



# Fechando a aula passada...

Serviços ecossistêmicos e planejamento  
ambiental



# Exercício

## Serviços ecossistêmicos e planejamento

# 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

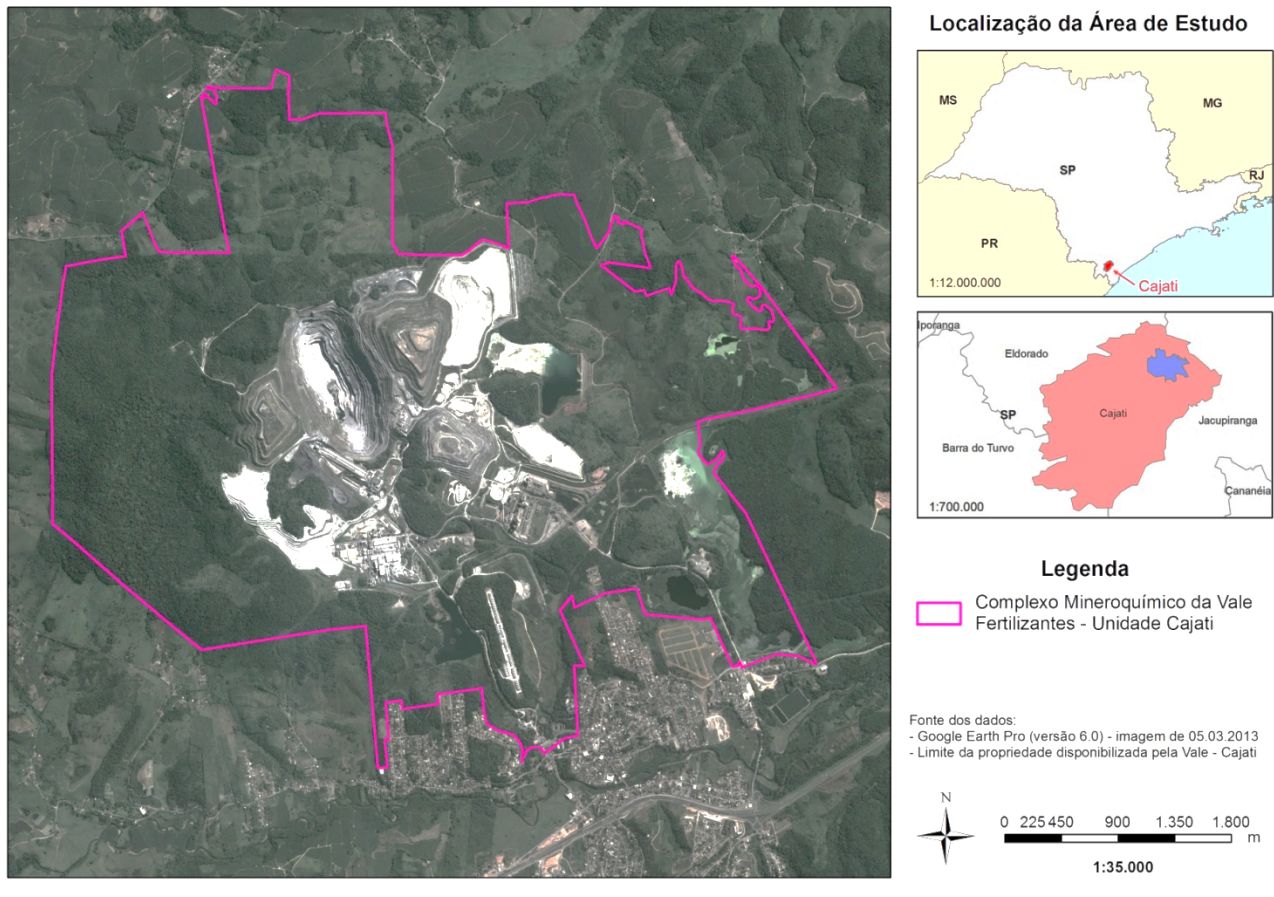
Figure 5: Links between business sectors and ecosystem service values

|                                    | Biodiversity dependent industries<br>(e.g. fishing, agriculture, forestry) |        | Large 'footprint' industries<br>(e.g. mining, oil and gas, construction) |        | Manufacturing & processing<br>(e.g. chemicals, ICT, consumer products) |        | 'Green' enterprises<br>(e.g. organic farming, ecotourism) |        | Financial services<br>(e.g. banking, insurance & other financial intermediaries) |        |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Key Ecosystem Services             | DEPEND                                                                     | IMPACT | DEPEND                                                                   | IMPACT | DEPEND                                                                 | IMPACT | DEPEND                                                    | IMPACT | DEPEND                                                                           | IMPACT |
| <b>Provisioning</b>                |                                                                            |        |                                                                          |        |                                                                        |        |                                                           |        |                                                                                  |        |
| Food                               | ●                                                                          | ●      | ○                                                                        | ●      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| Timber & fibers                    | ●                                                                          | ●      | ●                                                                        | ●      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| Freshwater                         | ●                                                                          | ●      | ●                                                                        | ●      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| Genetic / Pharmaceutical resources | ●                                                                          | ●      | ○                                                                        | ○      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| <b>Regulating</b>                  |                                                                            |        |                                                                          |        |                                                                        |        |                                                           |        |                                                                                  |        |
| Climate & air quality regulation   | ●                                                                          | ●      | ●                                                                        | ●      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| Water regulation & purification    | ●                                                                          | ●      | ●                                                                        | ●      | ●                                                                      | ●      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| Pollination                        | ●                                                                          | ●      | -                                                                        | ○      | ○                                                                      | ○      | ●                                                         | ●      | ●                                                                                | ●      |
| Natural hazard regulation          | ●                                                                          | ●      | ●                                                                        | ○      | ●                                                                      | ○      | ●                                                         | ○      | ●                                                                                | ●      |
| <b>Cultural</b>                    |                                                                            |        |                                                                          |        |                                                                        |        |                                                           |        |                                                                                  |        |
| Recreation & tourism               | ○                                                                          | ●      | -                                                                        | ●      | -                                                                      | ○      | ●                                                         | ●      | ●                                                                                | ●      |
| Aesthetic / non-use values         | ○                                                                          | ●      | -                                                                        | ●      | -                                                                      | ○      | ●                                                         | ●      | ○                                                                                | ●      |
| Spiritual values                   | ○                                                                          | ●      | -                                                                        | ●      | -                                                                      | ○      | ●                                                         | ●      | ○                                                                                | ●      |

● Moderate to Major relevance    ○ Minor relevance    - Not relevant (typically)

Note: "Supporting services" are not included in this table as they are already captured within provisioning, regulating and cultural services.

# Exemplo: recuperação de área degradada por mineração e **serviços ecossistêmicos associados**





**Planejamento – uso futuro?**

**Recuperação de área degradada por mineração e oferta de serviços ecossistêmicos**

**Quais possibilidades há?**

# **Planejamento – uso futuro?**

**Recuperação de área degradada por mineração e oferta de serviços ecossistêmicos**

**Possibilidades:**

- 1 – Revegetação**
- 2 – Revegetação com espécies exóticas**
- 3 – Revegetação para fins de manejo comunitário**
- 4 – Revegetação com sistemas agroflorestais**
- 5 - Revegetação com técnicas de bioengenharia de solos**

# Serviços ecossistêmicos

## Serviços de provisão

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

- alimentos (frutos, raízes)
- matéria-prima para a produção de bens (madeiras, resíduos, óleos)
- fibras (madeiras)
- fitofármacos
- recursos genéticos
- plantas ornamentais
- água

## Serviços reguladores

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

- regulação dos ciclos da água
- controle de enchentes e de erosão
- regulação de pragas e doenças

## Serviços culturais

Exemplos:

- inspiração para a cultura, arte e para experiências espirituais
- populações rurais e particularmente as tradicionais, como caçadoras, 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

Lista Simplificada

# Para o serviço ecossistêmico ....

- Definir ....
  - Enfoque de interesse
  - Problema que motivou o projeto
  - Objetivos a atingir com o projeto
- Identificar o serviço ecossistêmico ofertado para cada contexto.
  - Definição **ampla**
    - Inclui diversas categorias de serviços ecossistêmicos (ex.: planos de conservação de áreas silvestres: Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs, Parques)
  - Definição **mais específica**
    - Considera serviços ecossistêmicos específicos, deixando outros de fora da análise (ex.: projetos de sequestro de carbono ou de redução de emissões GEE).

Patterson e Coelho (2009)

|                                            |                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Técnica de Recuperação de áreas degradadas | Serviço ambiental identificado                                                                                                                                          |
| Revegetação                                | Aumento nos níveis de nutrientes e serapilheira no solo                                                                                                                 |
|                                            | Restauração da produtividade; redução da erosão                                                                                                                         |
|                                            | Aumento da biodiversidade; aceleração do processo de regeneração                                                                                                        |
|                                            | Favorecimento do processo de sucessão ecológica                                                                                                                         |
|                                            | Favorecimento do estabelecimento das mudas no campo;<br>Favorecimento na absorção de nutrientes, água e proteção contra patógenos                                       |
|                                            | Restabelecimento do estoque de carbono no solo;<br>sequestro de carbono;<br>melhoria na qualidade da água                                                               |
|                                            | Favorecimento da recomposição da biodiversidade; atração de fauna dispersora; favorecimento do processo de sucessão ecológica; provisão de madeira para comercialização |

|                                                     |                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Técnica de Recuperação de áreas degradadas</b>   | <b>Serviço ambiental identificado</b>                                                                                                                                   |
| <b>Revegetação</b>                                  | Aumento nos níveis de nutrientes e serapilheira no solo                                                                                                                 |
|                                                     | Restauração da produtividade; redução da erosão                                                                                                                         |
|                                                     | Aumento da biodiversidade; aceleração do processo de regeneração                                                                                                        |
|                                                     | Favorecimento do processo de sucessão ecológica                                                                                                                         |
|                                                     | Favorecimento do estabelecimento das mudas no campo;<br>Favorecimento na absorção de nutrientes, água e proteção contra patógenos                                       |
|                                                     | Restabelecimento do estoque de carbono no solo;<br>sequestro de carbono;<br>melhoria na qualidade da água                                                               |
|                                                     | Favorecimento da recomposição da biodiversidade; atração de fauna dispersora; favorecimento do processo de sucessão ecológica; provisão de madeira para comercialização |
|                                                     |                                                                                                                                                                         |
| <b>Revegetação com espécies comerciais exóticas</b> | Provisão de produtos florestais                                                                                                                                         |
|                                                     | Melhoria das condições do solo;                                                                                                                                         |
|                                                     | Aumento/conservação da biodiversidade                                                                                                                                   |
|                                                     | Proteção dos recursos hídricos;                                                                                                                                         |

# Sistemas agroflorestais



| <b>Técnica de RAD</b>                                        | <b>Serviço ambiental identificado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Revegetação para fins de manejo florestal comunitário</b> | Melhoria na produção de recursos florestais;<br>provisão de produtos madeireiros e não-madeireiros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Revegetação com sistemas agroflorestais (SAFs)</b>        | Provisão de produtos agroflorestais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                              | Sequestro de carbono                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                              | Melhoria de fluxo de nutrientes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                              | Melhoria da qualidade da água                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                              | Fornecimento de habitat para espécies que toleram certo nível de perturbação;<br>favorecimento da preservação de germoplasma de espécies sensíveis;<br>favorecimento da conectividade entre remanescentes florestais; controle de pragas;<br>polinização e dispersão de sementes; mitigação de inundações; melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; limitação da dispersão de material particulado e de odores no ar; |
| <b>Bioengenharia de solos</b>                                | Contenção da erosão de solos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                              | Favorecimento do desenvolvimento de vegetação ciliar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Técnicas de bioengenharia de solos           | Caracterização                                                                                                                                                                       | Aptidão da técnica para atenuar ou incrementar efeitos dos processos naturais (biofísicos)                                                                                                                                        | Serviço ambiental potencial associado                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grade viva conjugada com paliçada de madeira | Troncos de madeiras de eucalipto não-tratado dispostos na horizontal e na vertical do talude formando uma grade preenchida com solo e plantio de mudas da espécie arbustiva amoreira | Redução da erosão e estabilização do solo na área tratada; melhoria do aspecto visual da área degradada; baixa sobrevivência das mudas plantadas e surgimento de diferentes espécies herbáceas e arbustivas; presença de formigas | <p><b>Serviços de suporte:</b> aumento da diversidade biológica; favorecimento da regeneração natural; formação de habitats.</p> <p><b>Serviços de regulação:</b> aumento de estoque de carbono; controle de erosão.</p> <p><b>Serviços culturais:</b> recuperação da beleza cênica</p> |



| Técnicas de bioengenharia de solos | Caracterização                                                                                                                                                                                                 | Aptidão da técnica para atenuar ou incrementar efeitos dos processos naturais (biofísicos)                                                       | Serviço ambiental potencial associado                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paliçada de madeira                | Troncos de madeira de eucalipto dispostos no talude de forma horizontal e apoiados por tronco de madeira fixada na vertical e por pedras, como proteção de base do talude, e implantação de vegetação herbácea | Redução do processo erosivo nas margens e do aporte de sedimentos ao curso d' água; desenvolvimento da vegetação arbustiva, presença de avifauna | <b>Serviços de suporte:</b> aumento da diversidade biológica; favorecimento da regeneração natural; formação de habitats; melhoria das condições físicas do solo. <b>Serviços de regulação:</b> aumento de estoque de carbono; controle de erosão. <b>Serviços culturais:</b> recuperação da beleza cênica |



| Técnicas de bioengenharia de solos | Caracterização                                                                                                                                                                                               | Aptidão da técnica para atenuar ou incrementar efeitos dos processos naturais (biofísicos)            | Serviço ambiental potencial associado                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Calha de madeira e pedras          | Sistema de drenagem com toras de madeira de eucalipto e pedra apoiada sobre o colchão drenante; contenção lateral com solo envelopado e toras de eucalipto; plantio de grama em placa – Córrego Tijuco Preto | Estabelecimento da vegetação herbácea, presença de aves, melhoria do aspecto visual da área degradada | <b>Serviços de suporte:</b> aumento da diversidade biológica, formação de habitats; melhoria das condições físicas do solo. <b>Serviços de regulação:</b> aumento de estoque de carbono. <b>Serviços culturais:</b> recuperação da beleza cênica |





| Técnicas de bioengenharia de solos | Caracterização                                                                                              | Aptidão da técnica para atenuar ou incrementar efeitos dos processos naturais (biofísicos)           | Serviço ambiental potencial associado                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Canaleta verde                     | As canaletas são escavadas no solo, compactadas, cobertas com biomantas e implantação de vegetação herbácea | Obra complementar de transição para os canais de concreto para captação e condução de águas pluviais | <u>Serviços de suporte:</u> melhoria das condições físicas do solo; aumento da diversidade biológica, formação de habitats; melhoria das condições física do solo. <u>Serviços de regulação:</u> aumento de estoque de carbono; controle de erosão |

# Serviços ecossistêmicos, visão diferentes....

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

Patterson e Coelho (2009)



# PHD 3421 – Planejamento Ambiental

Aula 4  
Indicadores ambientais  
em planejamento ambiental



## **Como sintetizar dados no planejamento ambiental?**

- **Indicadores ambientais**
- **O que são indicadores ambientais?**

## Indicadores ambientais

**Indicadores ambientais:** parâmetros representativos de processos ambientais ou do estado do meio ambiente

**Indicadores ambientais:** “parâmetros ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio” (Santos, 2004)

## Indicadores ambientais

**De acordo com OECD (1994)**, quando um parâmetro é considerado indicador, o que ele representa transcende o que ele exprime (número ou característica).

**Por exemplo:** um parâmetro de qualidade de água ou ar – diferente significado como indicador de qualidade em diferentes locais.

## Indicadores ambientais

Se quase todo parâmetro ambiental pode ser considerado indicador ambiental, o desafio para o planejador ambiental está em:

**Definir para o indicador um significado mais amplo (ou agregado) que aquele derivado da própria informação científica que transmite, de modo a refletir de modo objetivo uma preocupação ambiental e conseguir inserir adequadamente no processo de tomada de decisão (MMA, 1996).**



## **Indicadores em planejamento ambiental:**

- **Como se dá a decisão pela escolha dos indicadores?**



## **Indicador em planejamento ambiental:**

- **Como se dá a decisão pela escolha dos indicadores?**
  - ✓ **Objetivos do planejamento**
  - ✓ **Temáticas envolvidas**
  - ✓ **Disponibilidade de dados**

## Indicadores em planejamento ambiental:

•O planejador ambiental deve selecionar indicadores que sejam:

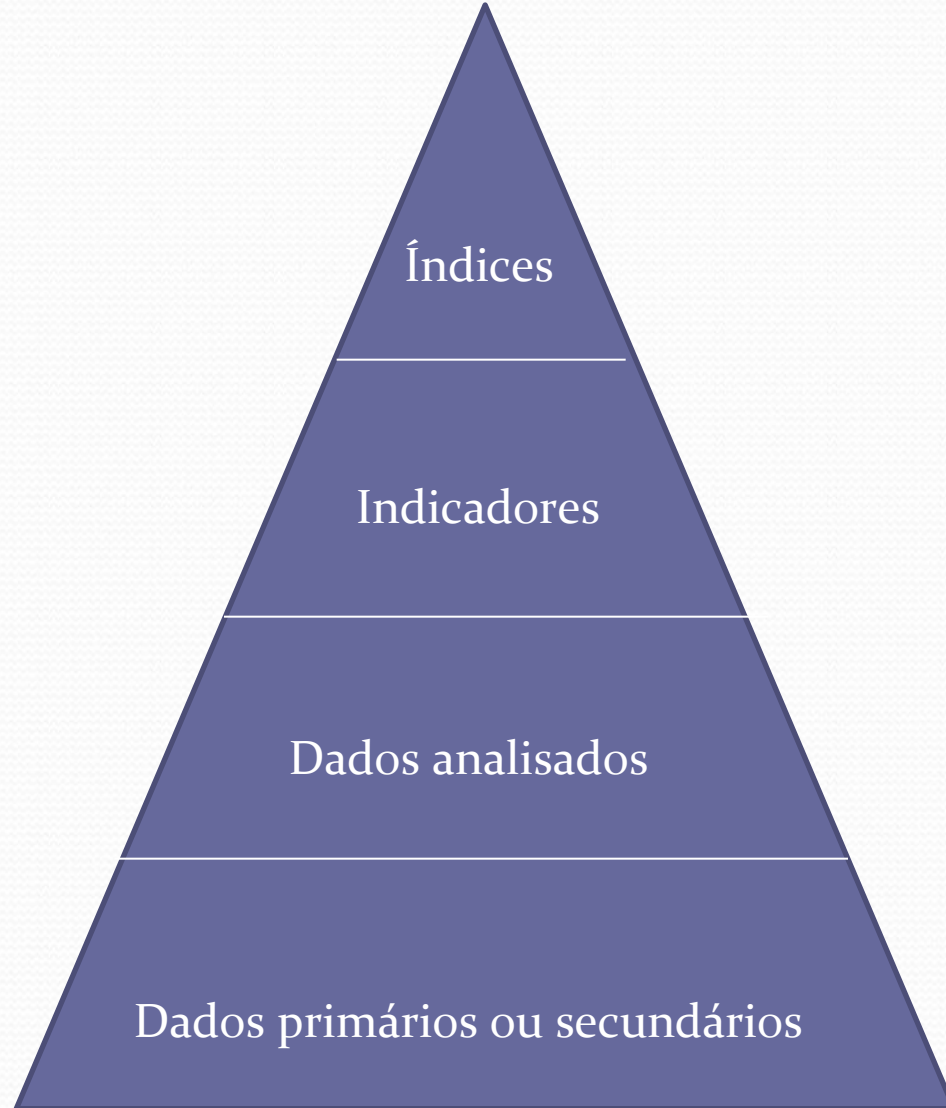
- ✓ objetivos
- ✓ representativos
- ✓ comparáveis
- ✓ de fácil interpretação

## Indicadores em planejamento ambiental:

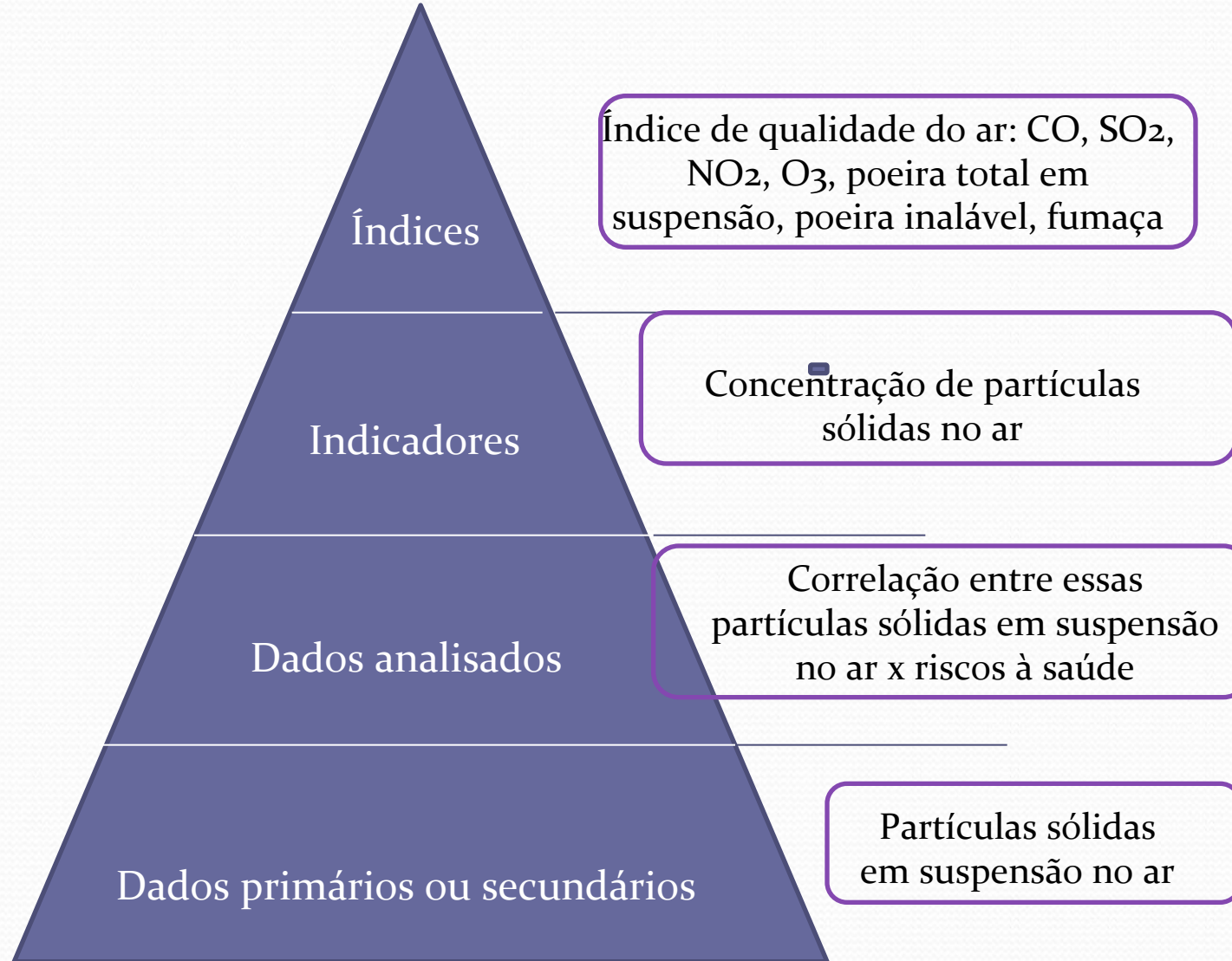
### •Críticas comuns à escolha dos indicadores?

- ✓ Qual a lógica usada para seleção?
- ✓ Como foi identificado o dado relevante?
- ✓ Quais os critérios usados para definir esse conjunto de dados?
- ✓ Porque esses dados e não outros?
- ✓ Os dados são úteis para atender os objetivos do planejamento?
- ✓ Quais foram os métodos usados para levantar e sistematizar esses dados?

# Indicadores ambientais



# Indicadores ambientais



## Indicadores ambientais

- **Desafio: Como compatibilizar a sobreposição, comparação e cruzamento dos elementos que compõem as temáticas do planejamento em questão?**
- ✓ **Indicador de qualidade deve ter a capacidade de medir, analisar e expressar o fenômeno a que se refere.**



**Modelo mais citado em  
planejamento P-E-R**

### Sistema pressão-estado-resposta

O diagrama ilustra o Sistema Pressão-Estado-Resposta (PSR) em duas partes. A parte superior mostra os três componentes principais em caixas retangulares: Pressão, Estado e Resposta. A parte inferior detalha o fluxo entre três grandes blocos:

- Pressão:** Um bloco contendo "Atividades humanas" e exemplos como "Energia", "Transporte", "Indústria", "Agricultura" e "Outras".
- Estado:** Um bloco contendo "Estados do meio ambiente e dos recursos naturais" e exemplos como "Ar", "Água", "Terra", "Recursos naturais".
- Resposta:** Um bloco contendo "Agentes ambientais e econômicos" e exemplos como "Governos", "Famílias", "Empresas internacionais".

O fluxo de interação é o seguinte:

- Uma seta horizontal no topo, rotulada "Informação", conecta os três blocos principais.
- Uma seta horizontal rotulada "Pressão" aponta do bloco Pressão para o bloco Estado.
- Uma seta horizontal rotulada "Informação" aponta do bloco Estado para o bloco Resposta.
- Uma seta horizontal rotulada "Resposta social (decisões/ações)" aponta do bloco Resposta de volta para o bloco Pressão.
- Adicionalmente, há uma seta vertical descendente do bloco Pressão para o bloco Estado, e uma seta vertical ascendente do bloco Estado para o bloco Pressão.

Fonte: OECD, 1993.

Fonte: OECD, 1993.

# Indicadores ambientais

## Modelo Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994, 1998): dos mais citados em planejamento

|                        | Pressão                                              | Estado                                     | Resposta                                   |
|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Indicadores ligados a: | Atividades humanas                                   | Estado do ambiente e dos recursos naturais | Agentes econômicos ambientais              |
| Temas vinculados:      | Energia, transporte, indústria, agricultura, turismo | ar, água, solo, vegetação, fauna           | Administrações, Moradores, empreendimentos |

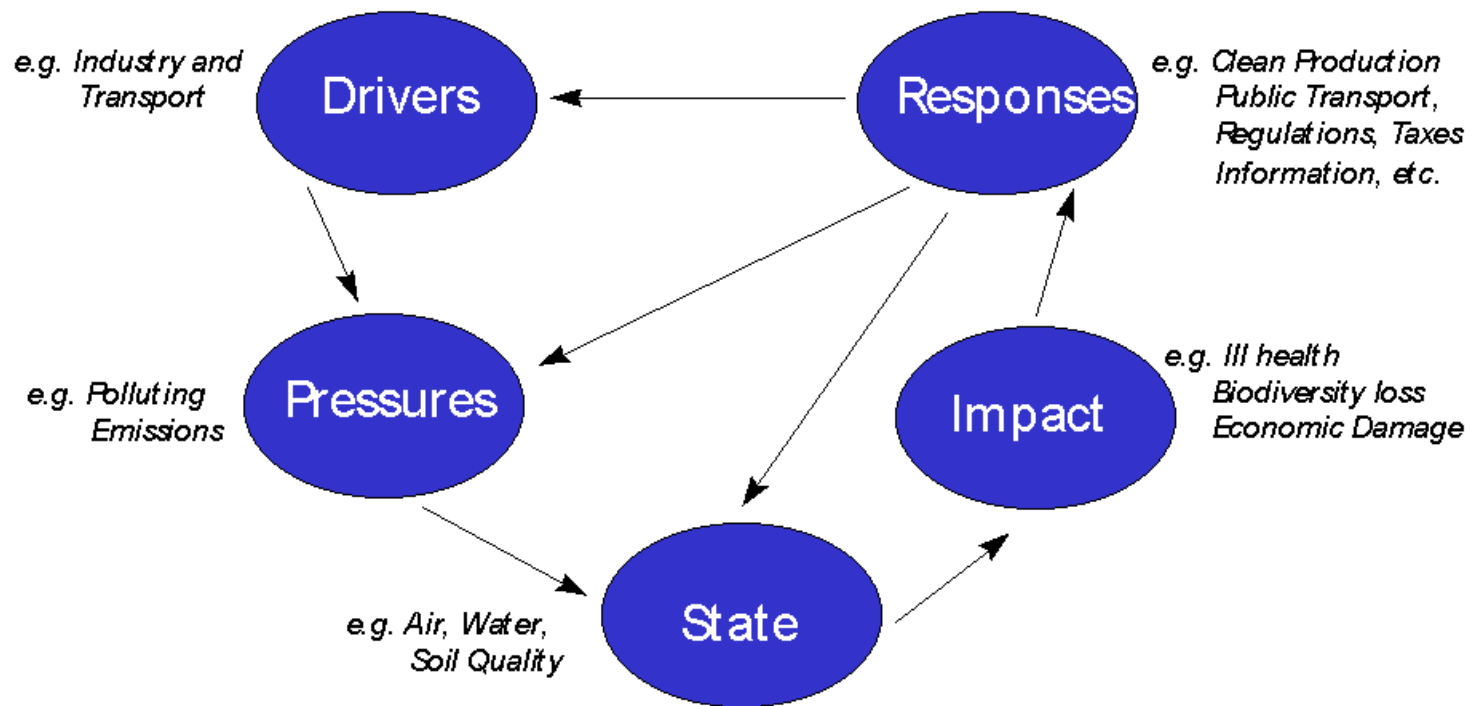
## Modelo Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994, 1998)

| Pressão                                                                                                             | Estado                                                                                                                     | Resposta                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Mecanização da agricultura</li><li>- Terceirização de mão de obra</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Desenvolvimento urbano em área rural,</li><li>- adensamento populacional</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Subsídios à mecanização</li><li>- Morosidade na aprovação de política agrária</li></ul> |

| Indicadores de pressão                                                                                               | Indicadores de estado                                                                                                                                                                                       | Indicadores de resposta                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- número de desempregados</li><li>- quantidade de máquinas agrícolas</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Percentual de bairros em periferias</li><li>- Número de habitações de baixa renda em área de risco</li><li>- Percentual de enfavelamento e encortiçamento</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Percentual de subsídios à agricultura</li><li>- Evolução dos números de dispositivos legais relacionados à reforma agrária</li></ul> |

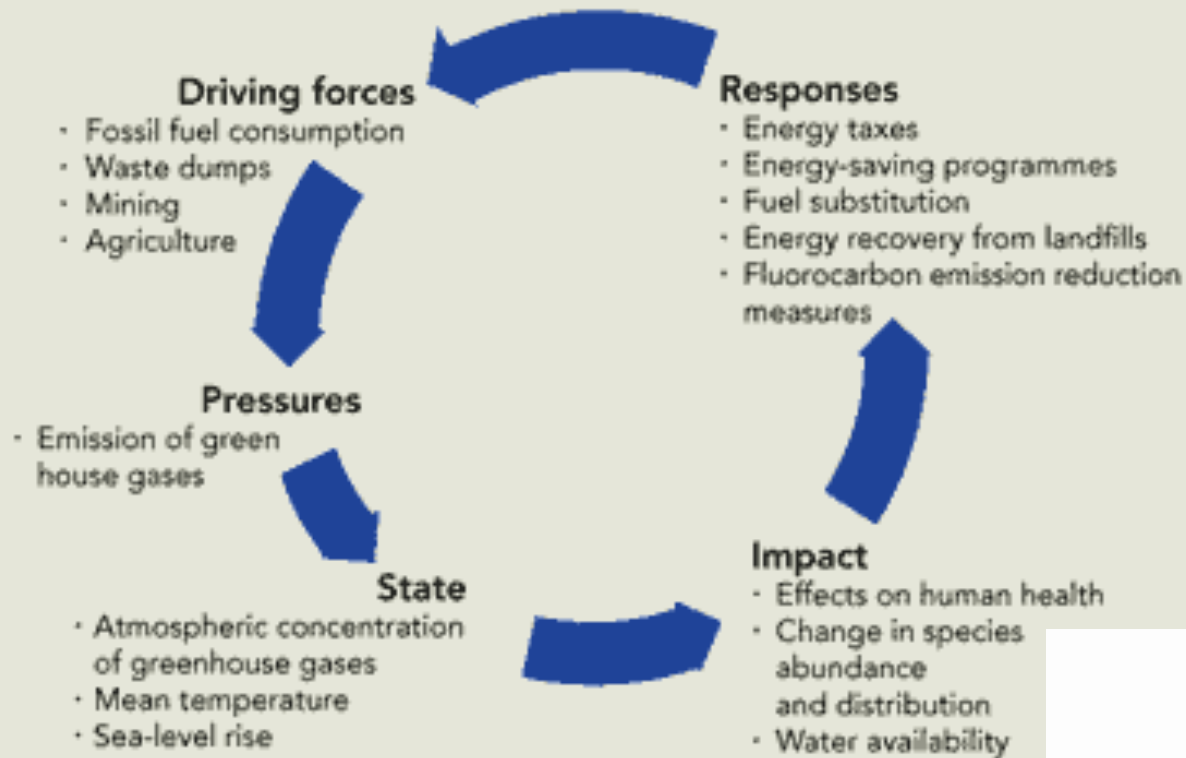


# Adaptações ao Modelo P-E-R





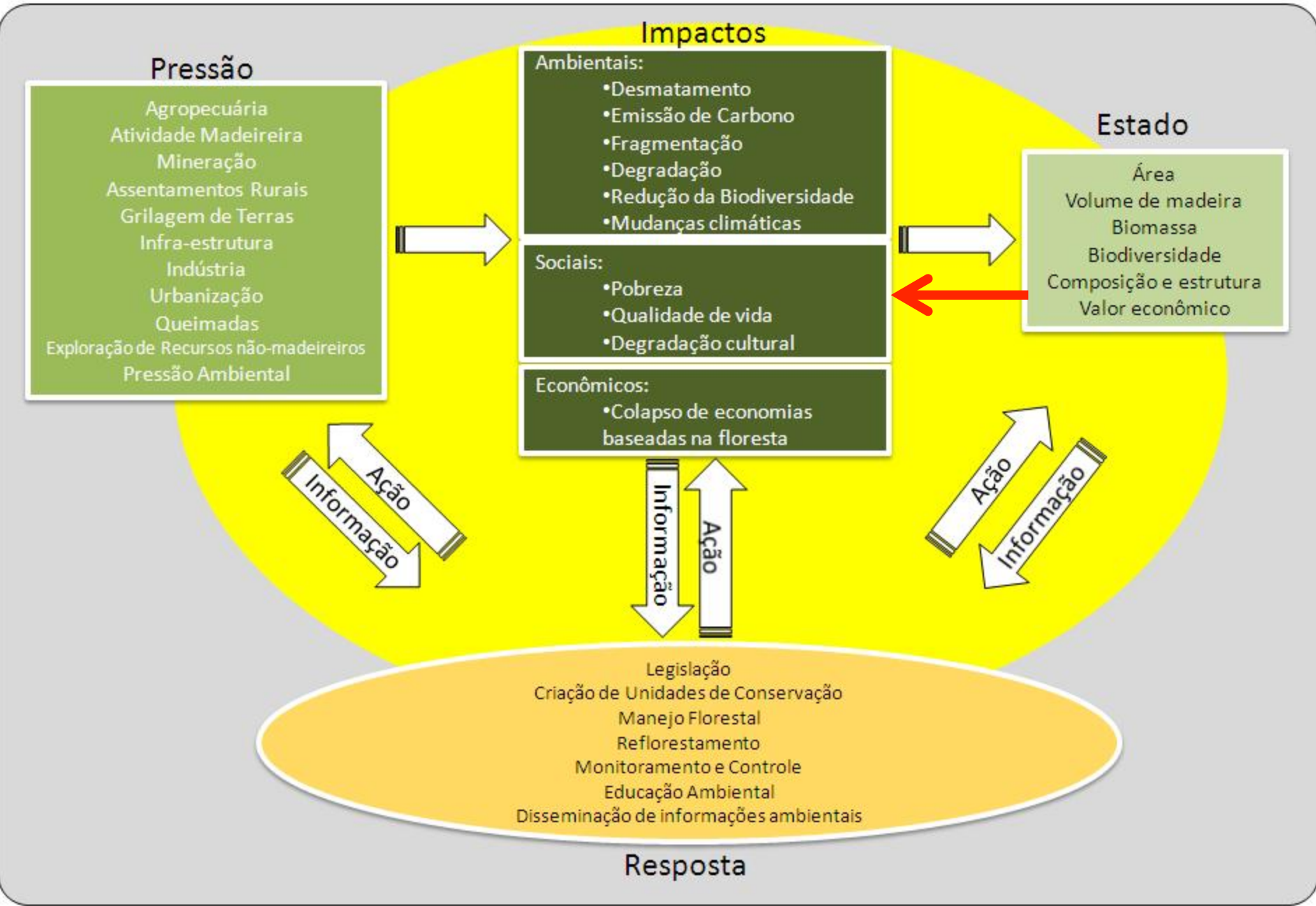
# Abordagem cíclica



Source: EEA

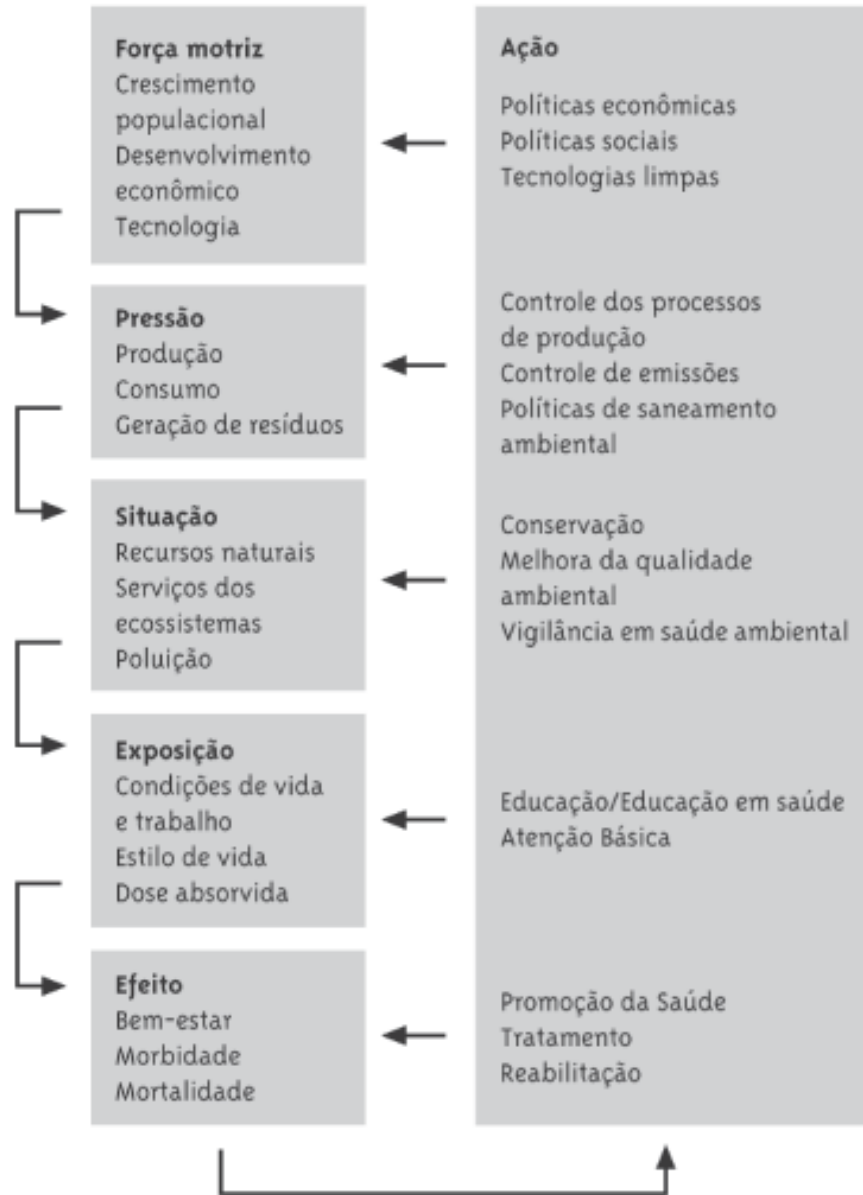


# Síntese das pressões e impactos e estado-respostas sobre as florestas brasileiras



**Figura 4 - Modelo de organização de indicadores FPSEEA**

## Resposta



**Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde (Sobral e Freitas, 2010 – Ambiente e Saúde)**