento de fauna (incluindo espécies ameaçadas)                   | 7                        |                                                  |                                                       | 14                                                 |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                | 14                               | 7                                                                | 7                                                  | 14                                           |                                               | 7                                 | 7                                    |                                      | 7                                  | 14                                                          | 7                                           | 7                                                | 7             | 14                                              | 119                                    | 27,5 |      |                                      |
| Perda de espécimes de fauna                                             | 7                        |                                                  |                                                       | 14                                                 |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                | 14                               | 7                                                                | 7                                                  | 14                                           |                                               | 7                                 | 7                                    |                                      | 7                                  | 14                                                          | 7                                           | 7                                                | 7             | 14                                              | 119                                    | 27,5 |      |                                      |
| Alterações de uso do solo                                               | 5                        | 10                                               | 10                                                    | 5                                                  | 10                              | 5                                        | 5                                 | 10                                      | 5                                     | 5                                                            | 5                                                    |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              | 5                                             | 5                                 | 5                                    |                                      | 10                                 | 5                                                           | 5                                           | 5                                                | 5             | 5                                               | 5                                      | 115  | 26,6 |                                      |
| Alterações na disponibilidade hídrica                                   | 5                        |                                                  | 5                                                     | 10                                                 |                                 |                                          |                                   | 5                                       | 10                                    | 10                                                           |                                                      | 5                                   |                                |                                  |                                                                  |                                                    | 5                                            |                                               | 10                                | 10                                   | 10                                   |                                    | 10                                                          | 5                                           | 10                                               | 5             |                                                 |                                        | 110  | 25,5 |                                      |
| Alteração da qualidade do solo                                          | 6                        | 12                                               | 12                                                    | 6                                                  |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              | 12                                                   |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               | 12                                | 12                                   |                                      |                                    | 12                                                          |                                             | 6                                                | 6             | 6                                               | 6                                      | 96   | 22,2 |                                      |
| Alteração da morfologia do terreno                                      | 6                        | 6                                                | 6                                                     |                                                    | 12                              |                                          |                                   |                                         | 6                                     | 12                                                           | 6                                                    |                                     | 6                              |                                  |                                                                  |                                                    |                                              | 6                                             |                                   |                                      |                                      | 12                                 | 6                                                           | 6                                           | 6                                                | 6             | 6                                               | 90                                     | 20,8 |      |                                      |
| Alteração da qualidade das águas auferficiais                           | 6                        |                                                  | 12                                                    | 6                                                  |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              | 12                                                   |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    | 6                                            |                                               | 12                                | 6                                    | 6                                    |                                    | 6                                                           | 6                                           | 6                                                | 6             | 6                                               | 90                                     | 20,8 |      |                                      |
| Eutrofização de drenagens                                               | 5                        |                                                  |                                                       | 5                                                  |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              | 10                                                   |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    | 5                                            |                                               | 10                                | 5                                    | 5                                    |                                    | 5                                                           | 5                                           | 5                                                | 5             | 5                                               | 65                                     | 15,0 |      |                                      |
| Perda de habitats aquáticos                                             | 5                        |                                                  |                                                       | 10                                                 |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    | 5                                            |                                               | 10                                | 10                                   |                                      |                                    | 5                                                           | 5                                           | 5                                                | 5             | 10                                              | 65                                     | 15,0 |      |                                      |
| Aceleração de processos erosivos                                        | 4                        | 4                                                | 4                                                     |                                                    | 8                               |                                          |                                   |                                         | 8                                     | 8                                                            | 8                                                    | 4                                   |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              | 4                                             |                                   |                                      |                                      | 4                                  | 4                                                           | 4                                           |                                                  |               |                                                 | 60                                     | 13,9 |      |                                      |
| Alteração da qualidade do ar                                            | 5                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 | 10                                       |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      | 10                                  |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  | 10            | 10                                              | 10                                     | 5    | 55   | 12,7                                 |
| Criação de habitats aquáticos*                                          | 5                        |                                                  |                                                       | 10                                                 | 5                               |                                          |                                   |                                         | 5                                     | 5                                                            |                                                      | 5                                   |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               | 5                                 |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             | 5                                                | 5             | 5                                               | 5                                      | 55   | 12,7 |                                      |
| Alteração do nível e fluxo das águas subterrâneas                       | 5                        |                                                  |                                                       |                                                    | 10                              |                                          |                                   |                                         | 10                                    | 10                                                           |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              | 10                                            |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 40   | 9,3  |                                      |
| Alteração da qualidade das águas subterrâneas                           | 7                        |                                                  | 7                                                     |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              | 14                                                   |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              | 14                                            |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 35   | 8,1  |                                      |
| Redução das reservas de recursos naturais não renováveis                | 8                        |                                                  |                                                       |                                                    | 8                               |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    | 16                                                          |                                             |                                                  | 8             |                                                 | 32                                     | 7,4  |      |                                      |
| Alterações de microclima                                                | 4                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 | 4                                        | 8                                 |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             | 4                                           | 4                                                |               |                                                 | 20                                     | 4,6  |      |                                      |
| Incômodo e desconforto aos vizinhos                                     | 5                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Composição de estoques de materiais passíveis de aproveitamento futuro* | 6                        |                                                  |                                                       |                                                    | 12                              |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             | 5                                                | 10            | 5                                               | 20                                     | 4,6  |      |                                      |
| Redução do nível de renda local                                         | 7                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Conflitos de interesses                                                 | 4                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Danos a propriedades vizinhas                                           | 4                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Deslocamento de pessoas                                                 | 7                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Especulação imobiliária                                                 | 5                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Manutenção da arrecadação tributária*                                   | 6                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Manutenção da nível de renda local*                                     | 6                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Redução da arrecadação tributária                                       | 7                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Risco de acidentes                                                      | 4                        |                                                  |                                                       |                                                    |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      |                                     |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      |                                      |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        | 0    | 0,0  |                                      |
| Soma                                                                    |                          | 58                                               | 89                                                    | 146                                                | 91                              | 18                                       | 32                                | 56                                      | 71                                    | 77                                                           | 45                                                   | 82                                  | 23                             | 19                               | 54                                                               | 53                                                 | 68                                           | 54                                            | 85                                | 133                                  | 115                                  | 39                                 | 39                                                          | 160                                         | 129                                              | 125           | 118                                             | 127                                    |      |      |                                      |
| Significância relativa (por serviços ecossistêmicos)                    |                          | 11,3                                             | 17,4                                                  | 28,5                                               | 17,8                            | 3,5                                      | 6,3                               | 10,9                                    | 13,9                                  | 15,0                                                         | 8,8                                                  | 16,0                                | 4,5                            | 3,7                              | 10,5                                                             | 10,4                                               | 13,3                                         | 10,5                                          | 16,6                              | 26,0                                 | 22,5                                 | 7,6                                | 7,6                                                         | 31,3                                        | 25,2                                             | 24,4          | 23,0                                            | 24,8                                   |      |      |                                      |
| Significância relativa (por categoria de serviços ecossistêmicos)       |                          |                                                  |                                                       | 18,8                                               |                                 |                                          |                                   |                                         |                                       |                                                              |                                                      | 8,8                                 |                                |                                  |                                                                  |                                                    |                                              |                                               |                                   |                                      | 18,6                                 |                                    |                                                             |                                             |                                                  |               |                                                 |                                        |      |      |                                      |