

# Avaliação Ambiental em áreas urbanas

Eng. Dra. Ana Carolina Nadalini

acnadalini@hotmail.com



@ana.nadalini



11 A 15

SETEMBRO | 2023

SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



**IBAPE NACIONAL**  
Instituto Brasileiro de Avaliações  
e Perícias de Engenharia

**XXII**  
**COBREAP**  
EXCELÊNCIA TÉCNICA: INOVAÇÃO, NORMAS E CAPACITAÇÃO

SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

## REALIZAÇÃO



- Estado de *overshoot* (Meadows, 2007)

# 1.INTRODUÇÃO



11<sup>A</sup>15

SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



- Cerca **de 60% (15 entre 24)** dos **serviços ecossistêmicos** globais têm sido **degradados** ou utilizados de forma não sustentável (MEA, 2005)
- **Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas 2021-2030** (estimam que a restauração de 350 milhões de hectares de terras degradadas pode **gerar US\$ 9 trilhões em serviços**)
- **Pressão social e órgãos públicos:** estabelecer a relação entre os **recursos naturais e os seus benefícios**, de forma a integrá-lo em todas as decisões que afetam o bem-estar hoje e o nosso futuro comum.

# Pergunta que “sempre me perseguiu”:

É possível fazer a avaliação econômica da natureza a partir de um valor que considere as relações e interfaces entre o sistema natural e humano



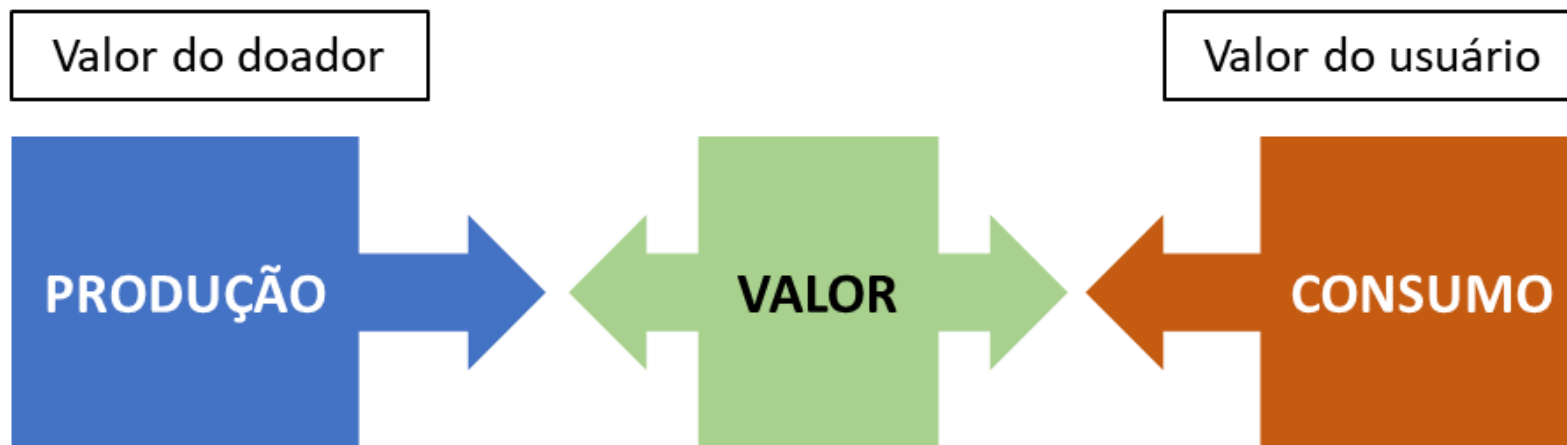
# Avaliação dos recursos naturais

- Tema recorrente na pesquisa científica sobre a necessidade **de visão holística e interdisciplinar**: economia é um **processo termodinâmico**: considerar a **contribuição da natureza na economia**
- **Estimativa do valor total dos serviços ecossistêmicos** foi feita por Costanza *et al.* (1997): US\$ 33 trilhões por ano, o que correspondia a quase duas vezes o valor do Produto Interno Bruto (PIB) mundial
- Costanza 2014

# Valor econômico global dos serviços

| Bioma / ano               | Valores de serviços ecossistêmicos<br>/(10 <sup>12</sup> US\$/ano) |              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|
|                           | 1997                                                               | 2011         |
| Oceano aberto             | 11,6                                                               | 21,9         |
| Estuários                 | 5,7                                                                | 5,2          |
| Algas marinhas            | 5,2                                                                | 6,8          |
| Recifes de coral          | 0,5                                                                | 9,9          |
| Plataforma continental    | 5,9                                                                | 5,9          |
| Floresta Tropical         | 5,3                                                                | 6,8          |
| Floresta Temperada/boreal | 1,2                                                                | 9,4          |
| Pastagem                  | 1,2                                                                | 18,4         |
| Mangue                    | 2,3                                                                | 24,8         |
| Pântano                   | 4,5                                                                | 1,5          |
| Lagos e rios              | 2,3                                                                | 2,5          |
| Terras cultivadas         | 0,2                                                                | 9,3          |
| Área urbana               | -                                                                  | 2,3          |
| <b>Total</b>              | <b>45,9</b>                                                        | <b>124,8</b> |

# Valoração dos serviços ecossistêmicos



- quantificar a contribuição da natureza na formação da matéria-prima utilizada
- **Energia (Odum 1996, 2007).**



- quantificar os benefícios da biodiversidade em termos econômicos
- Costanza et al. (1997, 2014)
- TEEB (2012)

## 2.AVALIAÇÃO AMBIENTAL



11<sup>A</sup>15

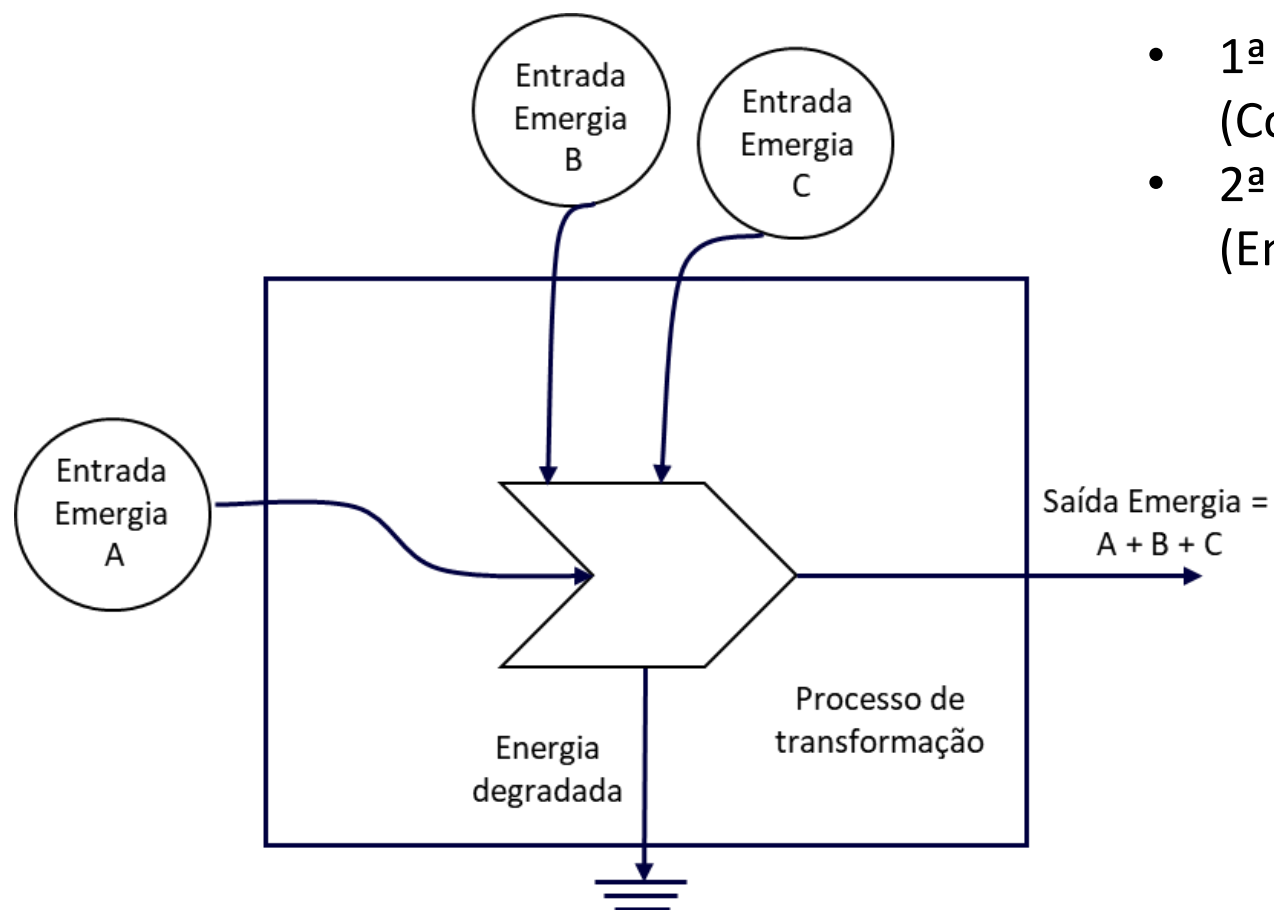
SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



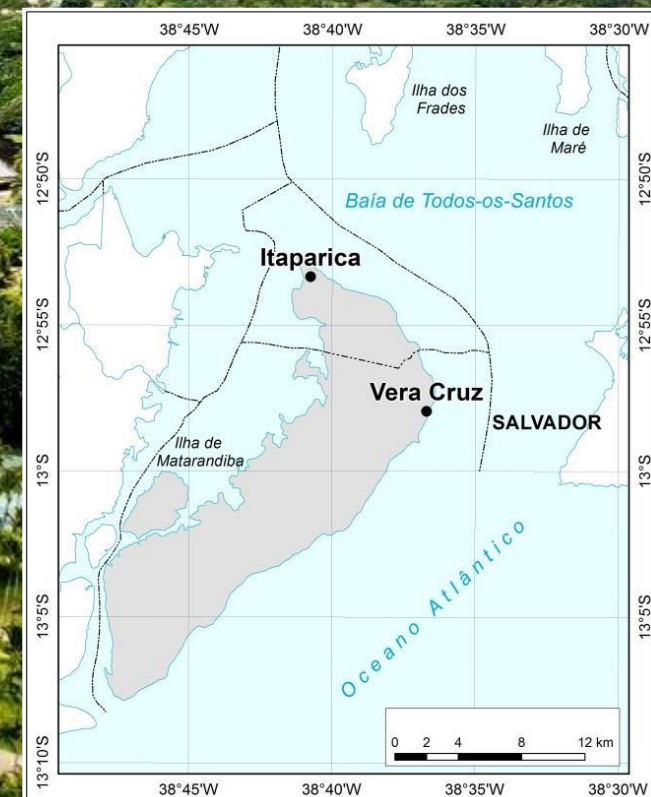
# Metodologia Emergética

**E**mergia: Toda a energia consumida durante o processo de obtenção de qualquer recurso natural, matéria prima, bens ou informação, geralmente expressa em energia solar necessária (ODUM, 2007).



- 1ª Lei da Termodinâmica (Conservação da Energia)
- 2ª Lei da Termodinâmica (Entropia)

### 3. Estudo de caso: Ilha de Itaparica



Fonte: arquivo pessoal (2017)

## 2. ESTUDO DE CASO



11<sup>A</sup> 15

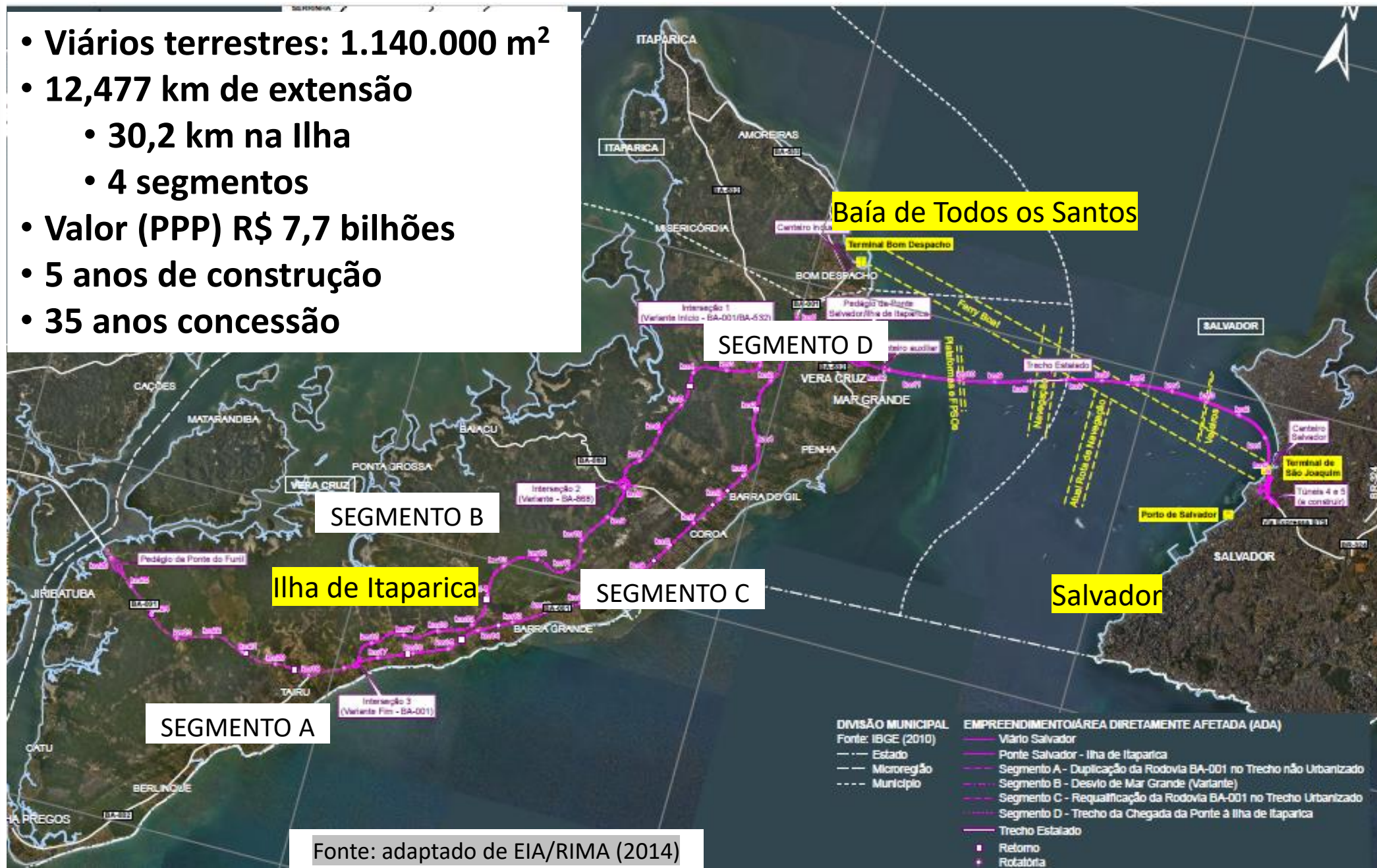
SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

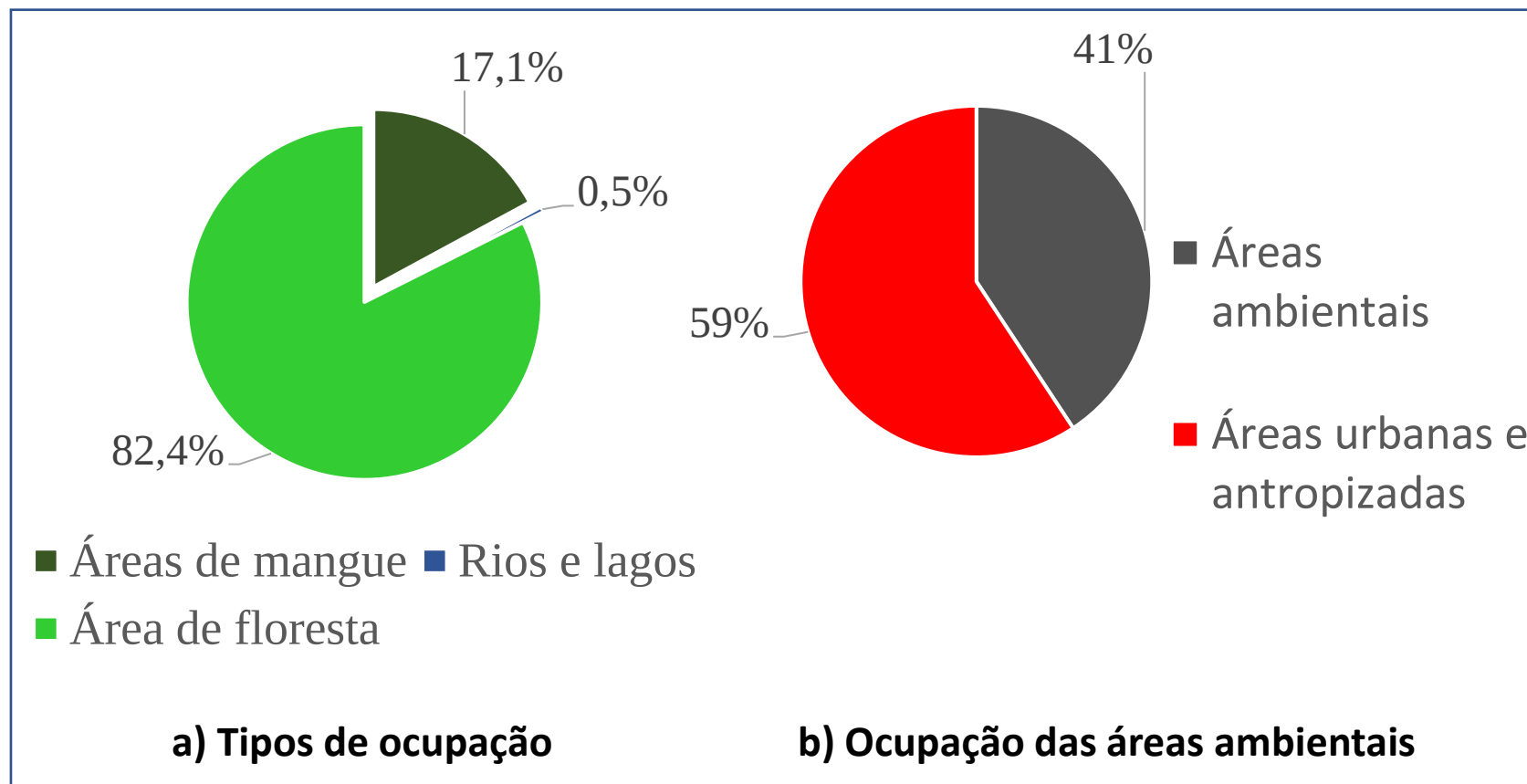


# Sistema Viário Oeste: Ponte Salvador/Ilha de Itaparica

- Viários terrestres: 1.140.000 m<sup>2</sup>
- 12,477 km de extensão
  - 30,2 km na Ilha
  - 4 segmentos
- Valor (PPP) R\$ 7,7 bilhões
- 5 anos de construção
- 35 anos concessão



# Distribuição da ocupação do solo na Ilha de Itaparica



2. ESTUDO DE CASO



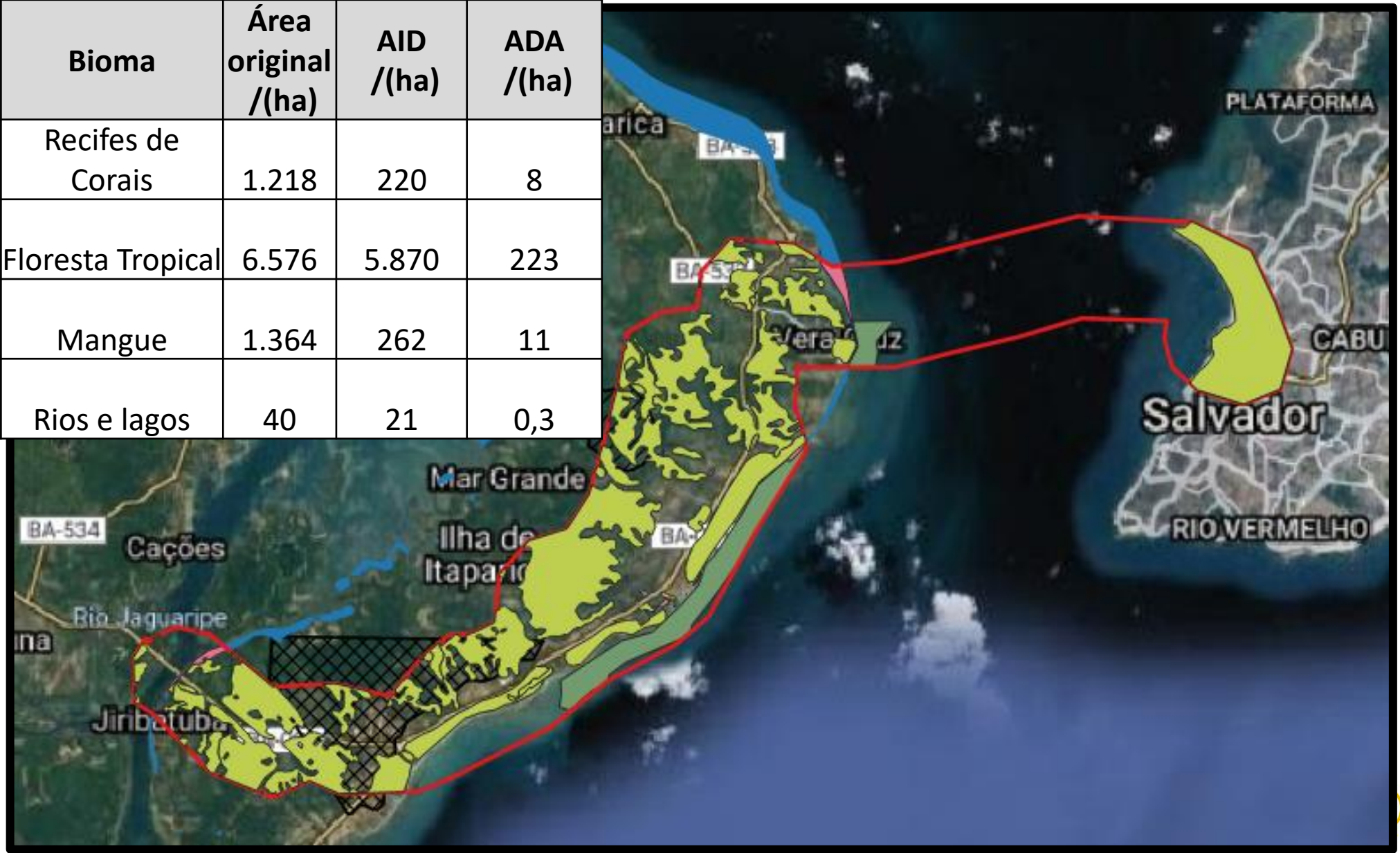
11<sup>A</sup>15  
SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



Áreas de Influência do empreendimento

| Bioma             | Área original<br>/(ha) | AID<br>/(ha) | ADA<br>/(ha) |
|-------------------|------------------------|--------------|--------------|
| Recifes de Corais | 1.218                  | 220          | 8            |
| Floresta Tropical | 6.576                  | 5.870        | 223          |
| Mangue            | 1.364                  | 262          | 11           |
| Rios e lagos      | 40                     | 21           | 0,3          |



- Valor econômico dos serviços ecossistêmicos -  $VSE_{total}$ 
  - Valor ecossistêmico com base na emergia (US\$/ano)

$$VSE_{total} = \frac{ED_i \cdot A_i}{EMR_{ambiental}}$$

Diagram illustrating the formula for  $VSE_{total}$ . The term  $ED_i \cdot A_i$  is circled in blue, and a blue arrow points from this circle to a box labeled "emergia".

$VSE_{total}$ : valor econômico dos serviços ecossistêmicos da região de estudo

$ED_i$ : densidade emergética do i-ésimo bioma, em seJ/ano

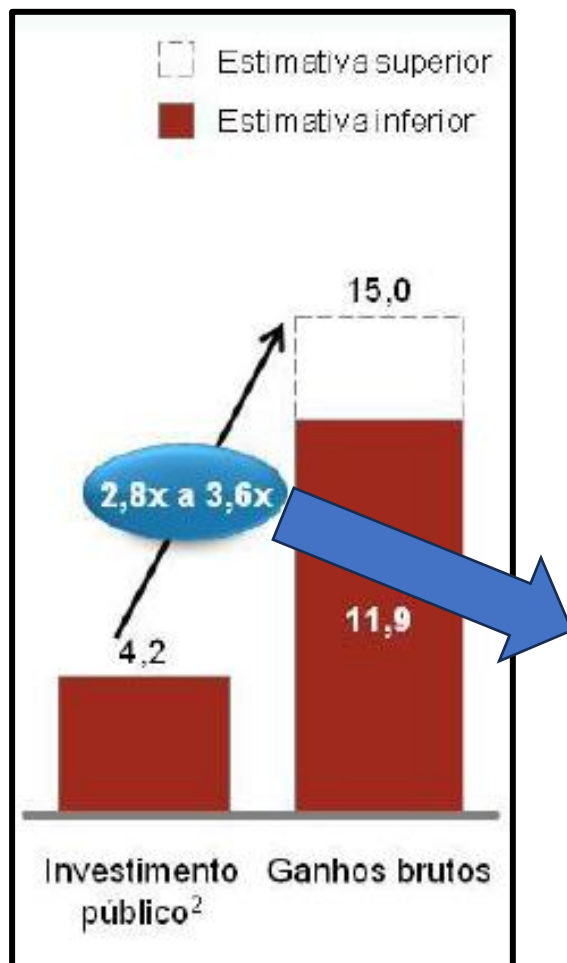
$A_i$ : área do bioma em hectares

$$EMR_{ambiental} = 9,62 \times 10^{10} \frac{US\$}{seJ}$$

# Valoração econômica

| Item                        | Valor econômico dos serviços ecossistêmicos / (US\$/ano) | Incerteza padrão relativa |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>A) Ilha de Itaparica</b> |                                                          |                           |
| Recifes de coral            | $372\,269\, (79\,625) \times 10^6$                       | 21,4 %                    |
| Floresta Tropical           | $3\,091\, (661) \times 10^6$                             | 21,4 %                    |
| Mangue                      | $155\, (33) \times 10^6$                                 | 21,4 %                    |
| Rios e lagos                | $20\, (4) \times 10^6$                                   | 21,4 %                    |
| <b>Total</b>                | <b><math>375\,535\, (79\,655) \times 10^6</math></b>     | <b>21,2 %</b>             |
| <b>B) Sobre a AID</b>       |                                                          |                           |
| Recifes de coral            | $67\,267\, (14\,393) \times 10^6$                        | 21,4 %                    |
| Floresta Tropical           | $2\,759\, (590) \times 10^6$                             | 21,4 %                    |
| Mangue                      | $30\, (6) \times 10^6$                                   | 21,4 %                    |
| Rios e lagos                | $11\, (2) \times 10^6$                                   | 21,4 %                    |
| <b>Total</b>                | <b><math>70\,067\, (14) \times 10^6</math></b>           | <b>20,6 %</b>             |
| <b>C) Sobre a ADA</b>       |                                                          |                           |
| Recifes de coral            | $2\,354\,352\, (504) \times 10^3$                        | 21,4 %                    |
| Floresta Tropical           | $104.856.045\, (22) \times 10^3$                         | 21,4 %                    |
| Mangue                      | $1.248.366\, (0,3) \times 10^3$                          | 21,4 %                    |
| Rios e lagos                | $130.192\, (0,03) \times 10^3$                           | 21,4 %                    |
| <b>Total</b>                | <b><math>2\,460\,587\, (504) \times 10^3</math></b>      | <b>20,5 %</b>             |

# O entendimento completo dos custos e benefícios de um projeto é essencial para a tomada de decisões e alocação de investimentos



- ❖ A área diretamente - **ADA** afetada pelo Sistema Viário da Ponte Salvador/Itaparica tem impacto de **US\$ 2,5 bilhões por ano** sobre os serviços ecossistêmicos
- ❖ Sobre a área de influência direta - **AID**, o valor alcança **US\$ 70 bilhões por ano**.

- ❖ Retorno do investimento à sociedade: entre US\$ 5,8 a US\$ 7,2 bilhões (McKinsey & Co)

\* Ganhos com tarifas de pedágio, valorização de terrenos, economias operacionais (ferry boat)

## 4. CONCLUSÃO



11<sup>A</sup>15  
SETEMBRO | 2023  
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



### Concluindo...

O todo é mais que a soma de suas partes. As características básicas ou fundamentais dos sistemas não são simplesmente explicáveis a partir das características das partes isoladas. As características do complexo, portanto, aparecem como “novas” ou “emergentes”.

- *Ludwig Von Bertalanffy (Biólogo, um dos fundadores da Teoria Geral dos Sistemas)*



# MUITO OBRIGADA!



EXCELÊNCIA TÉCNICA: INOVAÇÃO, NORMAS E CAPACITAÇÃO

**SEJA A MUDANÇA QUE VOCÊ QUER  
VER NO MUNDO (GANDHI)**