



**GOVERNO  
DA PARAÍBA**

# Fossas ecológicas e recuperação de ambientes aquáticos por biorremediação

**Cristina Crispim**

UFPB

2025

# Origem da poluição

- Águas cinzas
- Ausência de APPs
- Águas pluviais (com águas cinzas)
- Resíduos sólidos
- Contaminação pelo próprio lençol freático que abastece o rio por percolação (contaminação por fossas de águas negras)

# Saneamento básico

- Distribuição de água potável;
- Coleta de resíduos sólidos;
- Esgotamento sanitário;
- Drenagem pluvial

# Esgotamento sanitário

- Quando tem
- Coleta  Transporte  Tratamento (ETE)
- Quando não tem:
- Fossas para águas negras: sépticas, sumidouro rudimentares
- Águas cinzas vão para a fossa de águas negras ou lançadas na rua/ambiente



# Estações de Tratamento de Esgoto

- Grande maioria das ETEs são do tipo australiano
- Lagoas de decantação
- Pouco eficientes
- Não retiram nutrientes
- Coliformes, metais pesados



# Esgotamento sanitário (Trata Brasil)

- Ranking coleta de esgoto

| Colocação | Município            | UF | Índice de coleta de esgoto (%) |
|-----------|----------------------|----|--------------------------------|
| 1         | Belo Horizonte       | MG | 100                            |
| 2         | Santos               | SP | 100                            |
| 3         | Franca               | SP | 100                            |
| 4         | Piracicaba           | SP | 99,9                           |
| 5         | Volta Redonda        | RJ | 99,0                           |
| 6         | Jundiaí              | SP | 98,3                           |
| 7         | Uberaba              | MG | 98,0                           |
| 8         | Santo André          | SP | 97,9                           |
| 9         | Ribeirão Preto       | SP | 97,7                           |
| 10        | Contagem             | MG | 97,5                           |
| 11        | Governador Valadares | MG | 97,4                           |

## Ranking de tratamento

| Colocação | Município            | UF | Índice de tratamento de esgoto (%) |
|-----------|----------------------|----|------------------------------------|
| 91        | Ribeirão das Neves   | MG | 3,8                                |
| 92        | Duque de Caxias      | RJ | 3,7                                |
| 93        | Itaquaquecetuba      | SP | 3,5                                |
| 94        | Belém                | PA | 1,6                                |
| 95        | Nova Iguaçu          | RJ | 0,4                                |
| 96        | Ananindeua           | PA | 0,0                                |
| 97        | São João do Meriti   | RJ | 0,0                                |
| 98        | Porto Velho          | RO | 0,0                                |
| 99        | Santarém             | PA | 0,0                                |
| 100       | Governador Valadares | MG | 0,0                                |

- Dessa forma, verifica-se que coletar esgoto não significa que esses são tratados. Não sendo tratados, os esgotos irão afetar negativamente os recursos hídricos, e dessa forma contribuir grandemente com o aumento do seu estado trófico e perda de saúde da população



# Poluição em rios – Rio Jaguaribe





# Esgotos enviados para rios urbanos – Rio Jaguaribe



# Águas cinzas a céu aberto





# Resultado de um esgotamento sanitário precário

- Populações doentes
- Ambientes aquáticos poluídos
- Rios eutrofizados e degradados





## Impactos na saúde: Populações doentes

- Comparando os **cem maiores municípios do Brasil**, a partir de dados do SNIS, Kronemberger (2014) classificou o município de João Pessoa entre os **dez piores em relação à taxa de internação hospitalar por diarreia**, sendo 64,5% das internações, crianças menores de 5 anos de idade. Neste mesmo estudo foi constatado que em 60 das 100 cidades, os baixos índices de população com coleta de esgoto resultaram em altas taxas de internação por diarreia, **comprovando a relação intrínseca do saneamento com a saúde pública.**

# Impactos no ambiente

- Aumento de nutrientes – aumento do estado trófico
- Ambientes mais lênticos microalgas e lóticos plantas aquáticas



O QUE PODE SER FEITO?



# ETE com tratamento terciário Fitorremediação

ETE Ponte dos Leites - RJ



# Mudar o sistema de tratamento de esgoto

- Centralizado  domiciliar/coletivo
- Tratá-los no local de origem ou próximo
- Fossas ecológicas

## Alternativas

### TRATAMENTO ECOLÓGICO DESCENTRALIZADO

- Redução de gastos com transporte do esgoto e manutenção da rede;
- Tratamento biológico mais eficiente;
- Tecnologias simples e de baixo custo;
- Possibilidade de reaproveitamento de resíduo e geração de renda.



E água para reuso???



# Fossas ecológicas

- Fossas ecológicas fazem o tratamento e aproveitamento dos resíduos gerados
- Banheiro seco – gera composto
- Fossa biodigestora – gera biofertilizante
- Tanques de evapotranspiração – fertilizante
- Círculo de Bananeiras – fertilizante
- TEWetland – gera fertilizante e água para reuso

# Banheiro seco

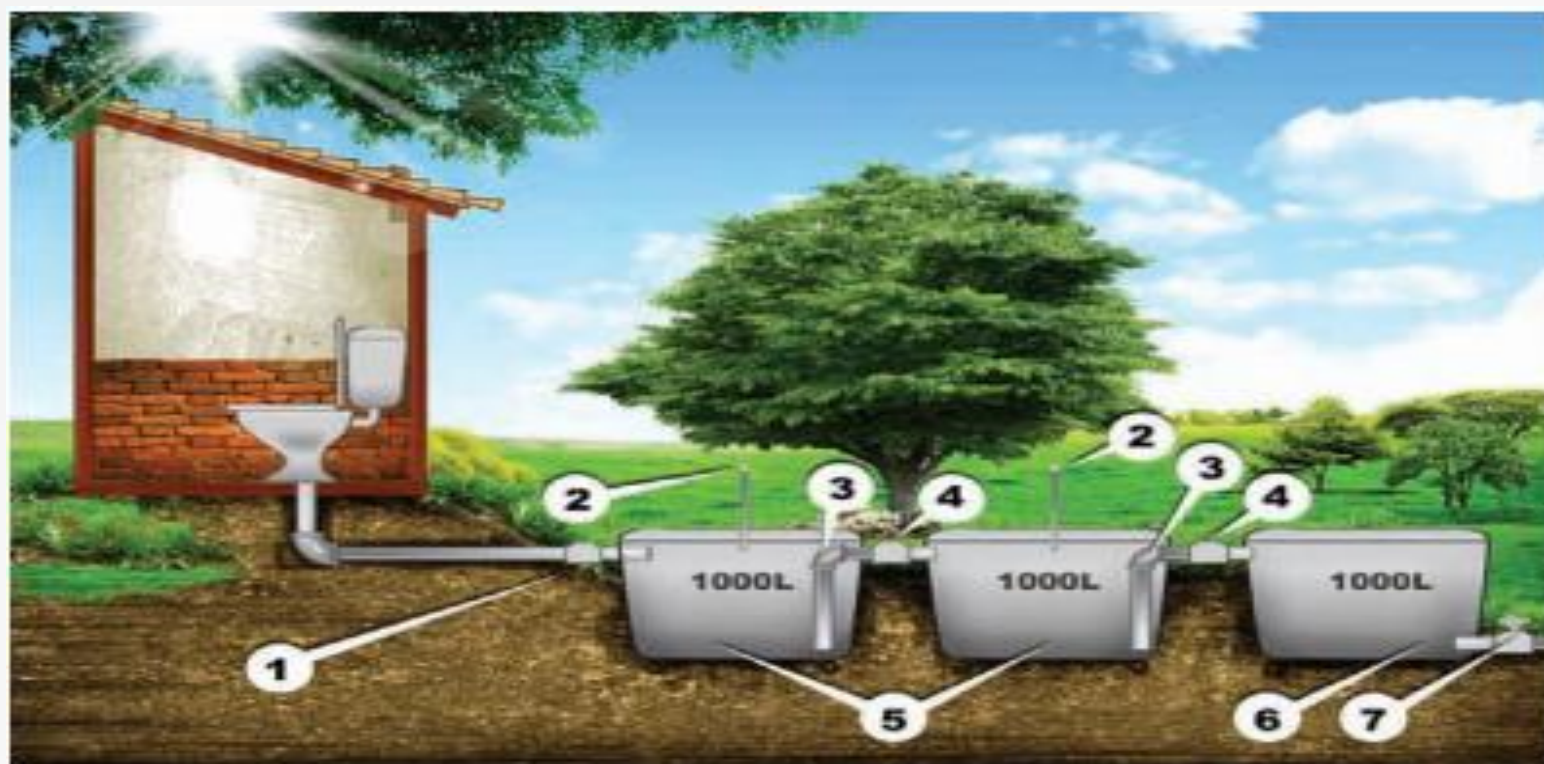


# Banheiro seco









Fonte: Novaes, 2001

- 1 – Válvula de retenção
- 2 – Chaminé de alívio (suspiro)
- 3 – Curva de 90°
- 4 – “T” de inspeção
- 5 e 6 – Caixas de 1.000 ml
- 7 – Registro



# Fossa biodigestora





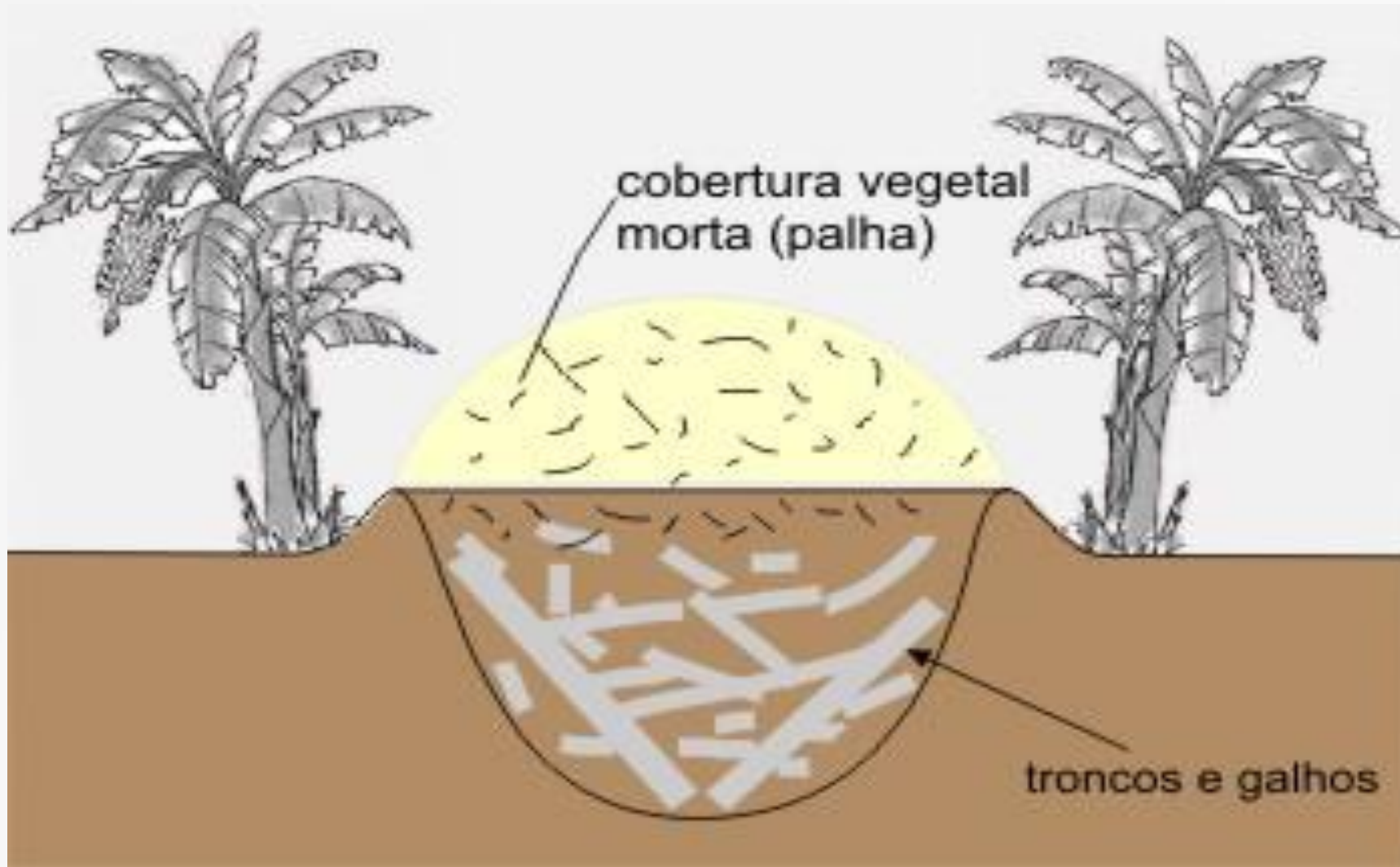
# Águas cinzas

- As águas cinzas são todas as águas de lavagem de uma residência, como de pias, chuveiros, cozinha, etc.
- Em áreas rurais geralmente são direcionadas para o ambiente superficialmente
- São ricas em Fósforo por conta dos sabões
- Causam impactos nos recursos hídricos contribuindo com o aumento da eutrofização

# águas cinzas a céu aberto



# Círculo de bananeiras - permacultura

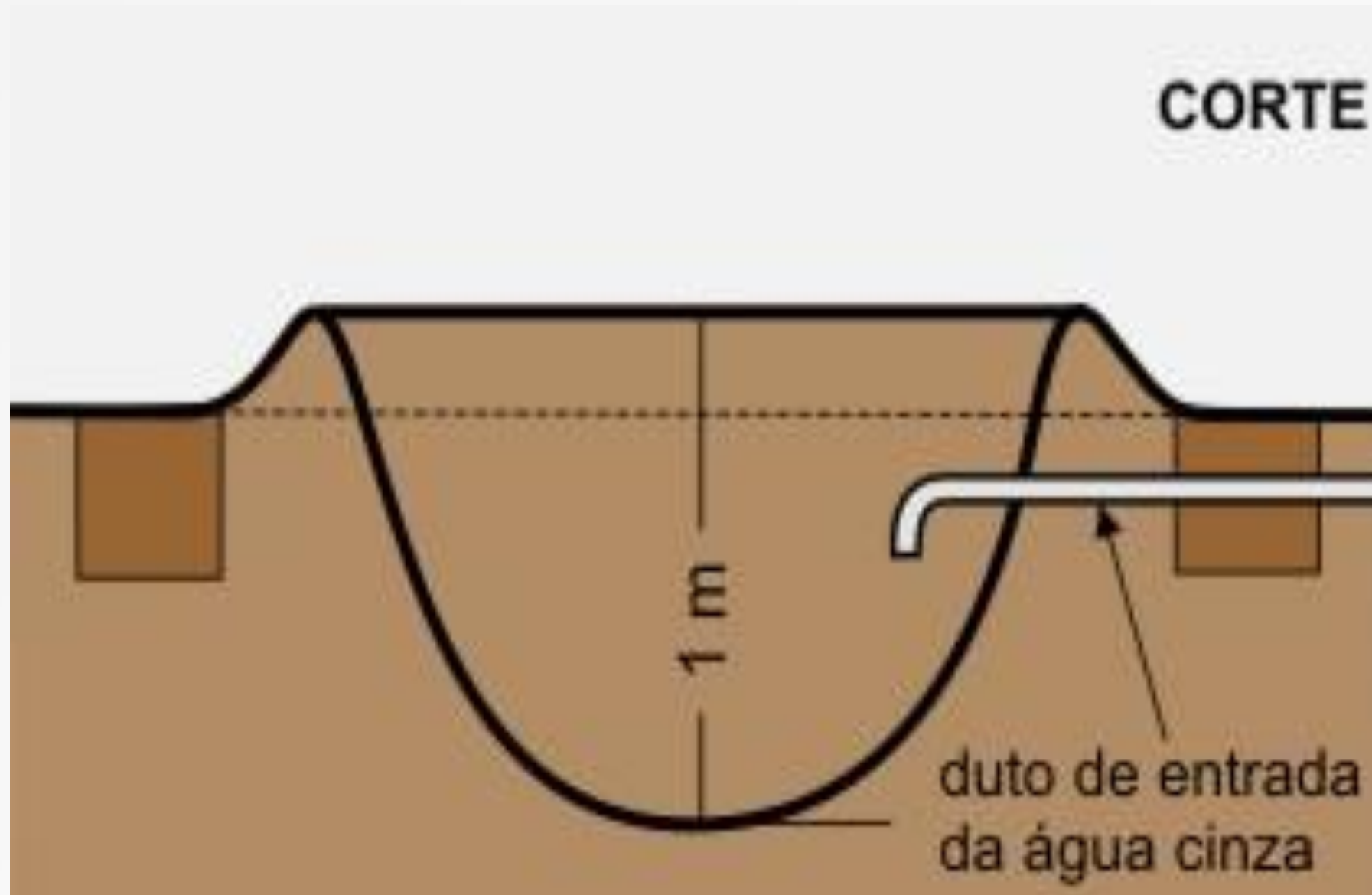


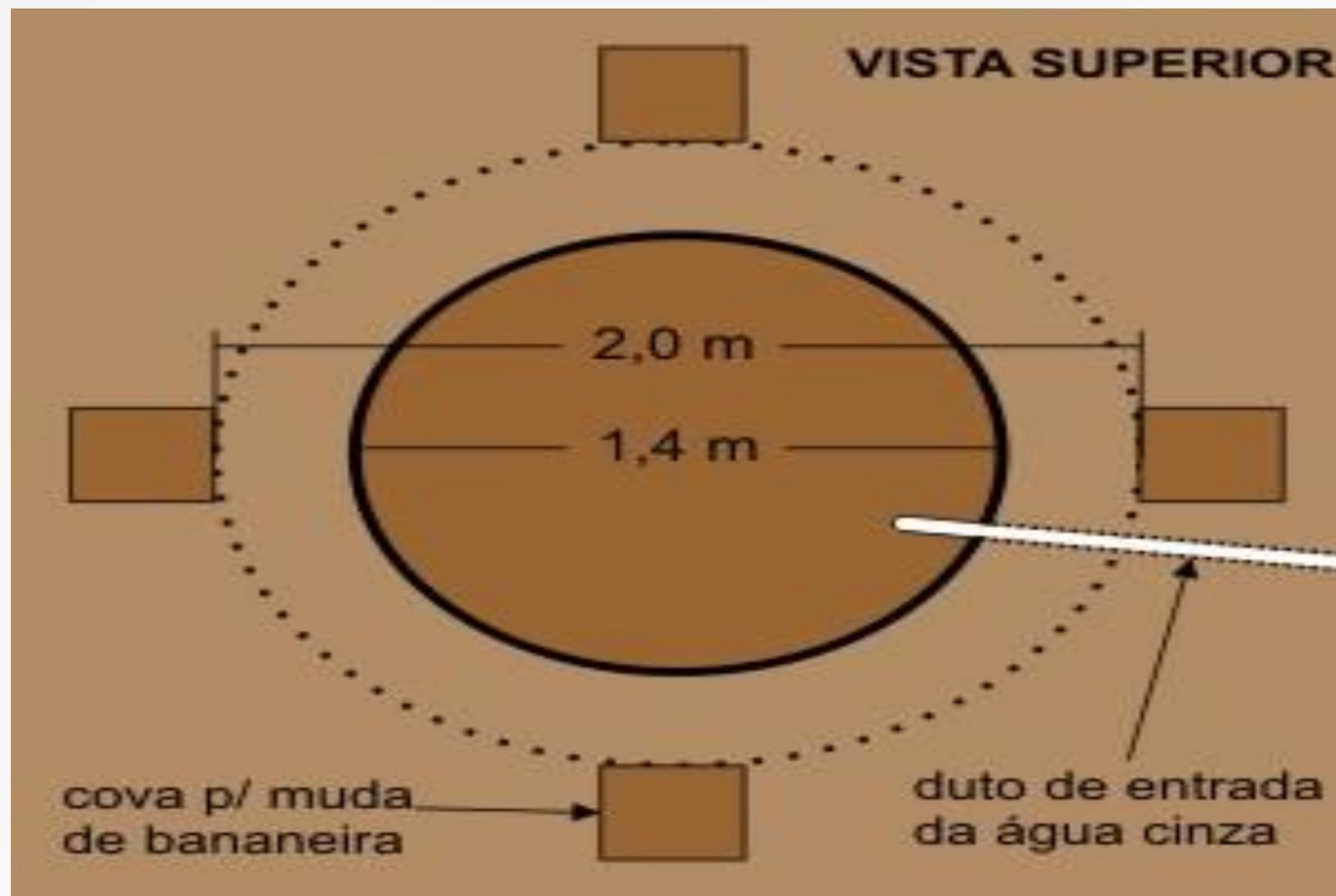


# Funcionamento

- Estruturas orgânicas que receberão bactérias e fungos decompositores
- Transformação de moléculas maiores em menores e nutrientes que serão usados pelas plantas
- Absorção de água pelas plantas que será liberado para a atmosfera pela evapotranspiração

# Como construir























# Círculos de bananeiras





Círcu



# Águas negras

- Águas negras são as águas do bojo sanitário
- São ricas em matéria orgânica
- Muitas fossas não são impermeáveis
- Muitas fossas impermeáveis estouram e não são esvaziadas
- Altamente impactante ao ambiente e saúde humana



# fossas sépticas e sumidouros



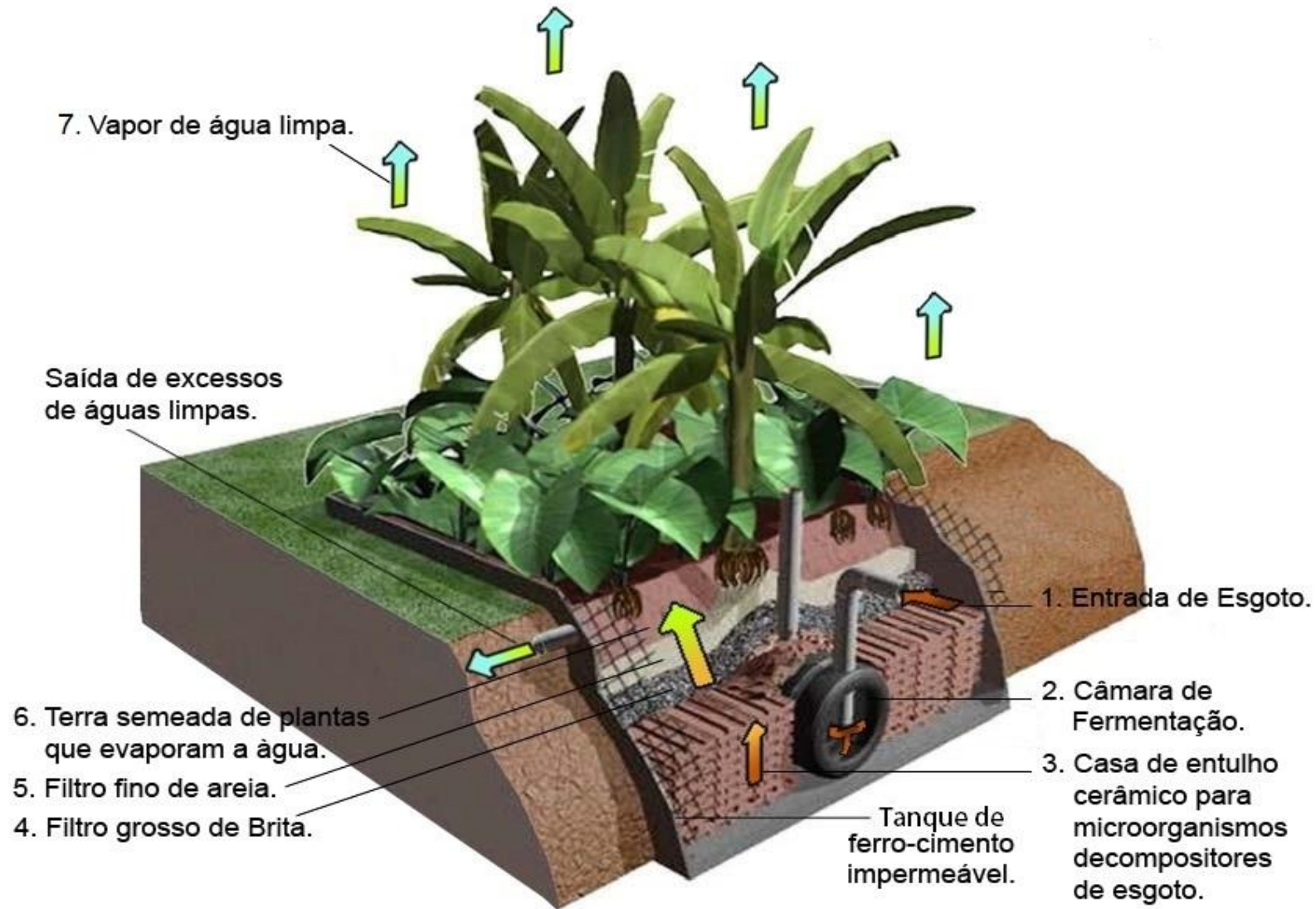


# Condomínio Amizade





# Tanque de evapotranspiração - permacultura



















# TEVAP









# Tevap





# Viveiro do Conde - TEvap

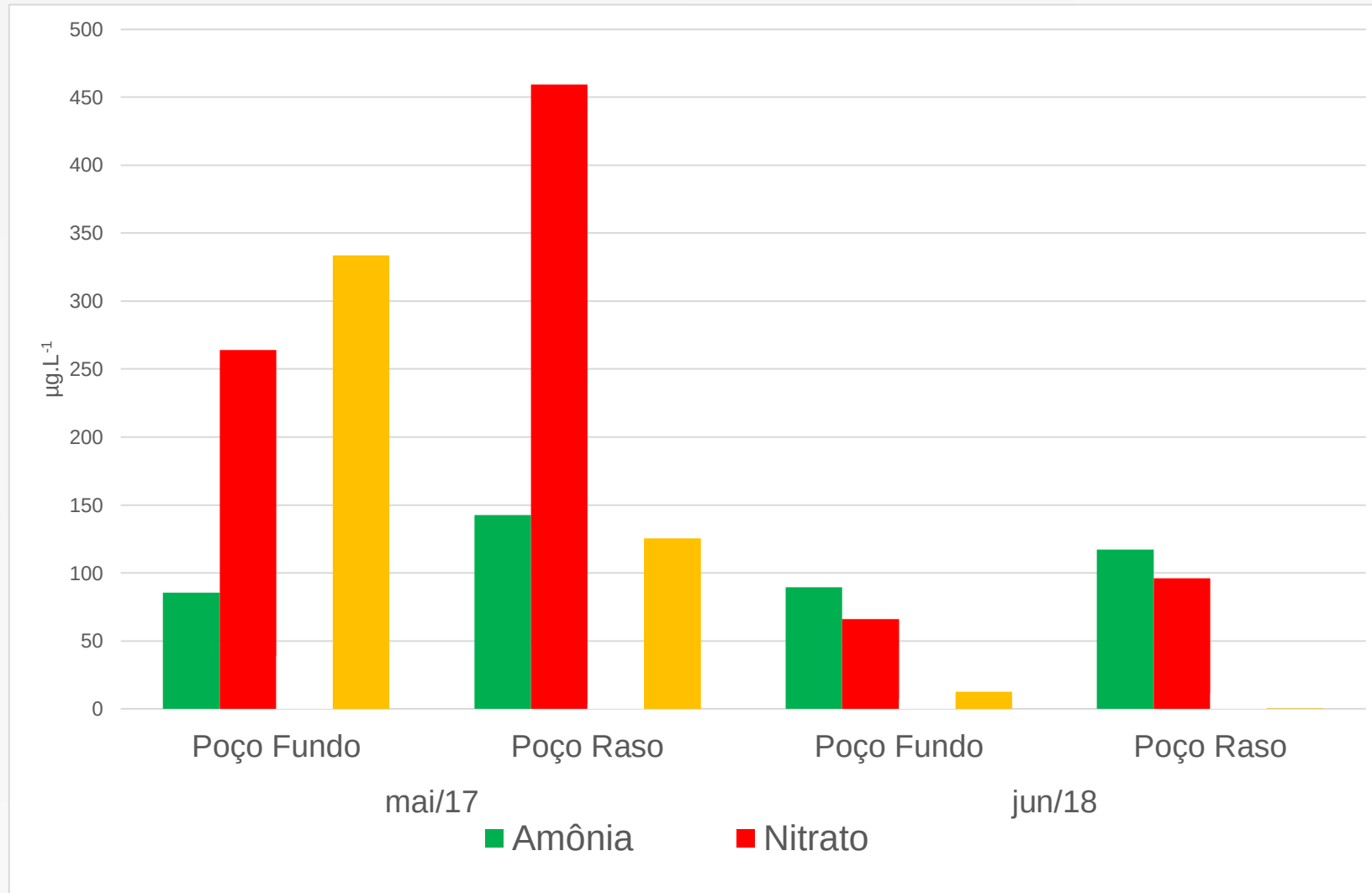








# Lençol freático



## Alternativas

REUSO DE ÁGUA

- Preserva a qualidade da água dos corpos hídricos;
- Maximiza o uso da água diante da escassez;
- Diminui as pressões sobre os mananciais;
- Dá utilidade ao esgoto “inútil”;
- Diminuição de custos e gastos.

TEWetland  
Tevap + Wetland  
artificial

- modelo misto de tratamento inédito;
- Recebe águas cinzas e negras;
- Libera água para reuso.



## TEvap – águas negras

- Tratamento anaeróbio
- Tratamento microbiológico microbiológico
- Filtração
- Absorção
- Evapotranspiração
- 
- 
- 
- 

## TEWetland – AN e Cinzas

Tratamento anaeróbio  
Tratamento

Filtração

Absorção

Evapotranspiração

dimensões

menores proporç.

drenagem

efluente

reuso/rios/açudes

## TEWetland







| CARACTERÍSTICAS      | TEWETLAND                                                   | TEVAP               | CB                | SISTEMA AUSTRALIANO                                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Composição do esgoto | AC + AN                                                     | AN                  | AC                | AC + AN                                                                                                       |
| Tipos de tratamento  | coletivo                                                    | unidomiliar         | unidomiliar       | Coletivo                                                                                                      |
|                      | Anaeróbio + aeróbio                                         | Anaeróbio + aeróbio | aeróbio           | Anaeróbio + facultativo                                                                                       |
|                      | microbiológico                                              | microbiológico      | microbiológico    | Microbiológico                                                                                                |
|                      | biodigestão                                                 | biodigestão         | decomposição      | Decomposição                                                                                                  |
|                      | fitorremediação                                             | fitorremediação     | fitorremediação   | Decantação                                                                                                    |
| Perda de água        | evapotranspiração                                           | evapotranspiração   | evapotranspiração | Evaporação/efluente                                                                                           |
| Efluente             | geração de efluente incolor e inodor e de elevada qualidade | Não há              | Não há            | Geração de efluente rico em cianobactérias, coliformes e compostos nitrogenados e fosfatados e com mau cheiro |
| Custo de construção  | baixo                                                       | baixo               | baixo             | Alto                                                                                                          |
| Espaço ocupado       | pequeno                                                     | pequeno             | pequeno           | Grandes áreas                                                                                                 |
| Gastos com energia   | não tem                                                     | não tem             | não tem           | requer para elevatórias e                                                                                     |

## TEWetland - 9 ODS







*Canna  
indica indica*



*Heliconia psittacorum*



*Xanthosoma sagittifolium*









2022/01/25











# TEWetland

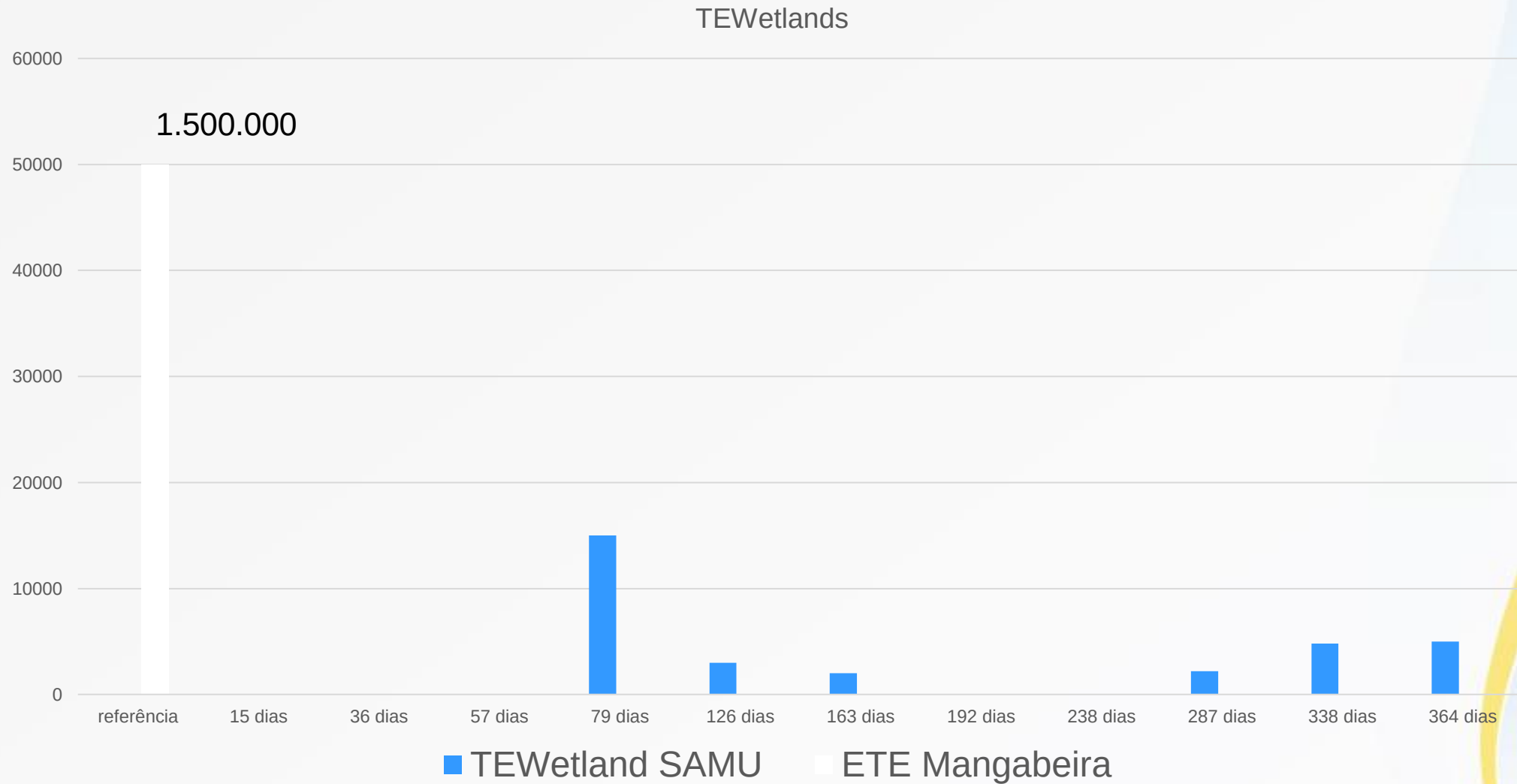




# TEWetlands individuais



# Coliformes totais





# DBO e DQO na primeira fossa

- DBO – Eficácia de 80% de redução
- DQO – eficácia de 70% de redução
- Parasitos ausentes
- Sólidos totais sedimentáveis 0,0 mg/L

Concentração dos diversos parâmetros de efluentes de ETEs e os protótipos TEWetland (1º módulo – TEVAP). FS+FA: fossa séptica + filtro anaeróbio, LF: lagoas facultativas, LAN+LF: lagoas anaeróbias + lagoas facultativas, LA: lodos ativados, UASB: reator UASB sem pós-tratamento, UASB+POS: reator UASB + pós-tratamento, UPA: TEWetland\_UPA, SAMU: TEWetland\_SAMU

|                                        | FS+FA                        | LF                           | LAN+<br>LF                   | LA                           | UASB                         | UASB+P<br>OS                 | UPA                          | SAMU                         |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>DBO</b><br><b>mg.L<sup>-1</sup></b> | 292                          | 136                          | 89                           | 35                           | 98                           | 42                           | 27,00                        | 25,00                        |
| <b>DQO</b><br><b>mg.L<sup>-1</sup></b> | 730                          | 525                          | 309                          | 92                           | 251                          | 141                          | 75,00                        | 67,00                        |
| <b>C.T</b>                             | 5,3.10 <sup>6</sup><br>(NMP) | 1,2.10 <sup>6</sup><br>(NMP) | 4,3.10 <sup>6</sup><br>(NMP) | 1,3.10 <sup>5</sup><br>(NMP) | 3,4.10 <sup>7</sup><br>(NMP) | 9,7.10 <sup>6</sup><br>(NMP) | 6,8.10 <sup>3</sup><br>(UFC) | 8,9.10 <sup>3</sup><br>(UFC) |



# Efluente Resolução 430 e 357 CONAMA

| Parâmetros                    | TEWetland<br>UPA     | TEWetland<br>SAMU    | CONAMA 357<br>rios Classe 1 | CONAMA 430<br>lançamento em rios<br>Classe 1 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )  | 3,455 ( $\pm$ 1,910) | 4,99 (+1,910)        | -                           | 20                                           |
| Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> ) | 1,026 ( $\pm$ 1,988) | 0,49 (+1,910)        | 1                           | -                                            |
| Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> ) | 2,732 ( $\pm$ 1,835) | 4,428 (+1,910)       | 10                          | -                                            |
| pH                            | 7,34 ( $\pm$ 0,412)  | 7,32 (+1,910)        | 6 – 9                       | 6 – 9                                        |
| DBO (mg.L <sup>-1</sup> )     | 35,70 ( $\pm$ 20,35) | 35,48 ( $\pm$ 16,53) | -                           | 60                                           |
| DQO (mg.L <sup>-1</sup> )     | 94,72 ( $\pm$ 60,43) | 91,78 ( $\pm$ 38,78) | -                           | 150                                          |
| Coliformes (UFC)              | 3.410 ( $\pm$ 3.599) | 8.780 ( $\pm$ 7.322) | -                           | -                                            |
| SST                           | 0,00                 | 0,00                 | -                           | 1,00                                         |

# TEWetland unidomiciliares em caixas de água













praias e áreas de mangue ou beira de rios





# TEWETLAND





# TEWetland para 9 casas - 36m<sup>2</sup> + 5m<sup>2</sup>









## **Termos da NBR 13969 que já são utilizados no TEWetland (Tanques Sépticos)**

**3.2.** reuso local de esgoto tratado: Utilização local do esgoto tratado para diversas finalidades, exceto para o consumo humano.

**3.3.** reator biológico: Unidade que concentra microorganismos e onde ocorrem as reações bioquímicas responsáveis pela remoção dos componentes poluentes do esgoto.

**3.4.** filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente; filtro anaeróbio: Reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos, onde atuam microorganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

## **Termos da NBR 13969 que já são utilizados no TEWetland (Tanques Sépticos)**

**3.6.** filtro de areia: Tanque preenchido de areia e outros meios filtrantes, com fundo drenante e com esgoto em fluxo descendente, onde ocorre a remoção de poluentes, tanto por ação biológica quanto física.

**4.3.2.2.** Especificação do meio filtrante a ser utilizado para filtração  
São os seguintes os materiais que podem ser utilizados como meio filtrante, conjuntamente ou isoladamente: a) areia, com diâmetro efetivo na faixa de 0,25 mm a 1,2 mm, com coeficiente de uniformidade inferior a 4; b) pedregulho ou pedra britada

**A NBR 7229 não traz muitas diferenças, também são sistemas que geram lodo e espuma, o que o TEWetland não gera**



# Patente

- O TEWetland está patenteado, mas pode ser construído em qualquer lugar com a nossa orientação
- INPI - **BR 102022015307-8 A2**

# Uso do efluente de TEWetland na horta

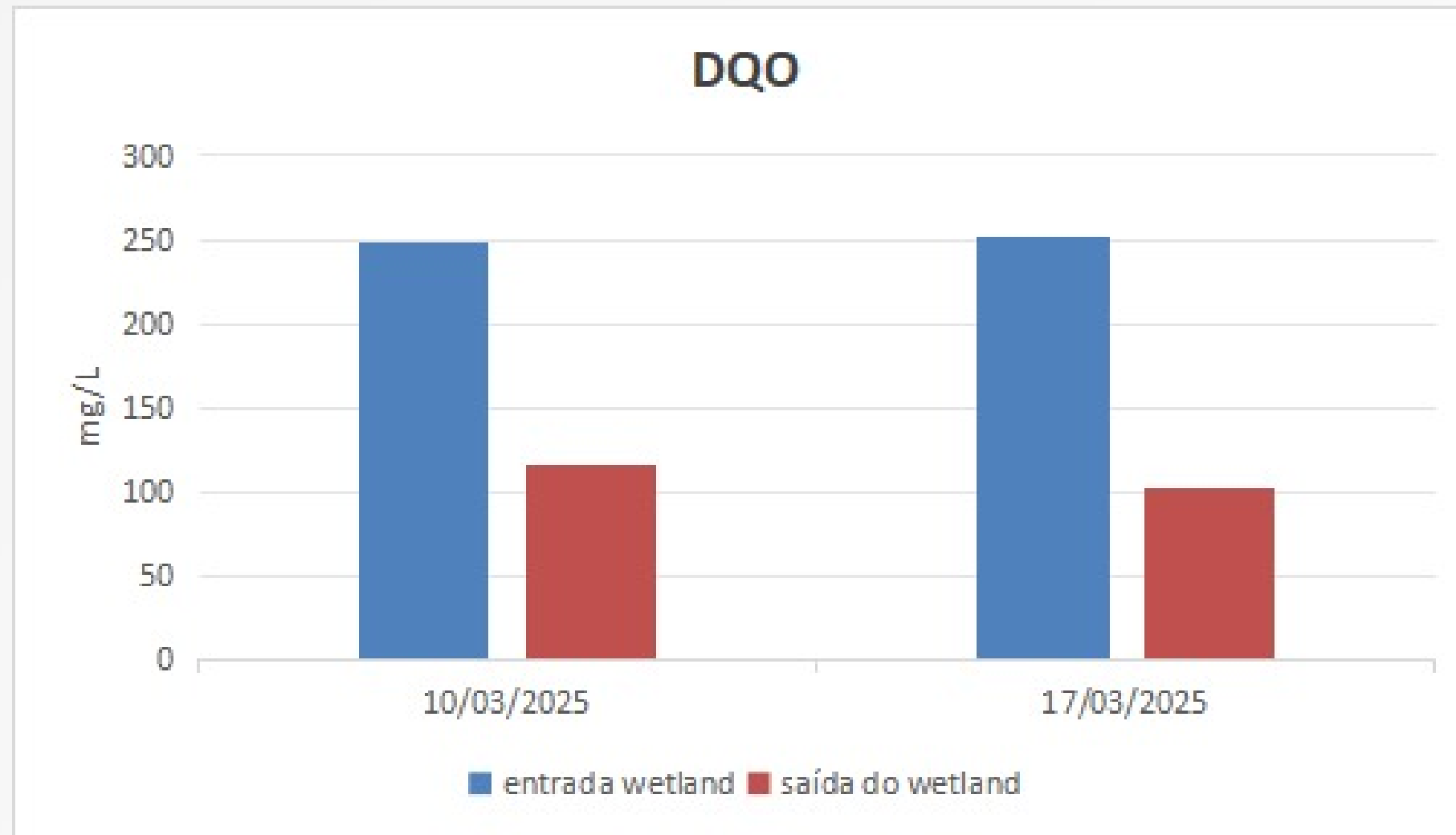






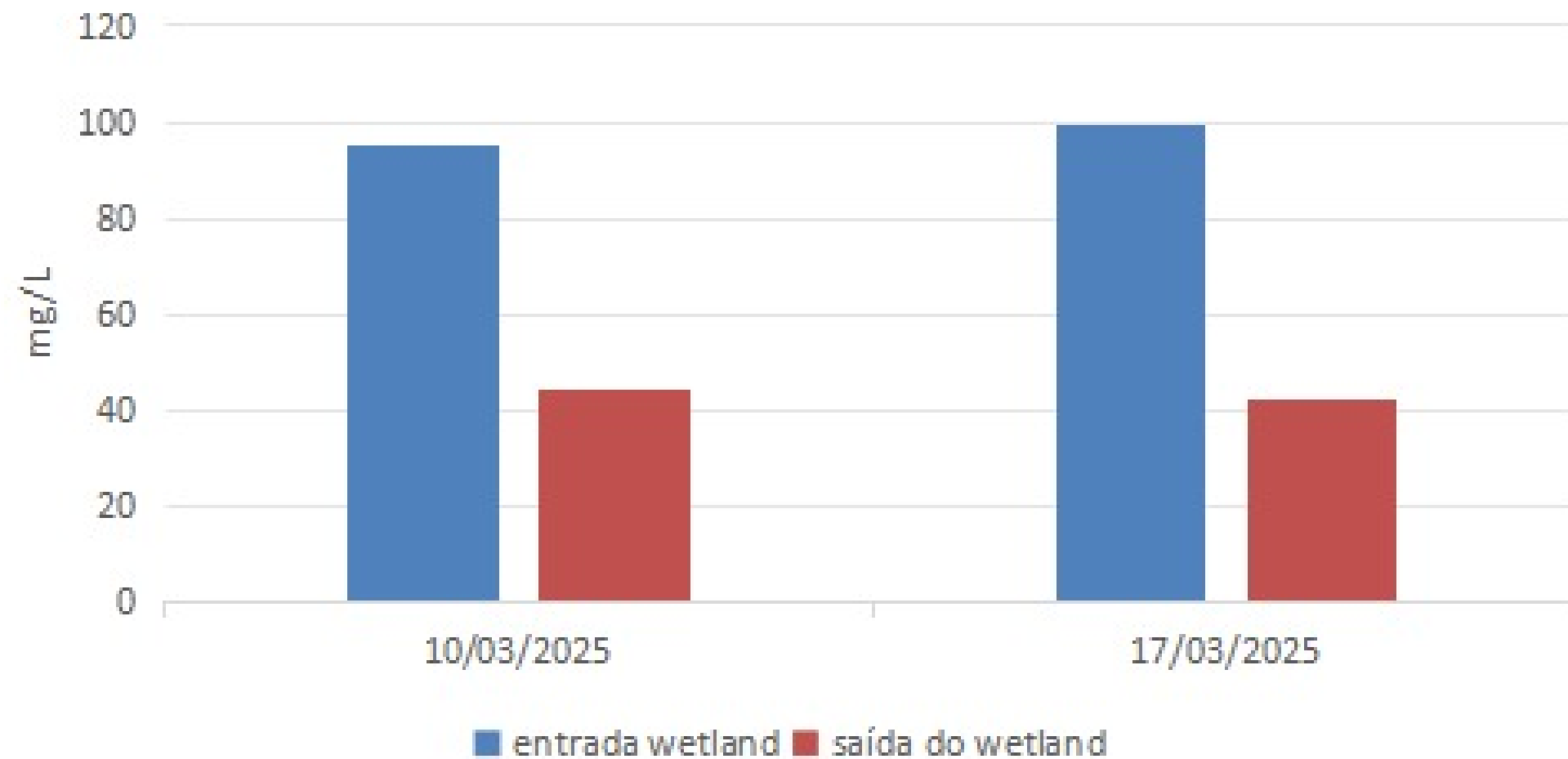


# Efeito do wetland no efluente de saída

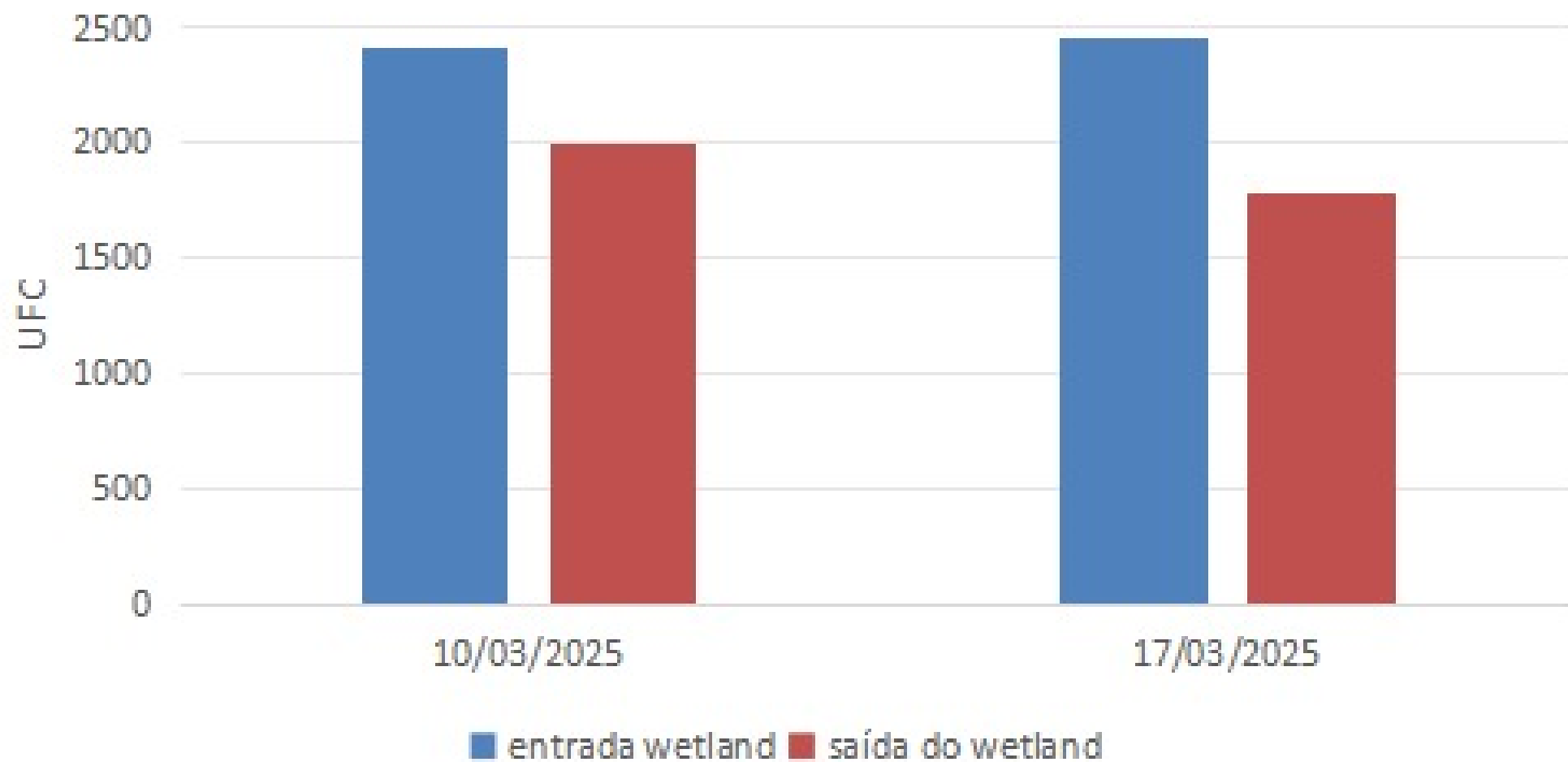




## DBO

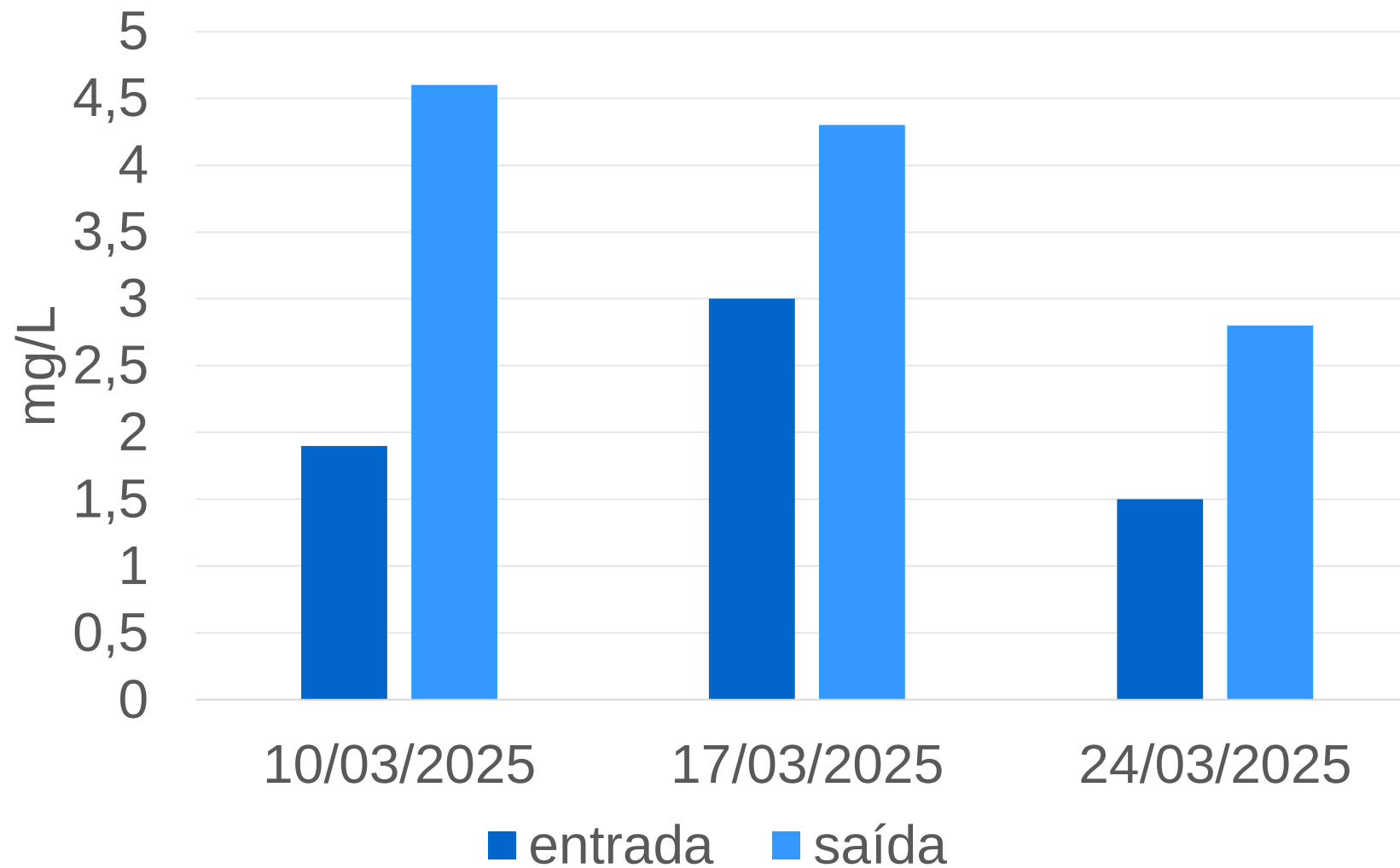


## Coliformes





## oxigênio



# Despoluição nos rios

- Pode ser usado:
- biofilme
- Manejo de macrófitas
- Fossas ecológicas





# Biorremediação com biofilme

- Biofilme - comunidade formada por microrganismos aquáticos nativos incluindo decompositores e produtores primários







# Recuperação do Rio do Cabelo

- **Diagnóstico das condições ambientais**
- Nascentes desmatadas
- Esgotos de um presídio lançados perto das nascentes
- águas cinzas lançadas no ambiente
- fossas vazadas (nunca enchem)
- Criação de animais perto do rio (porcos e cavalos)

# P1 - nascentes





# Despoluição do Rio do Cabelo - Área de nascentes do Rio do Cabelo (presídios Mangabeira)



# Segunda nascente do Rio do Cabelo (quadramares)





# Instalação de módulos de biofilme



# MANEJO DE PLANTAS AQUÁTICAS





# Ecobarreiras





# Manejo de plantas acuáticas





# Substratos artificiais para biofilme



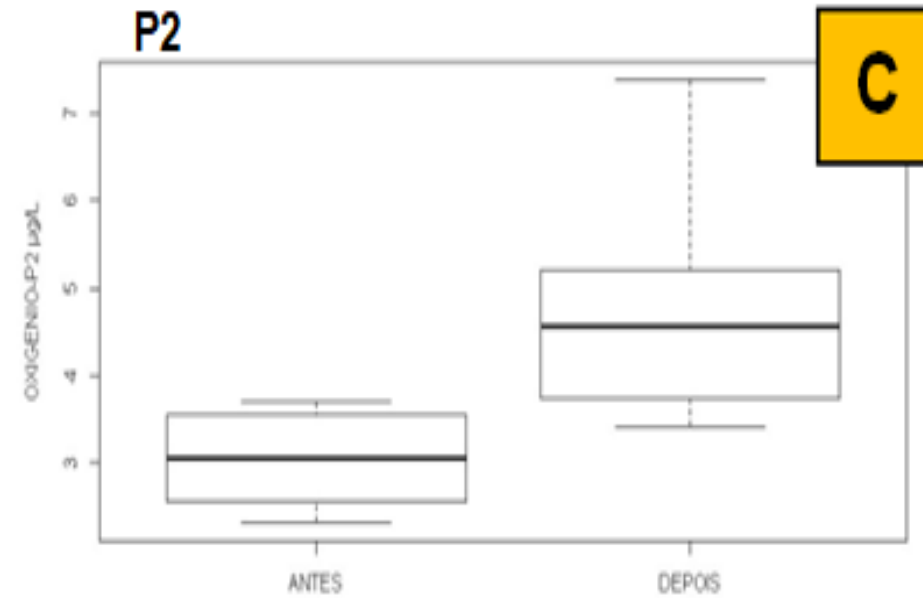
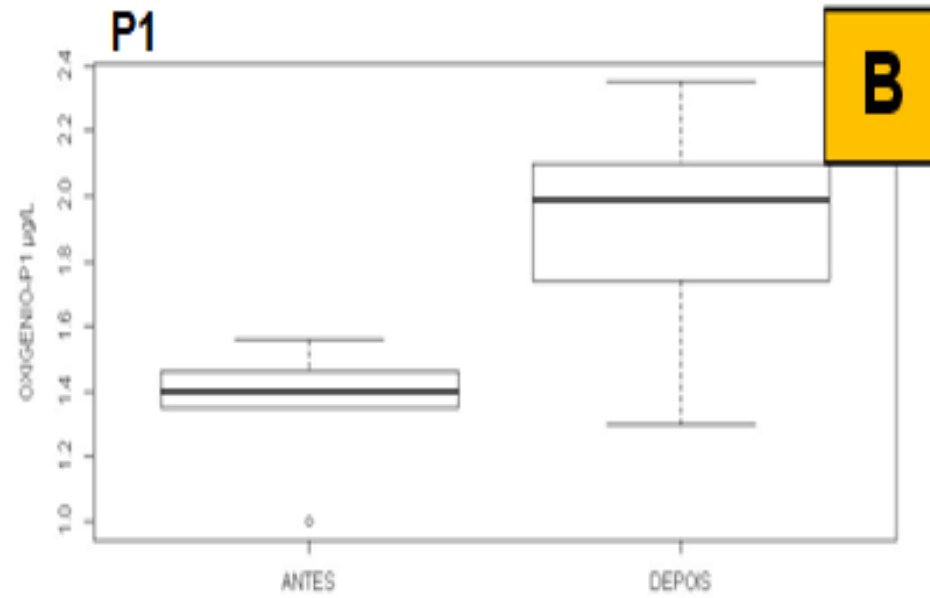


# Fossas ecológicas

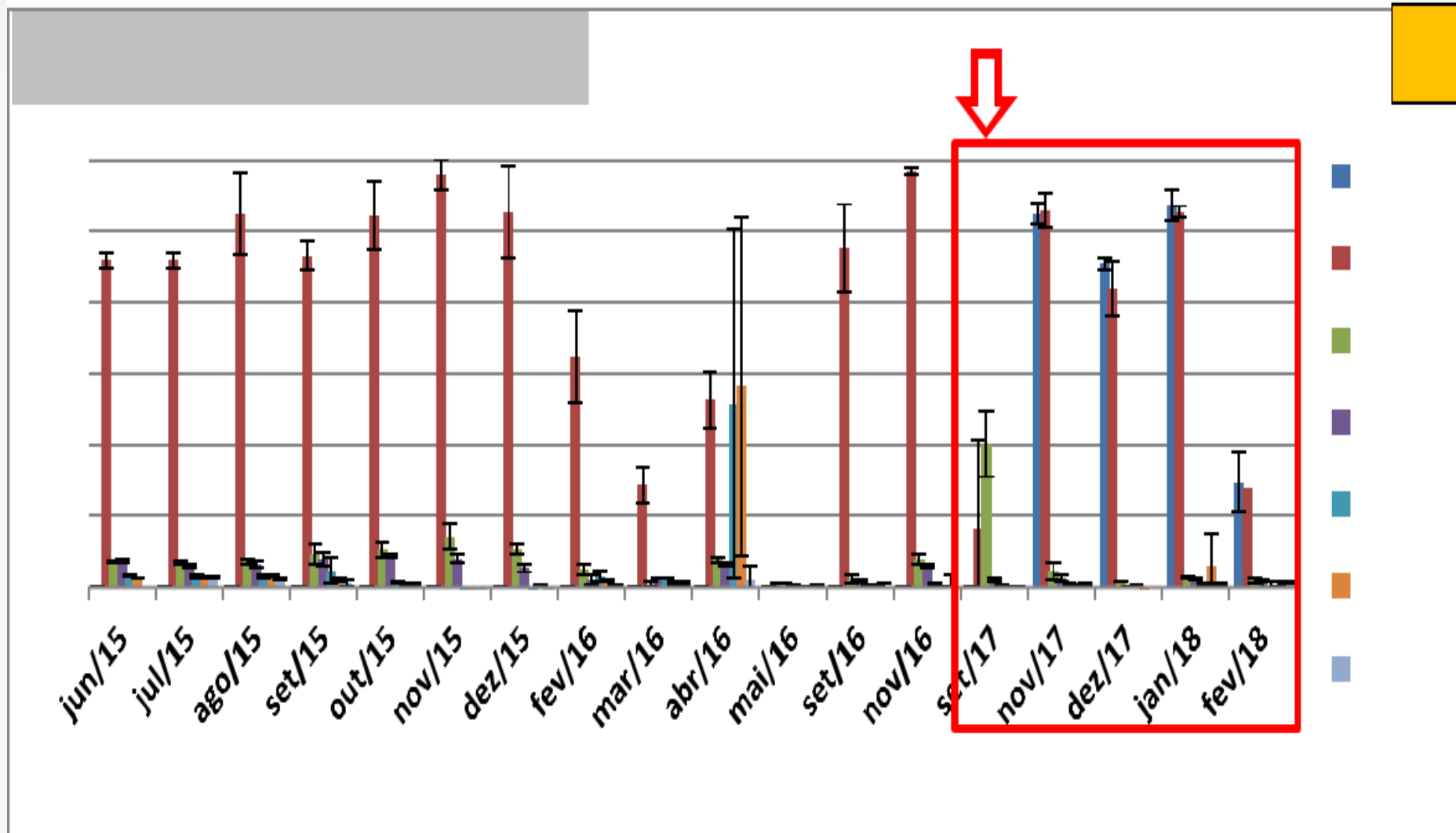




# Oxigênio

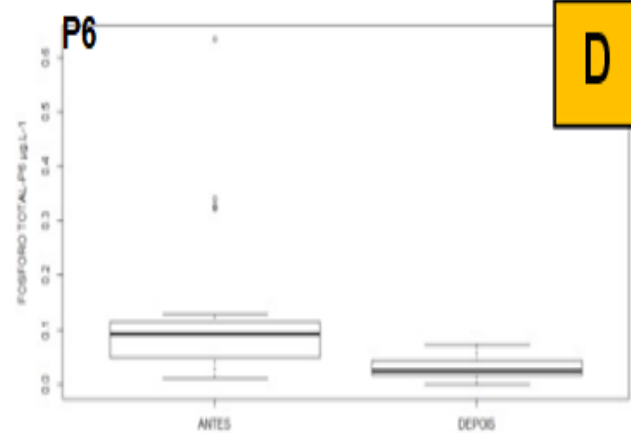
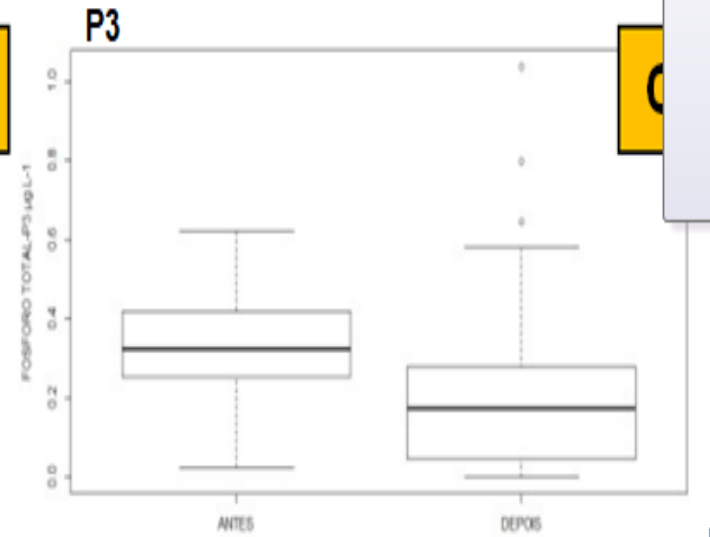
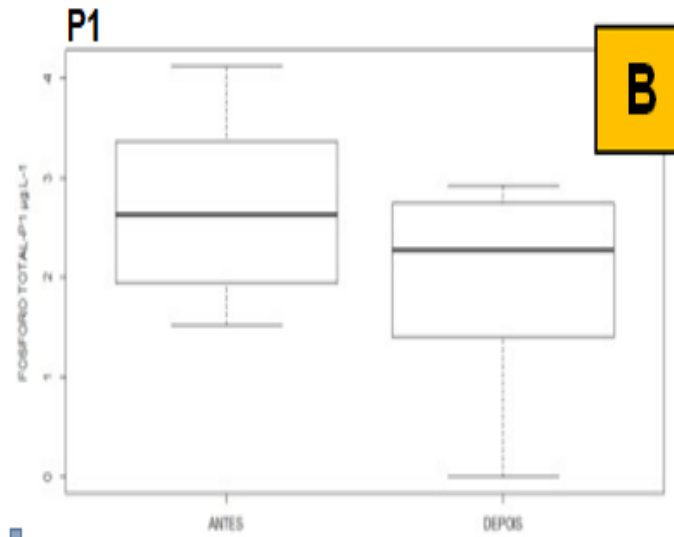


# Ortofosfato

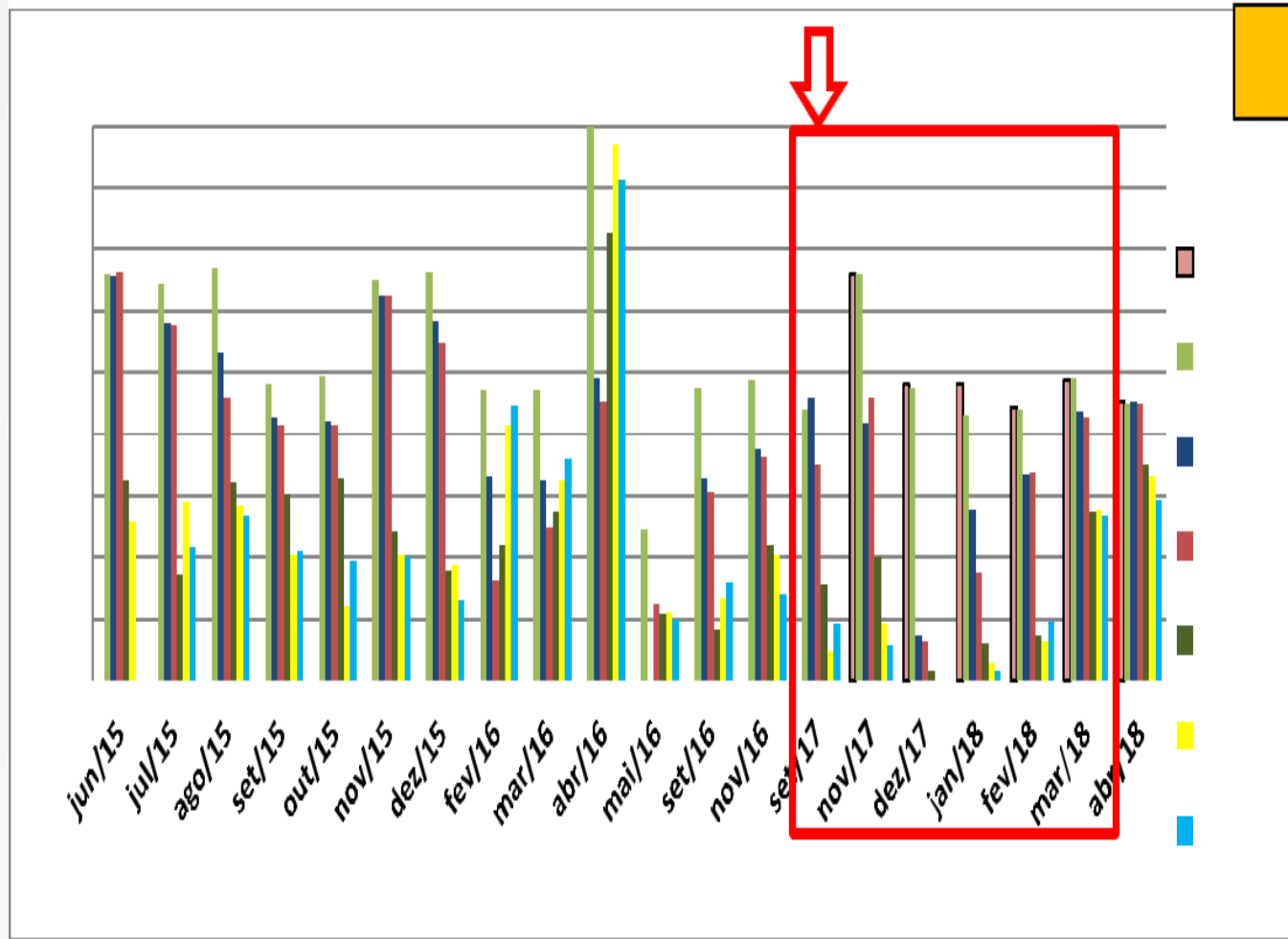




# Ortofosfato

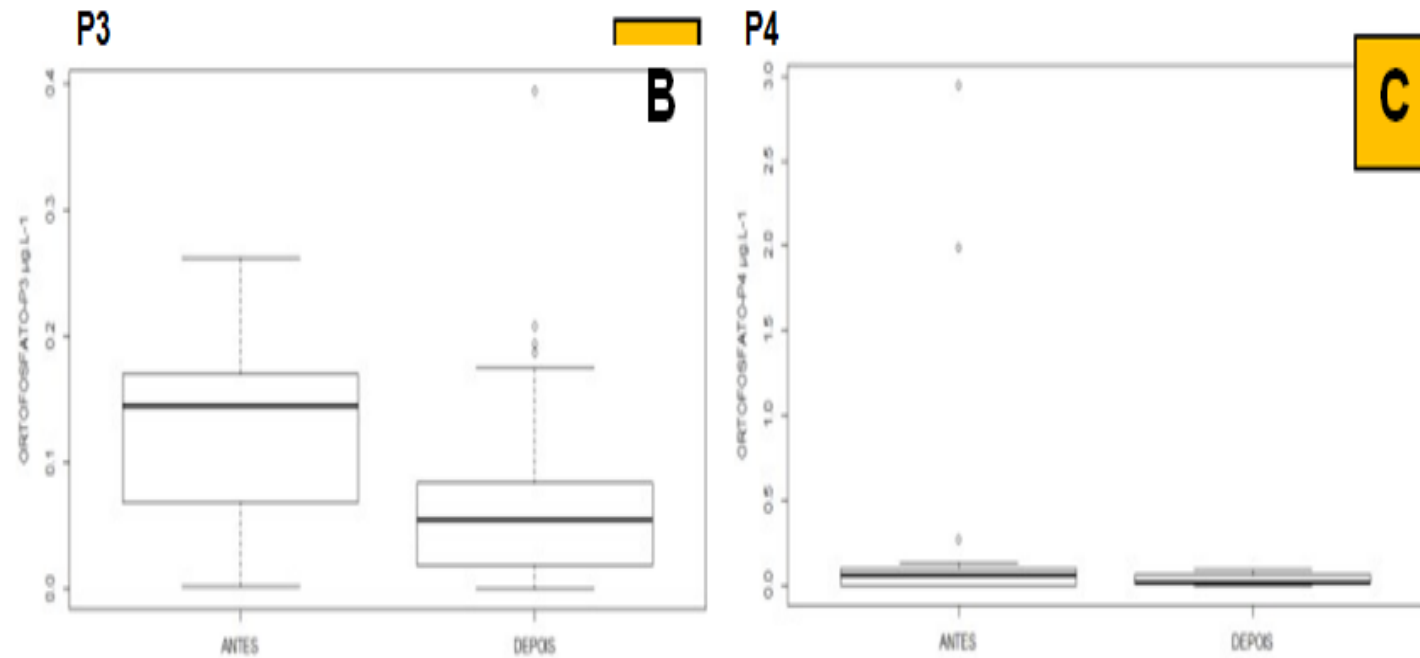


# Amônia



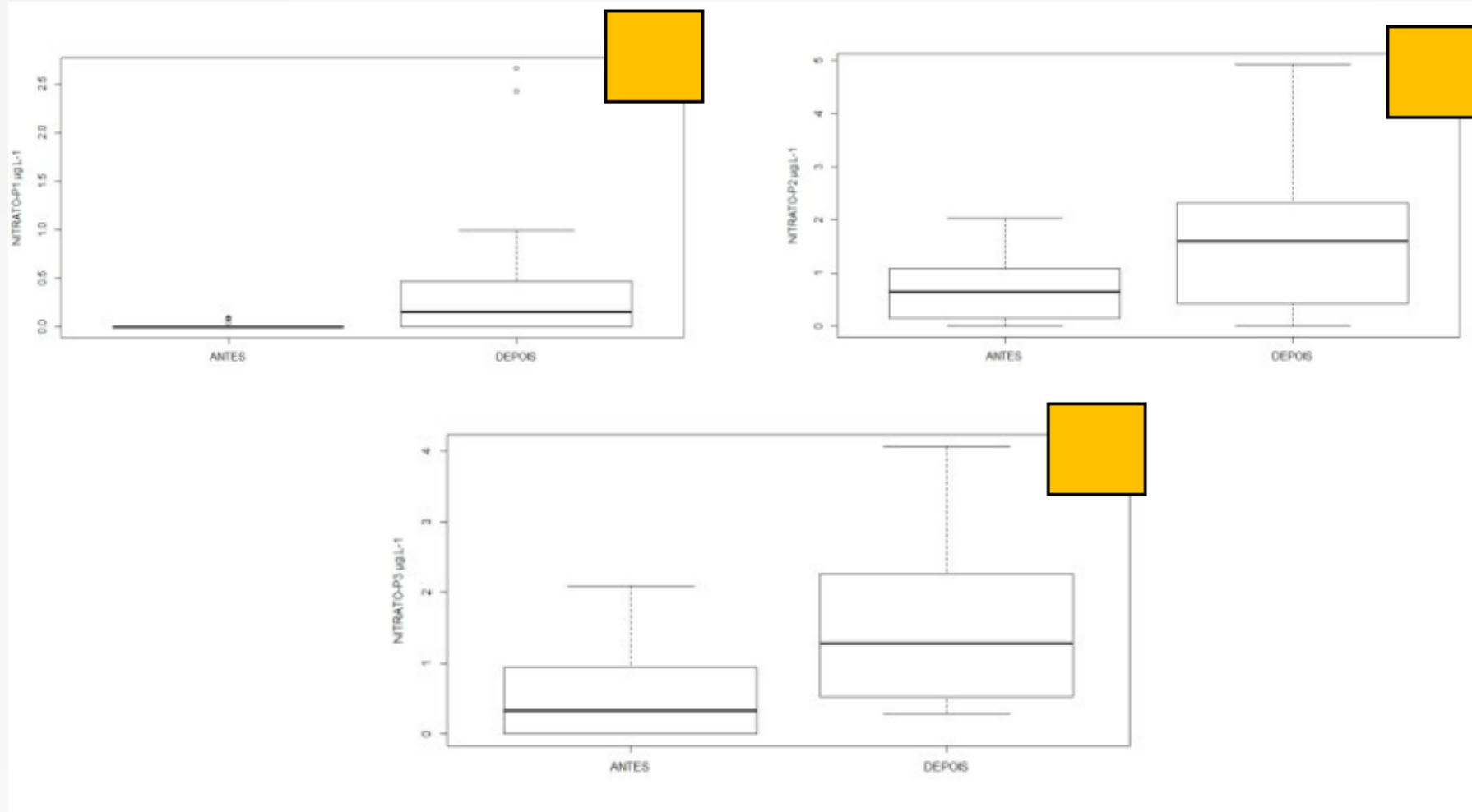


# Amônia



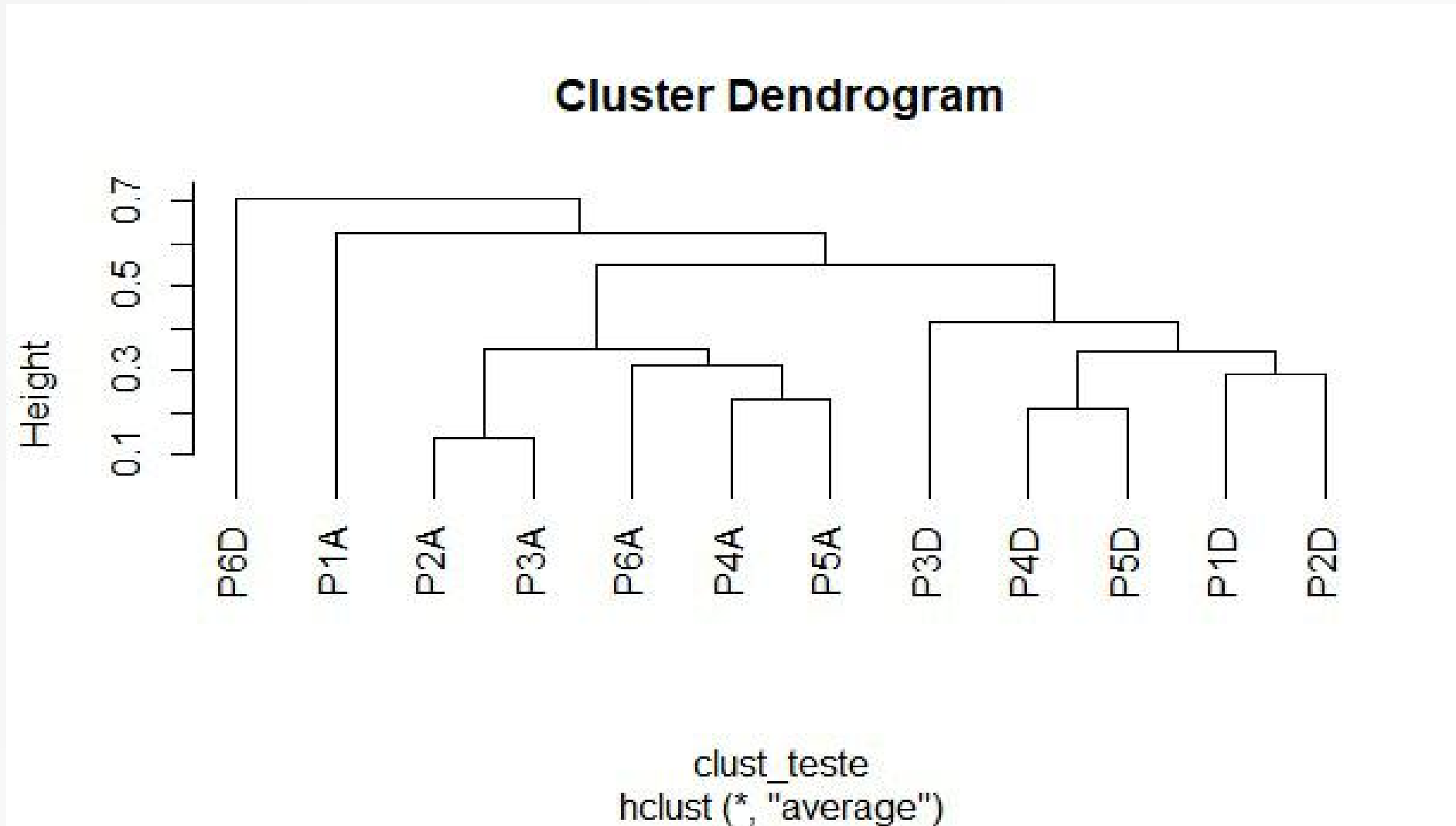
FONTE: Elaborados pela autora

# Nitrato





# Similaridade



# Antes da restauração





# Após restauração





# Após restauração

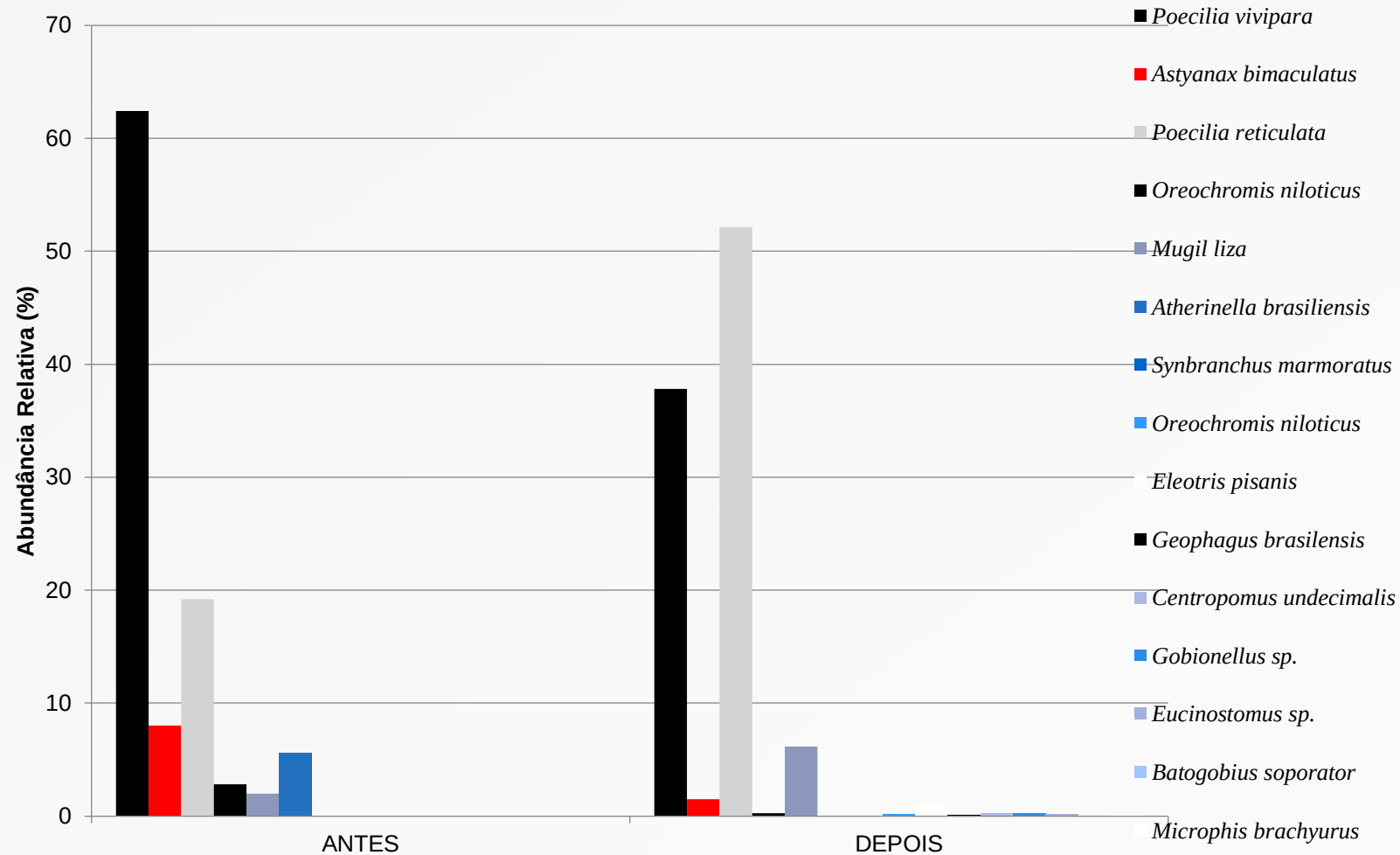




# Foz do Rio do Cabelo (AFRAFEP) nascimento do mangue



# Espécies de peixes





# Volta à pesca



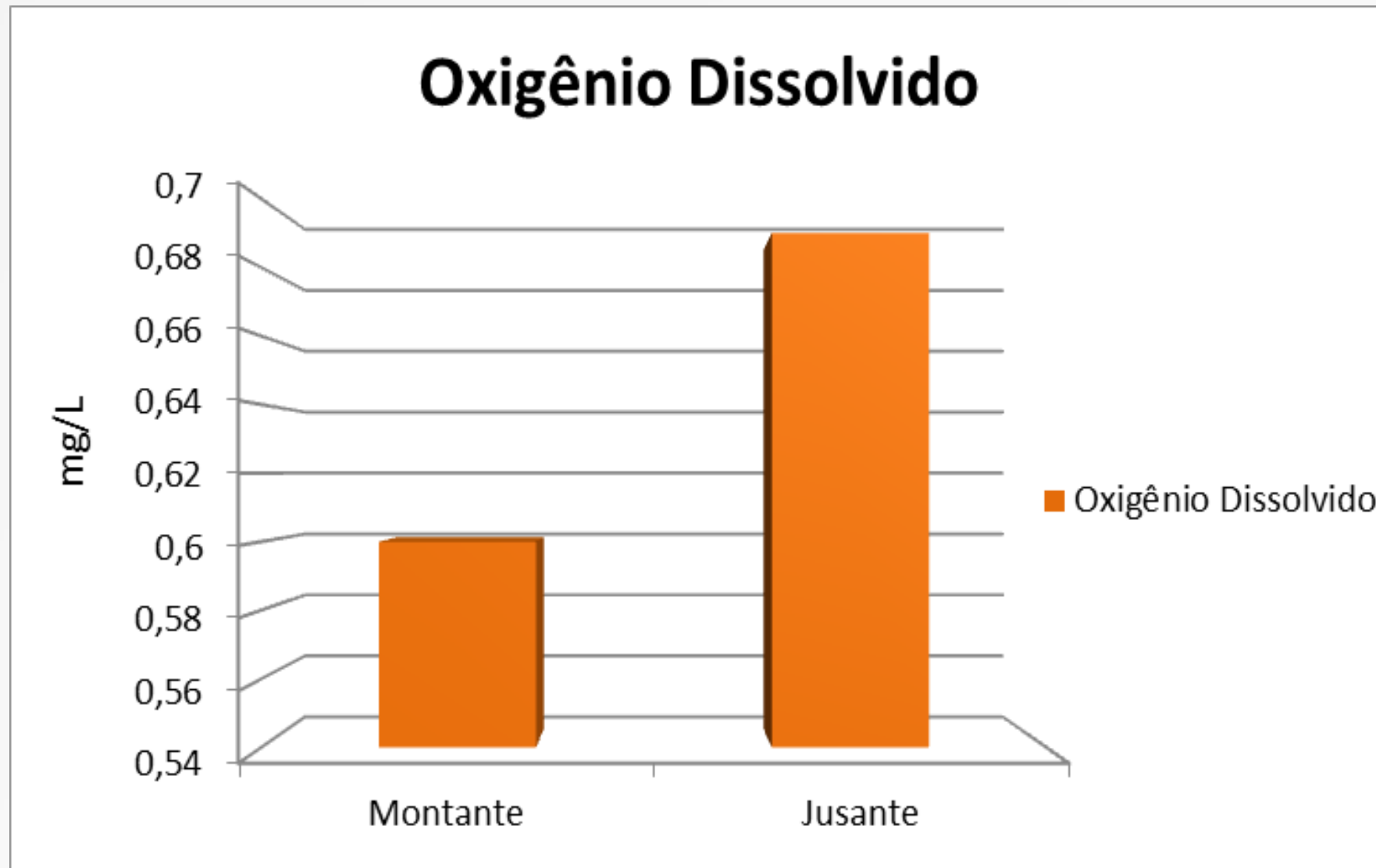


# Rio Jaguaribe Oitizeiro

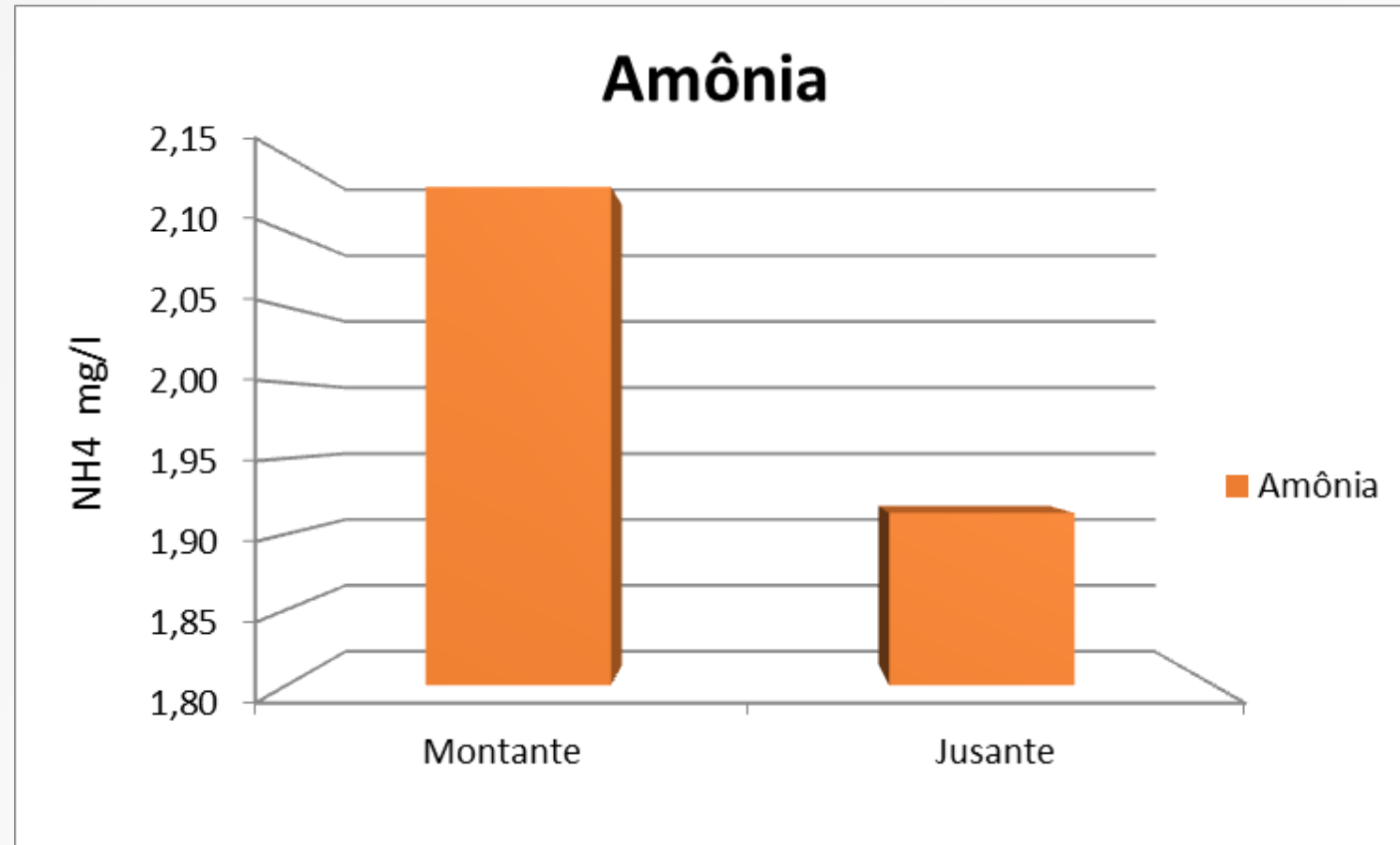




# Rio Jaguaribe

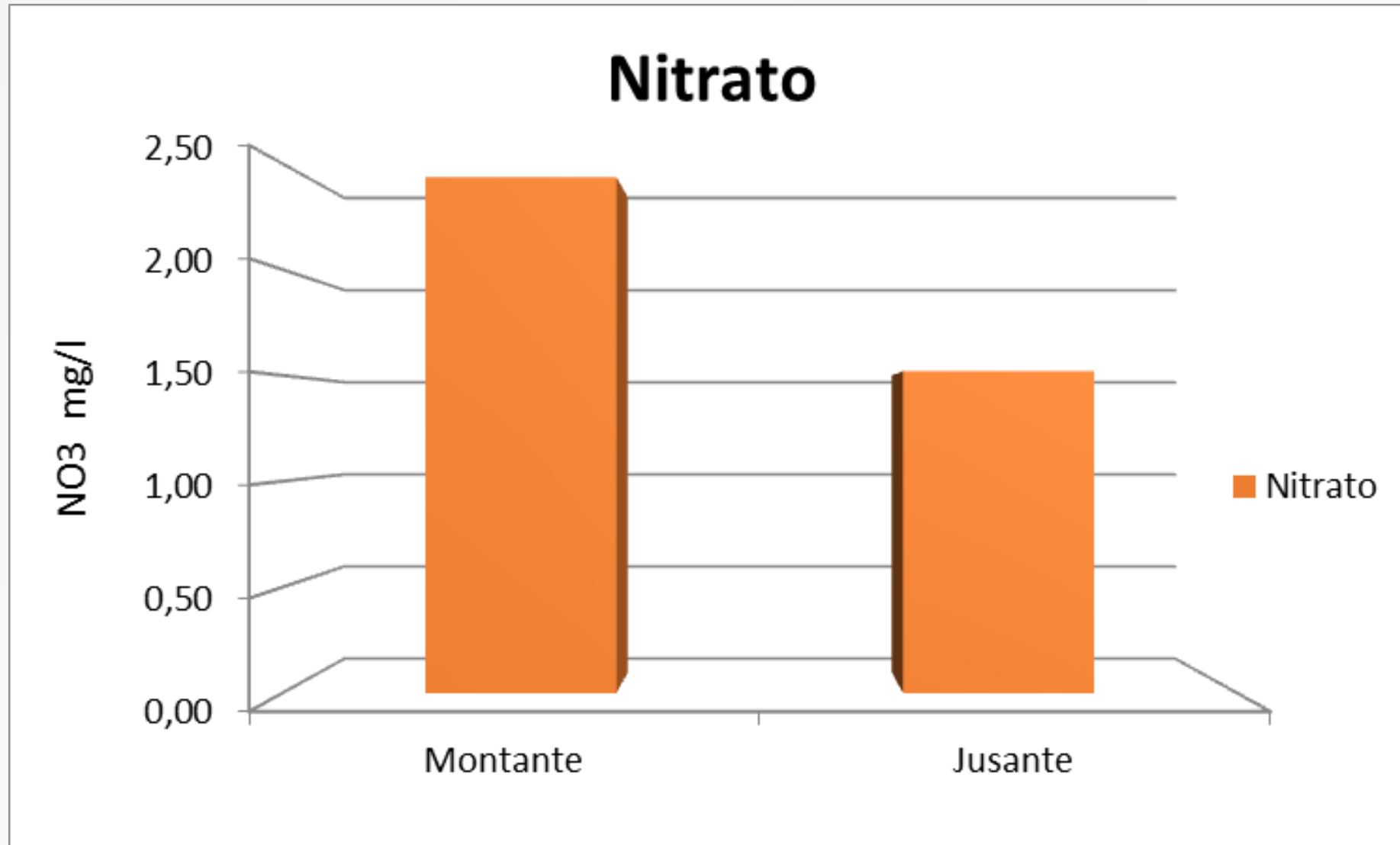


# Rio Jaguaribe

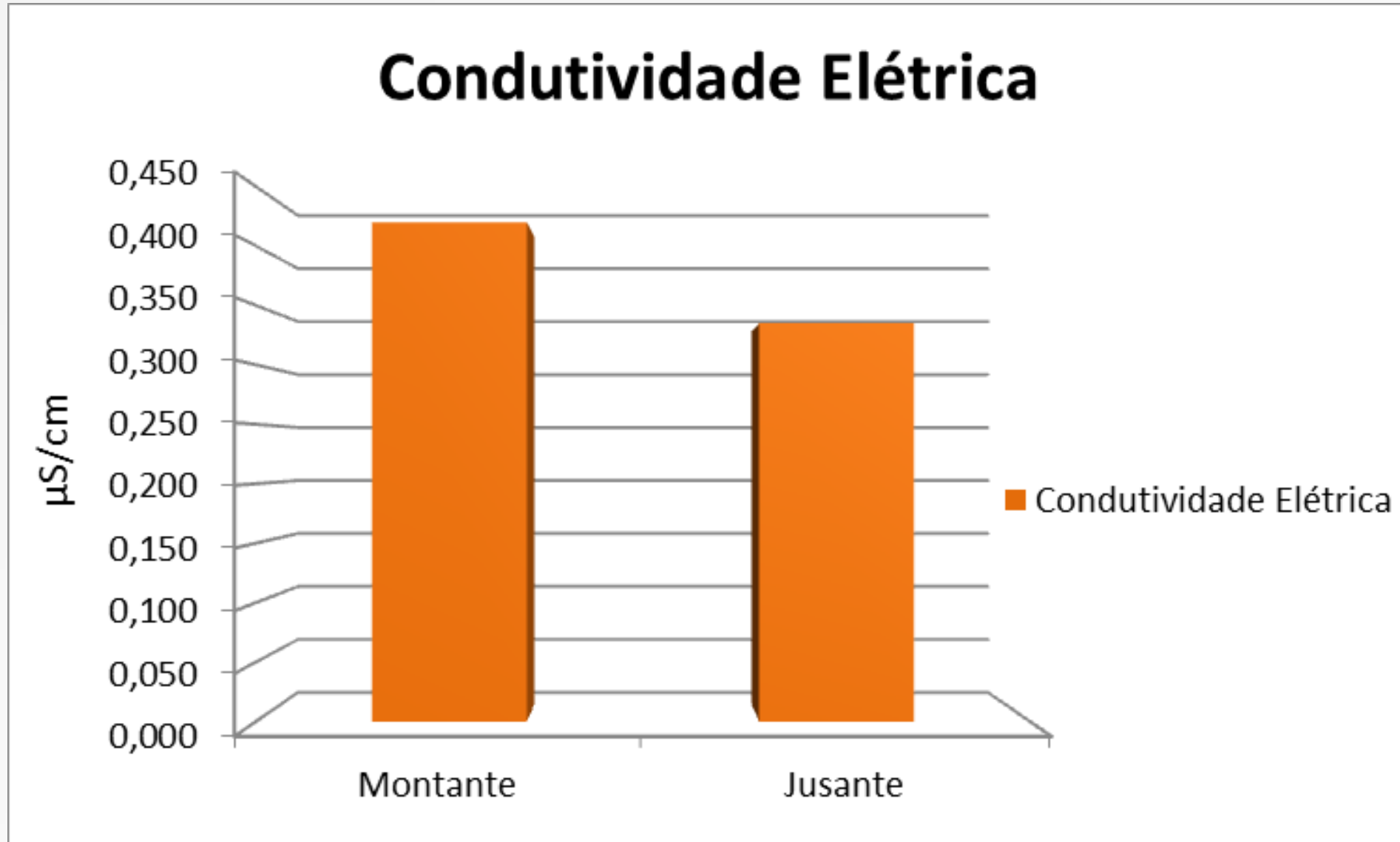




# Rio Jaguaribe

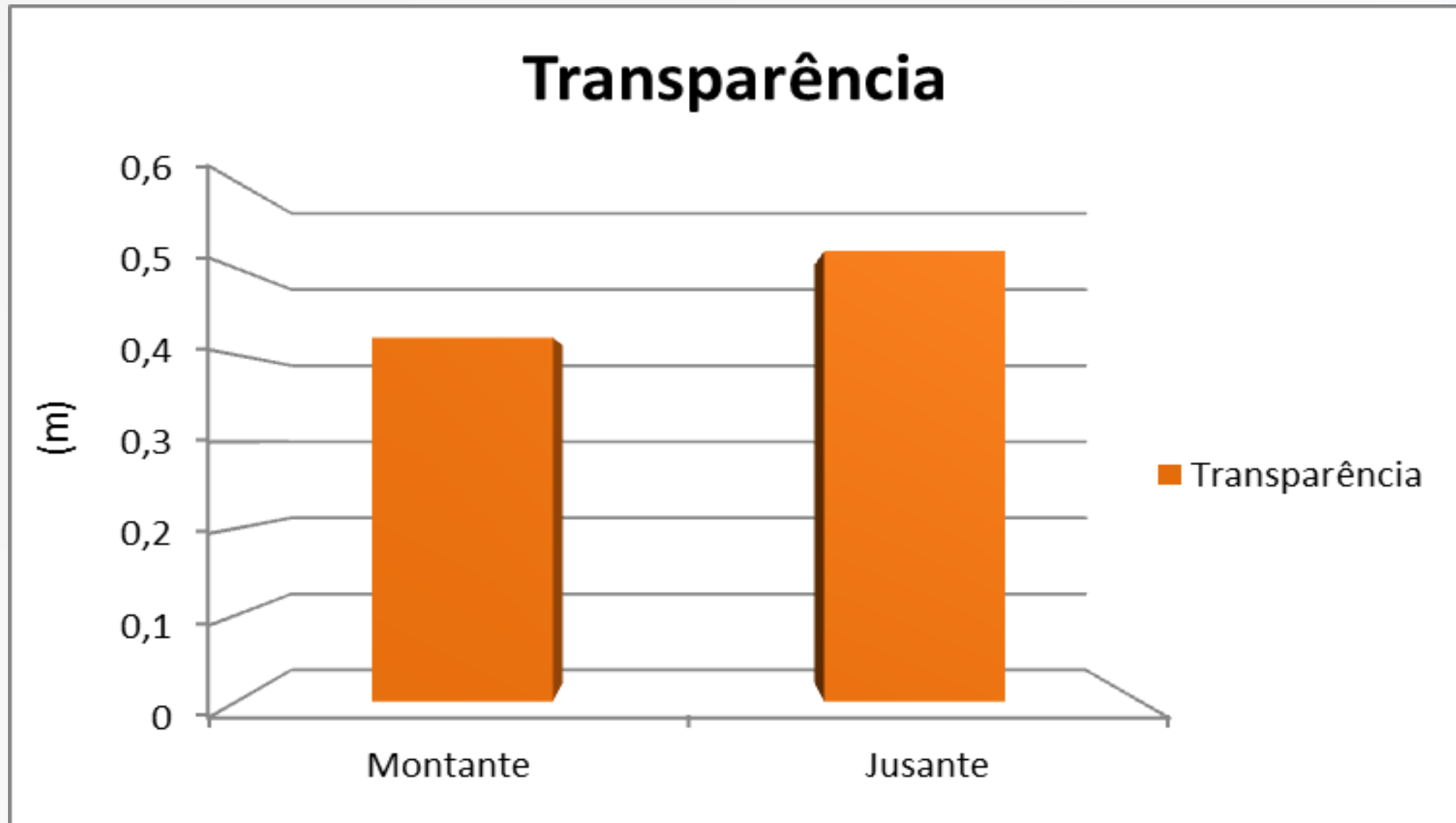


# Rio Jaguaribe

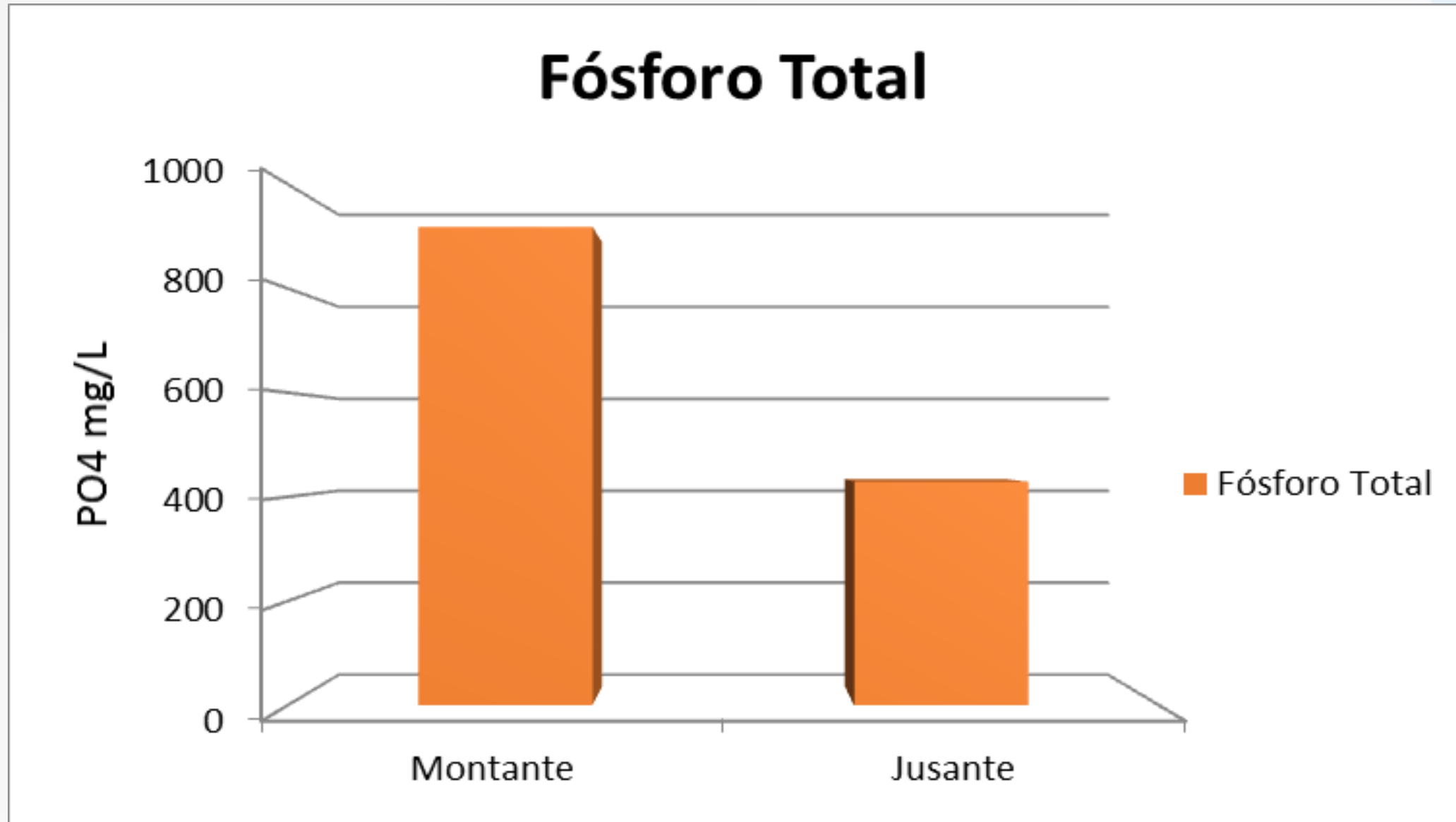




# Rio Jaguaribe



# Rio Jaguaribe





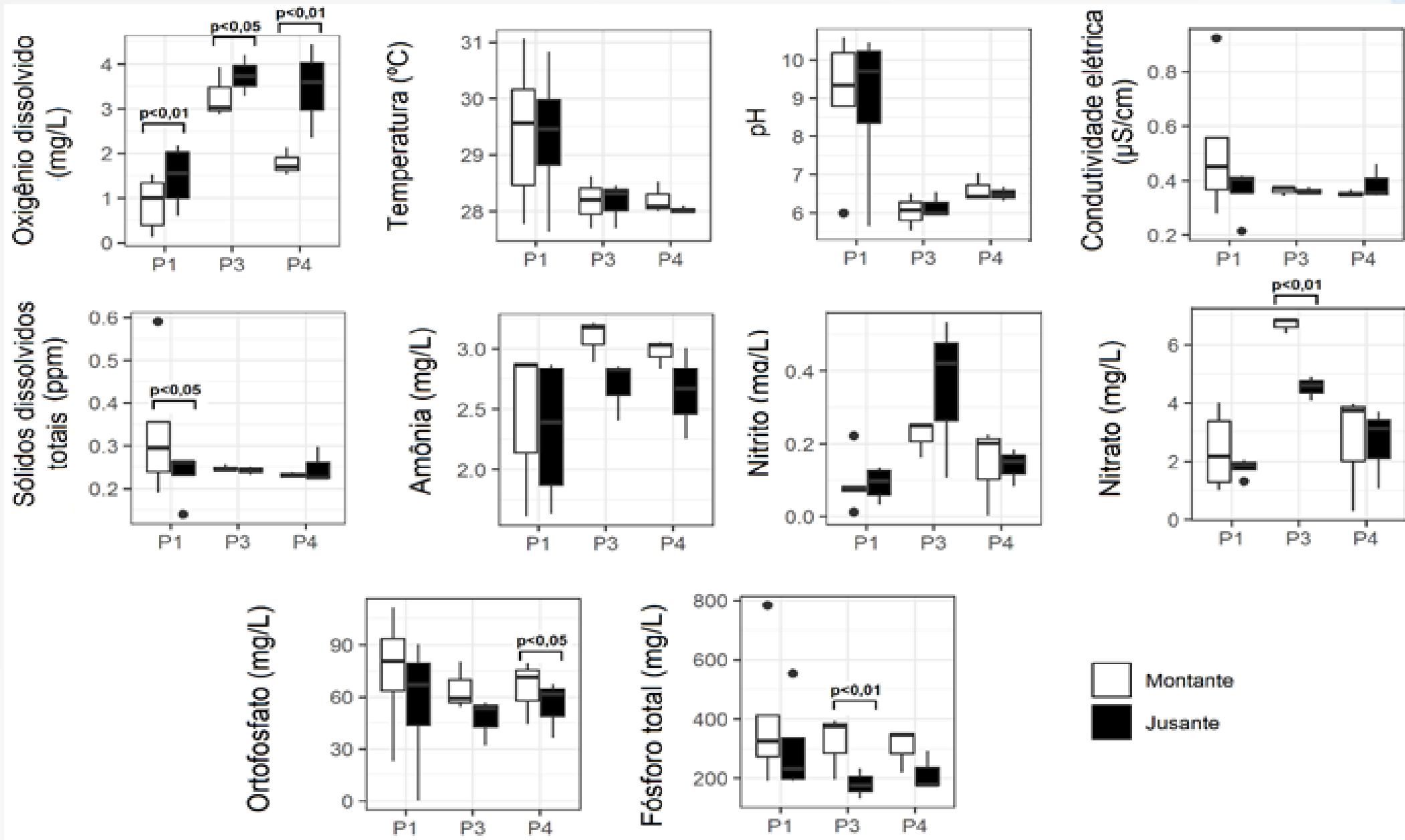






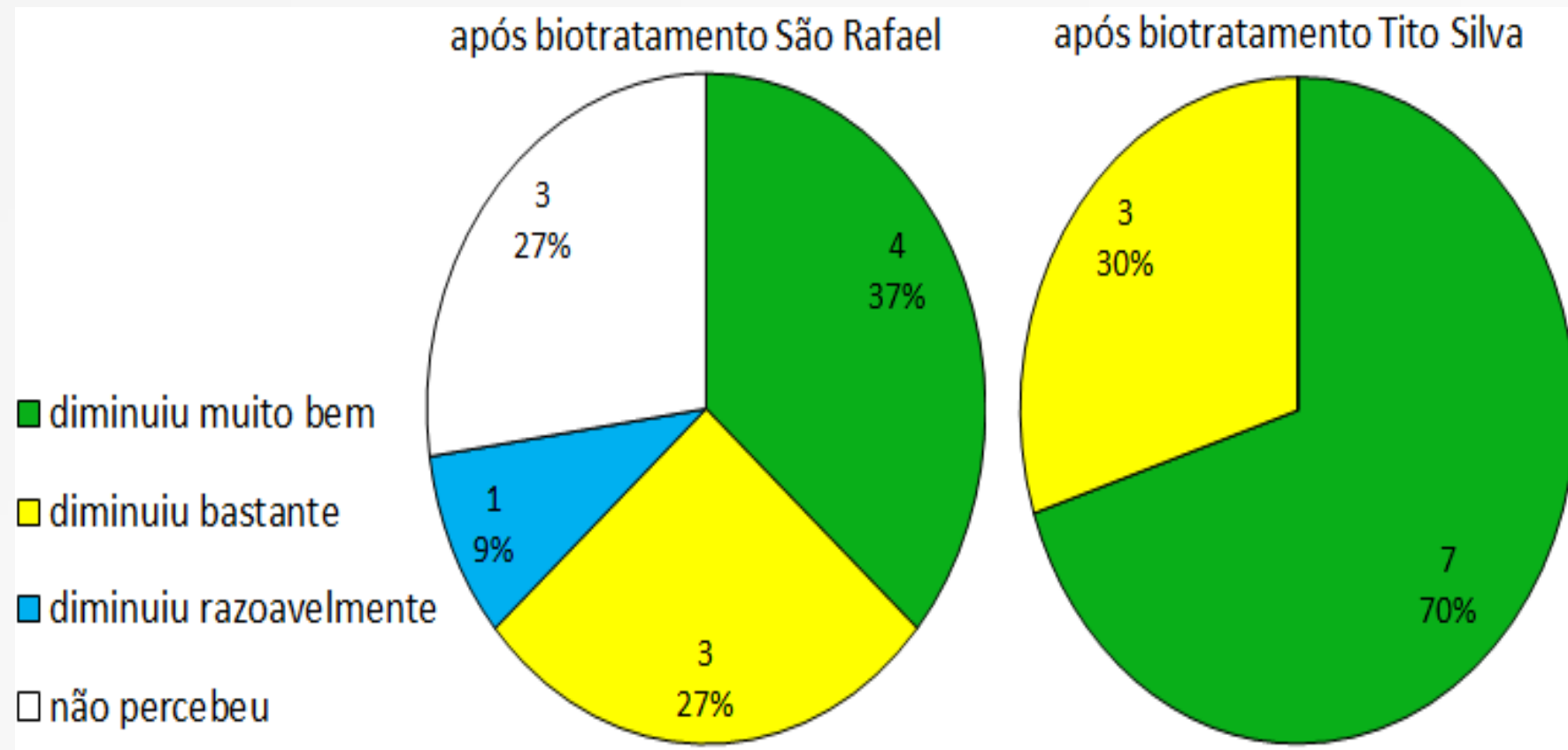




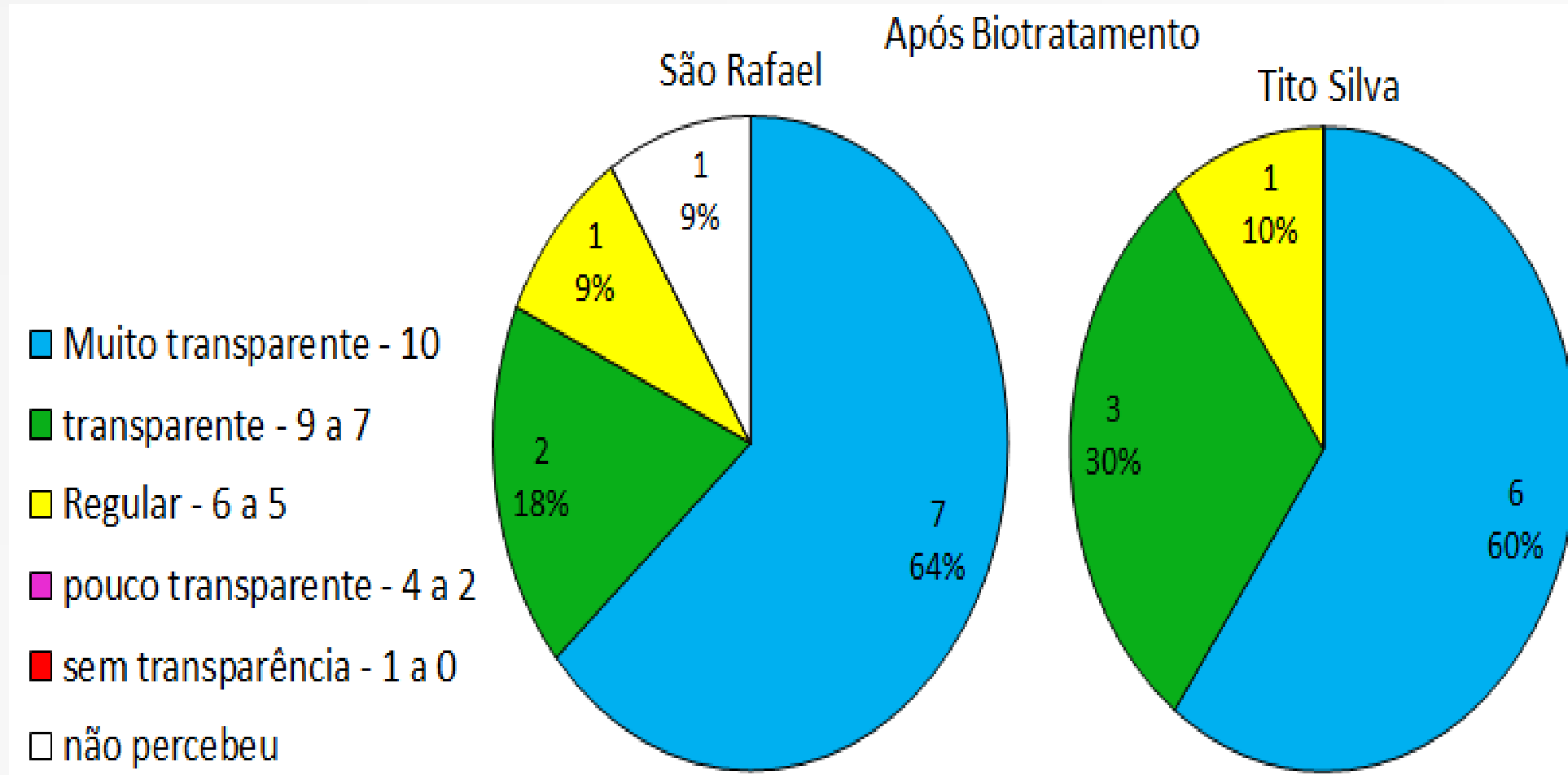




# Percepção dos entrevistados sobre o mau cheiro do Rio Jaguaribe, após a instalação Biotratamento.



# Percepção dos entrevistados sobre o aumento da transparência após o biotratamento

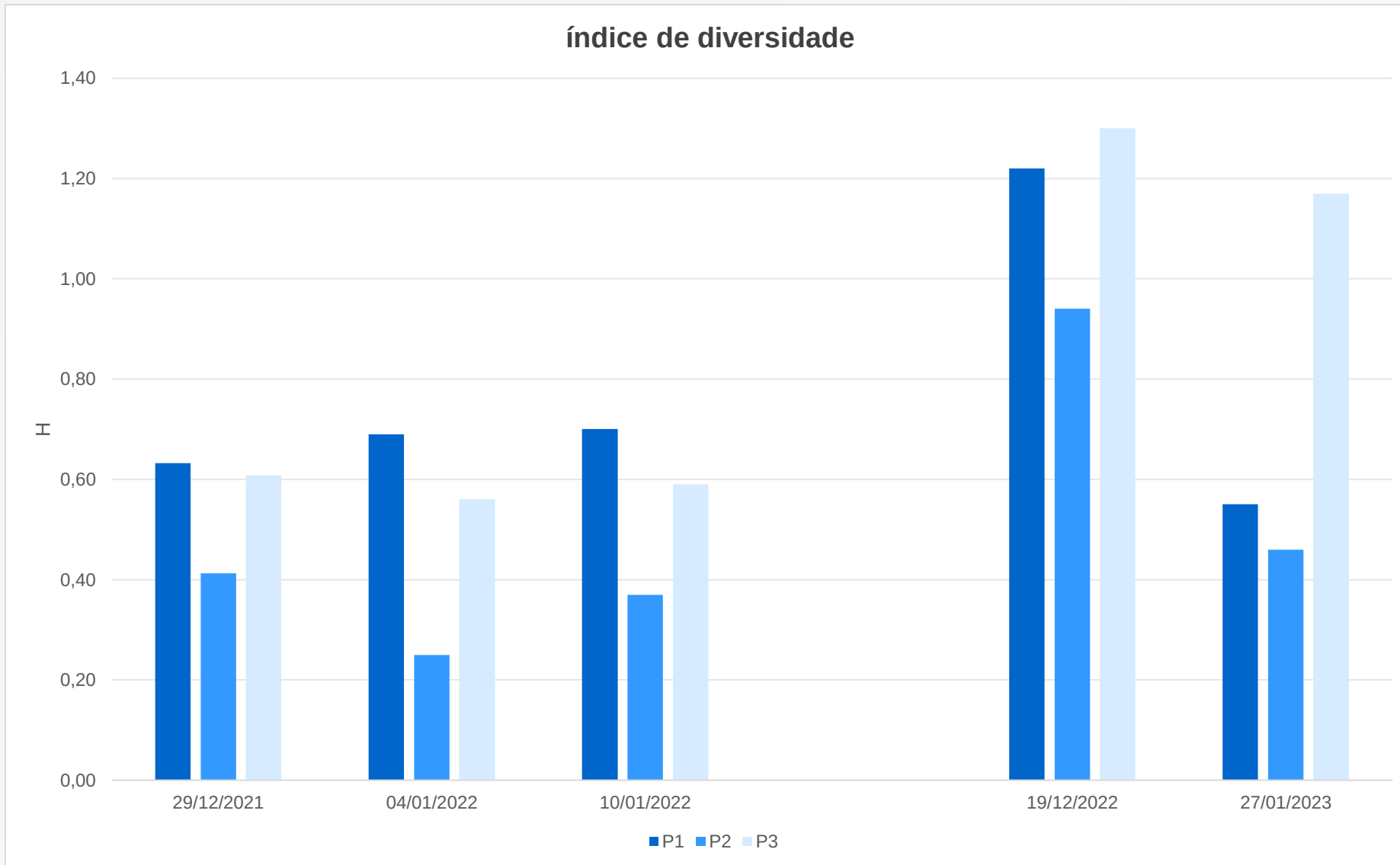




# Biorremediação na lagoa

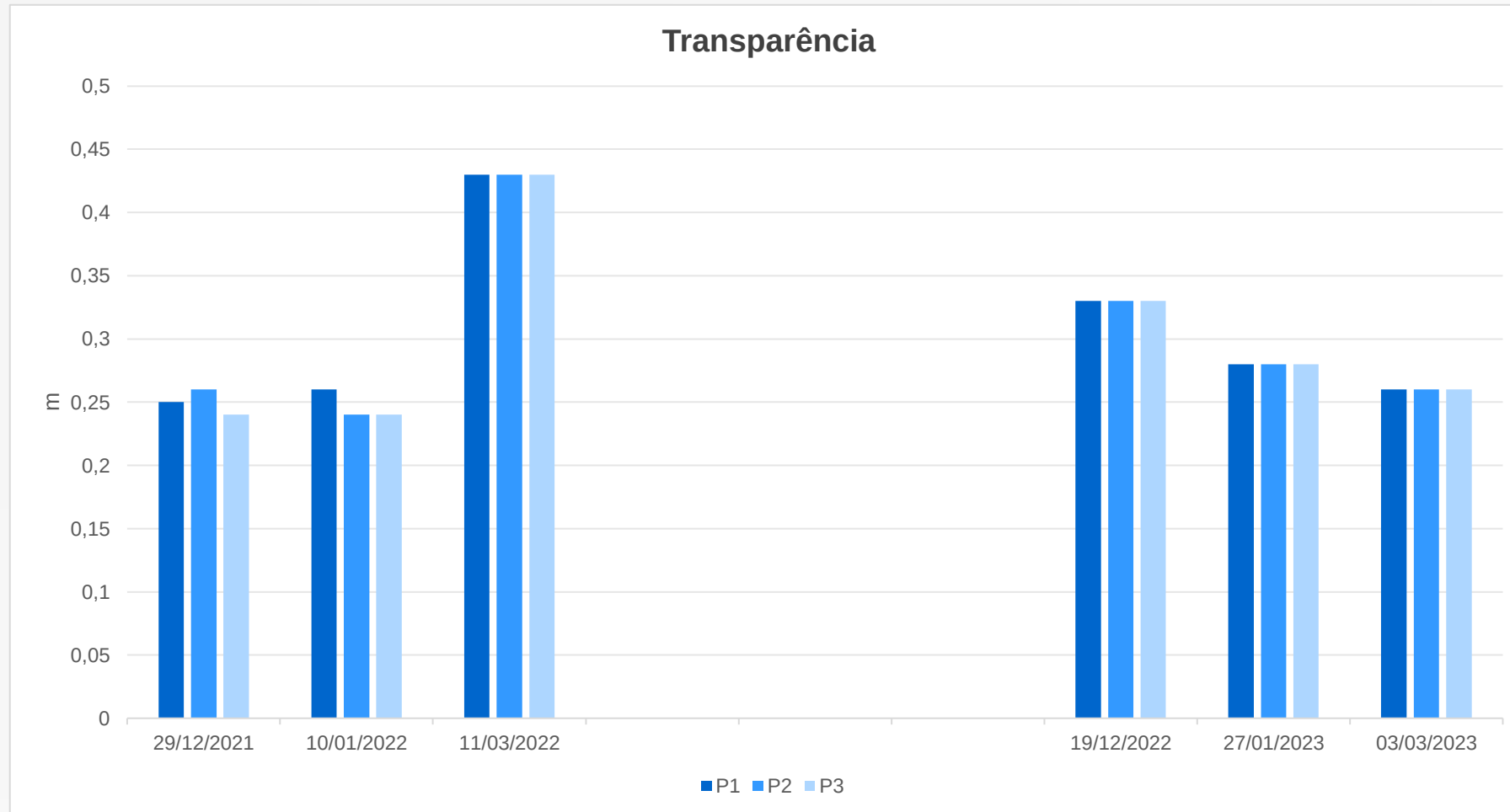


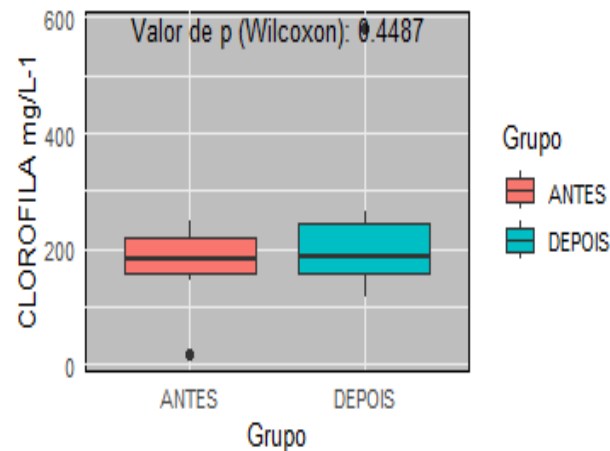
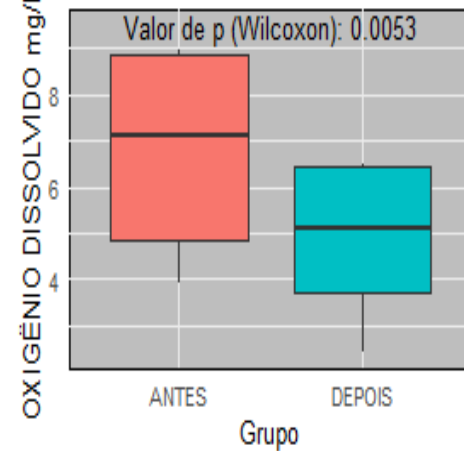
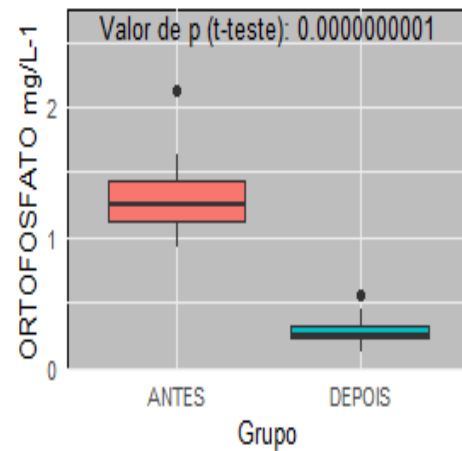
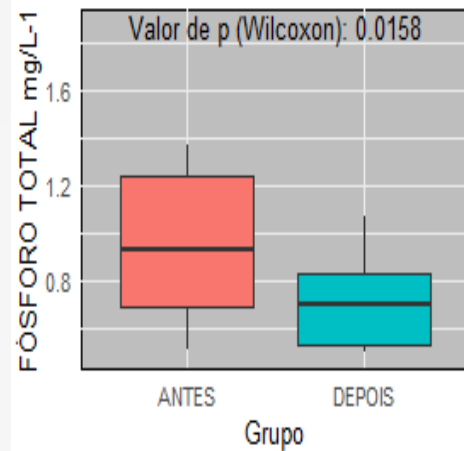
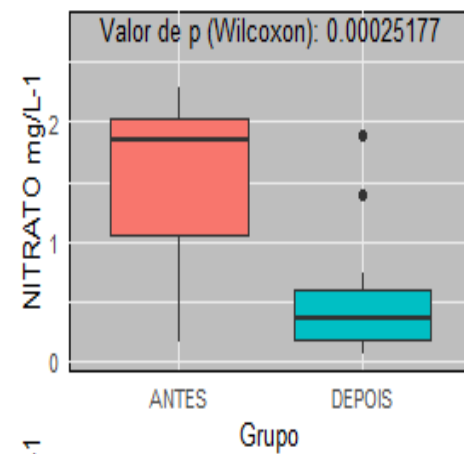
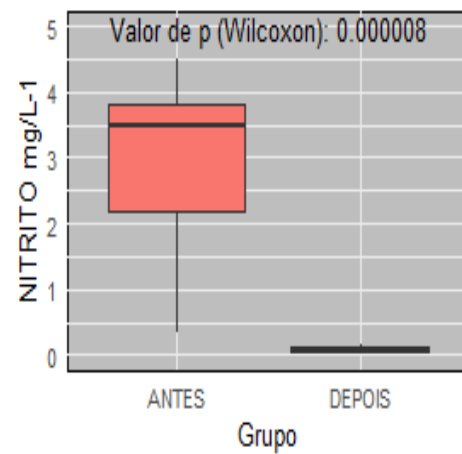
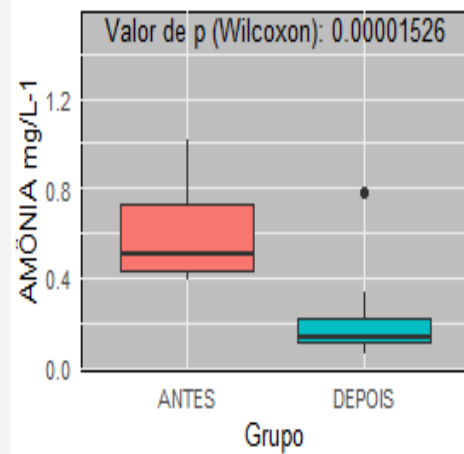
# índice de diversidade





# Transparência







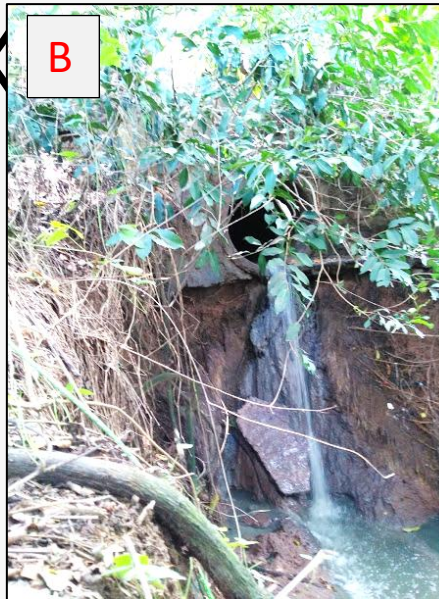
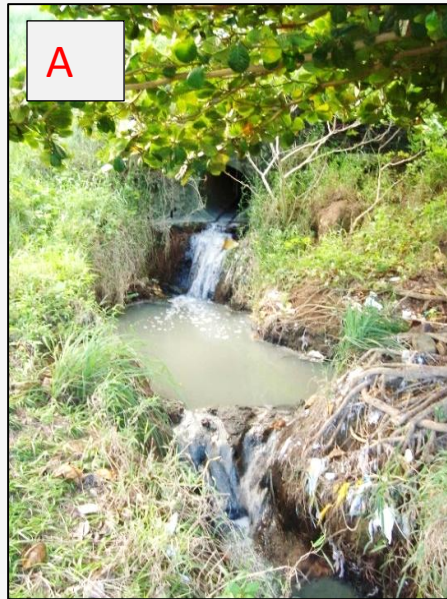
# Córregos de esgoto

- Nos bairros é comum água de lavagem ser lançada na rua
- Entra em córregos e segue o fluxo das águas
- Córregos viram esgotos a céu aberto principalmente em períodos sem chuva

# Escolha dos Pontos



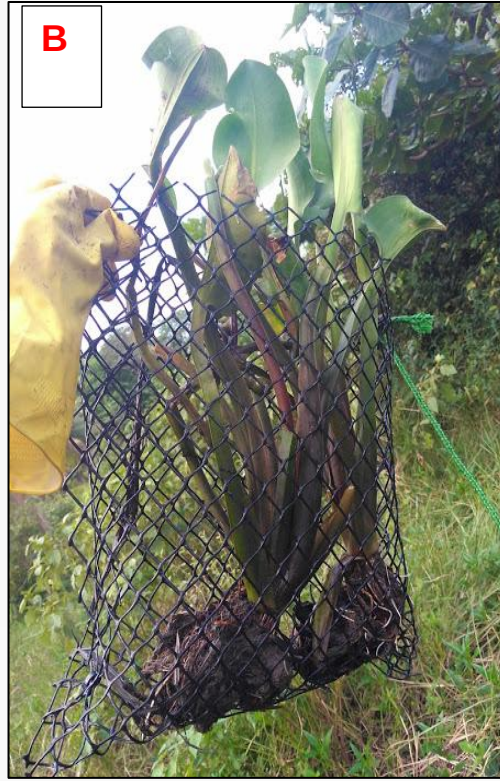




Fotos: Acervo da  
autora ((A e C)2011/(B e  
D)2019).

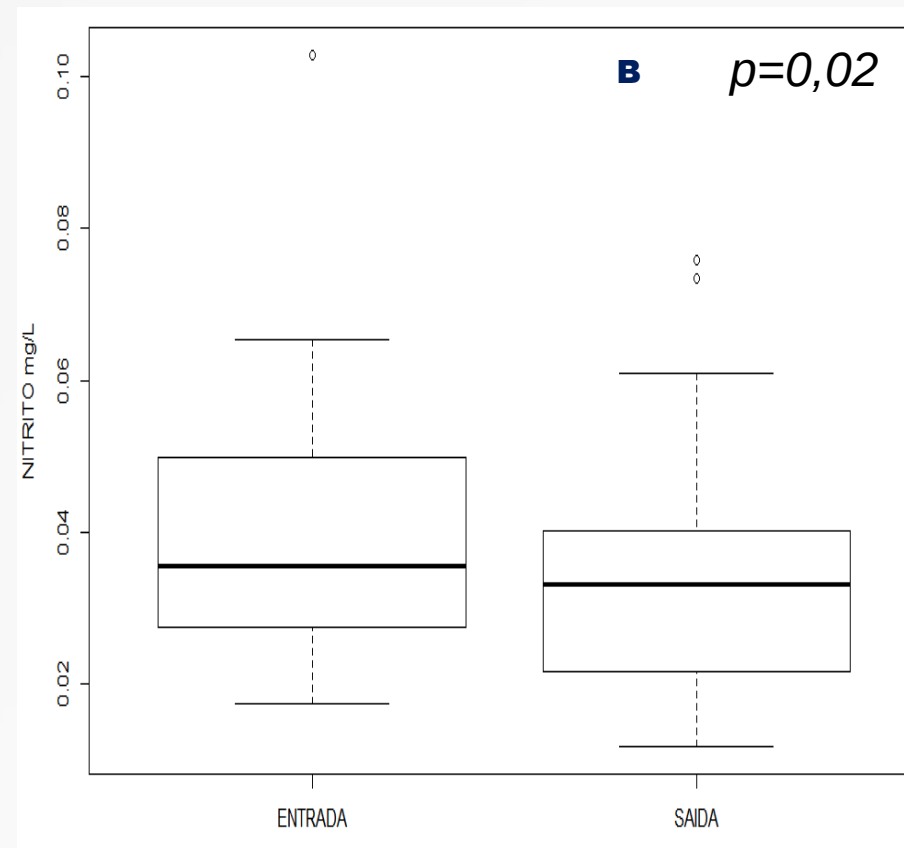
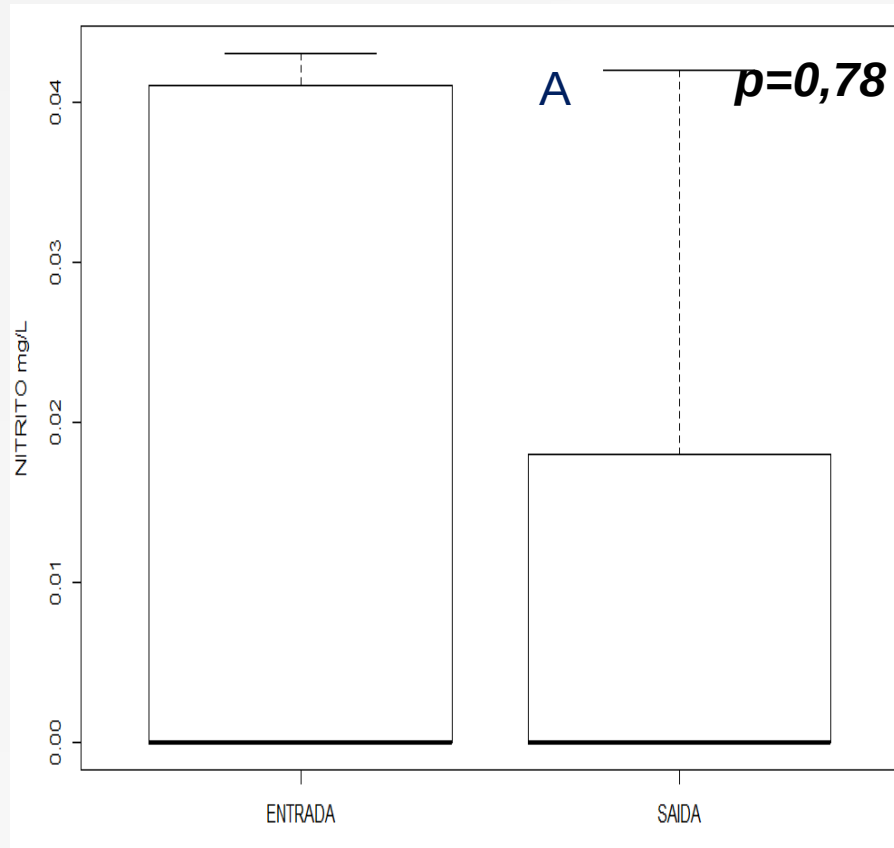


# SISTEMA DE FITORREMEDIAÇÃO



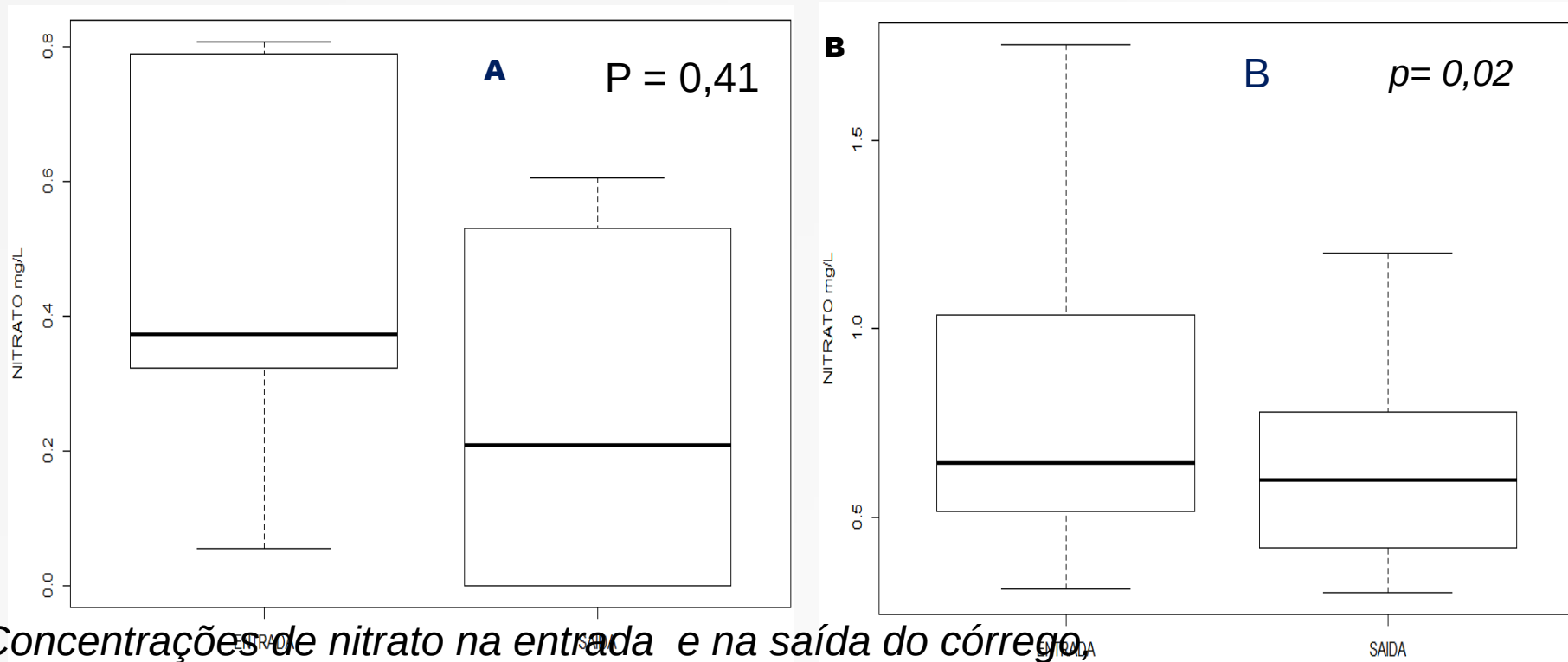


# Nitrito



*Concentrações de nitrito na entrada e na saída do córrego antes (A) e após (B) a instalação do biotratamento.*

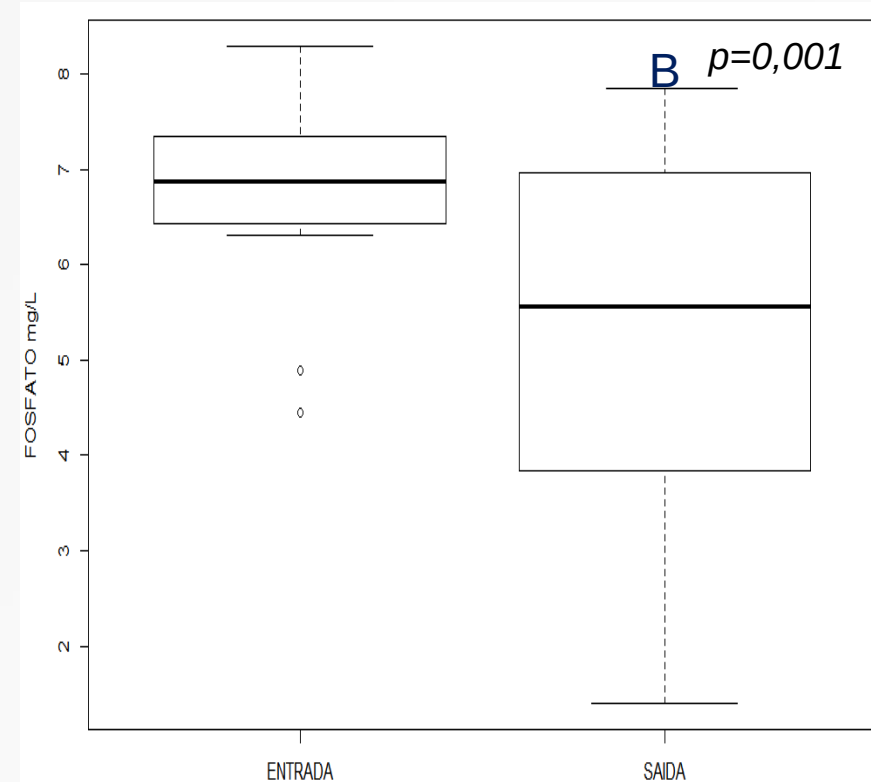
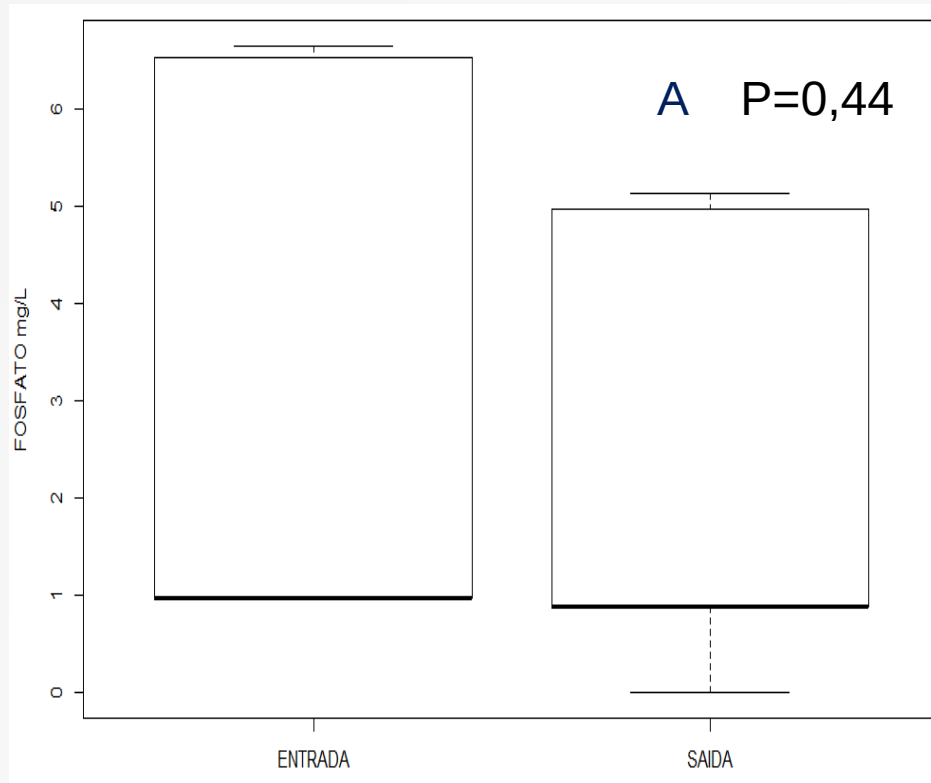
# Nitrato



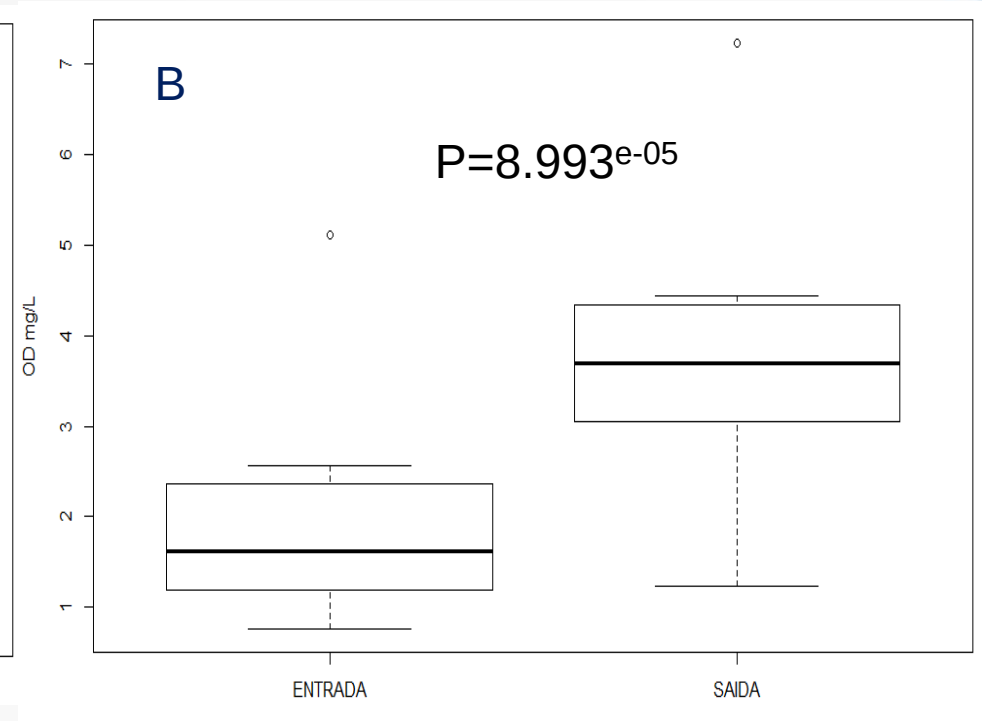
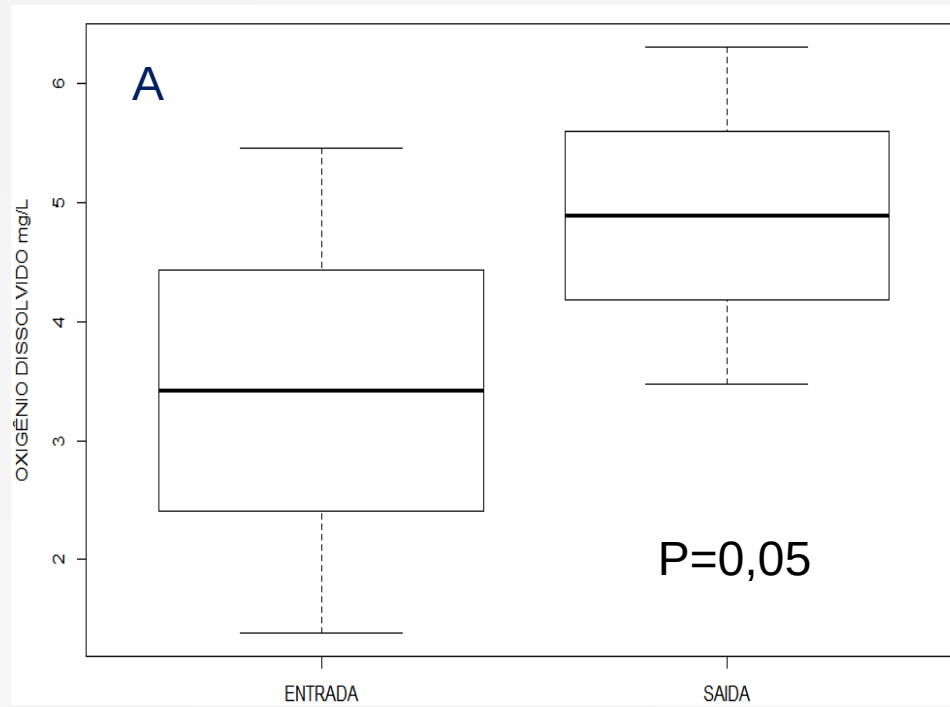
Concentrações de nitrato na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação.



# Ortofosfato

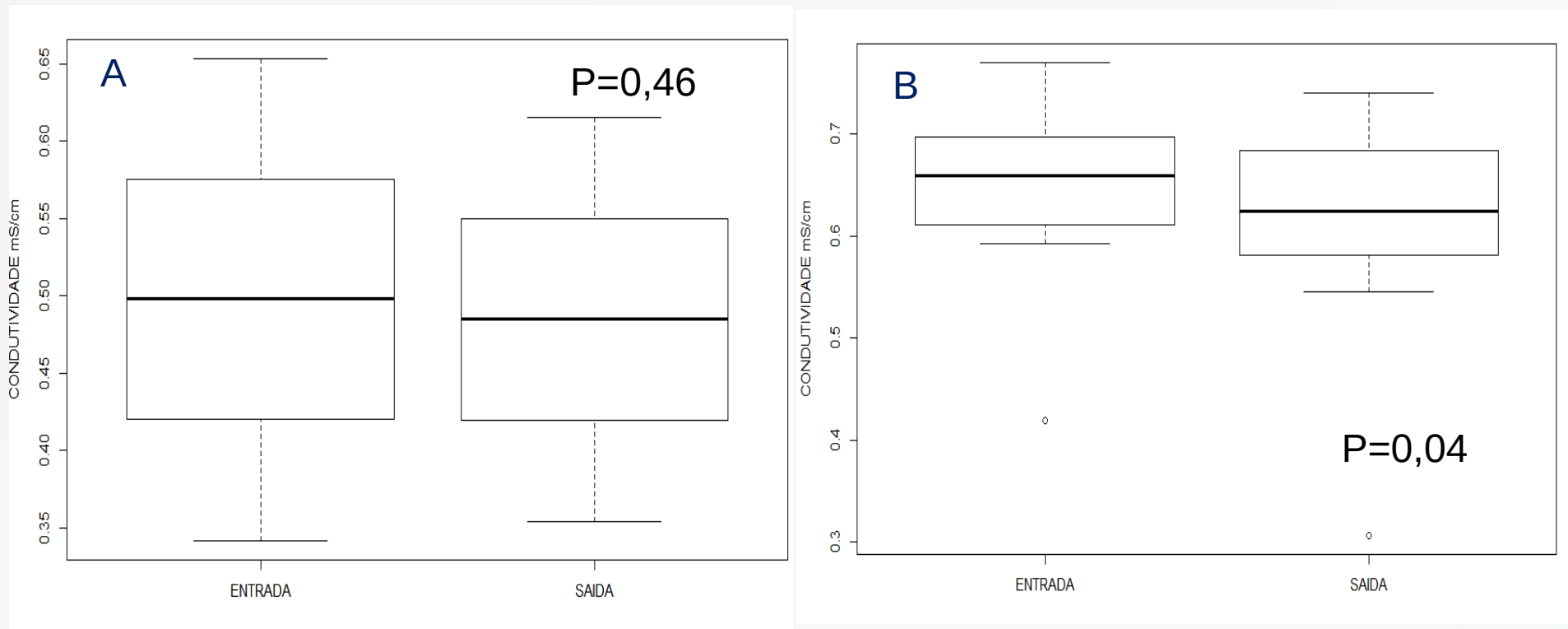


*Concentrações de ortofosfato na entrada e na saída do córrego antes (A) e após (B) a instalação do biotratamento.*

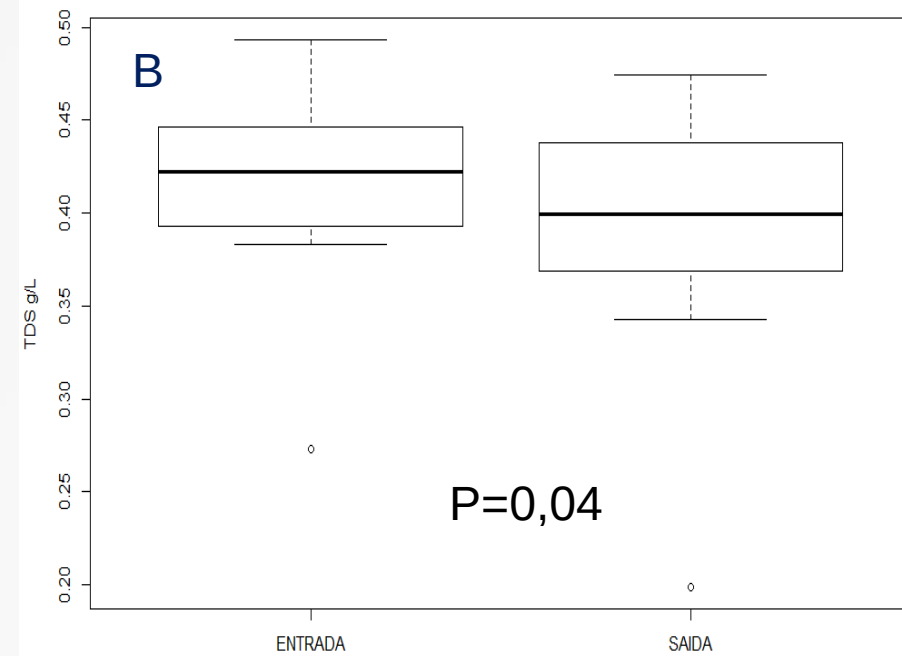
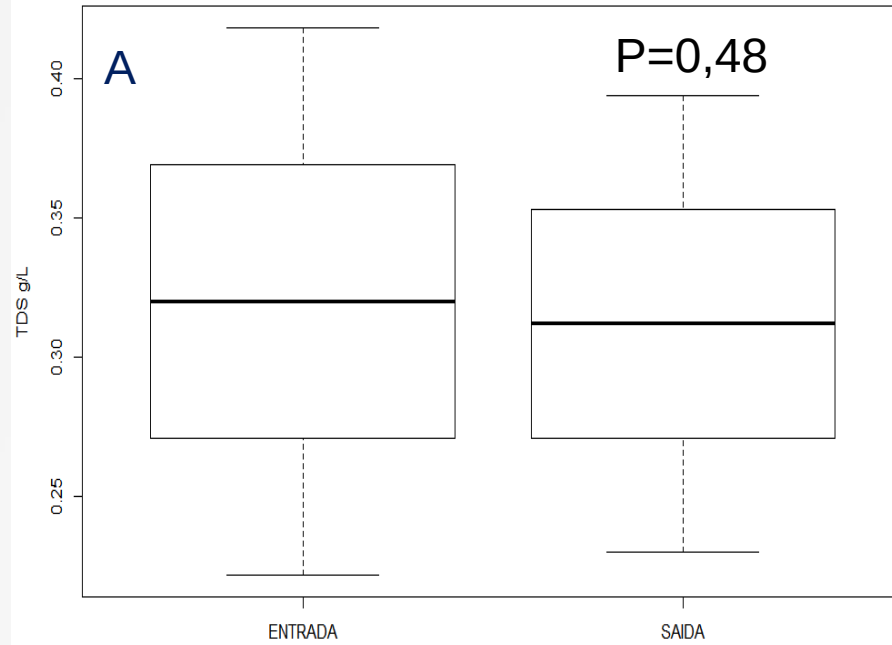


# Oxigênio Dissolvido (OD)



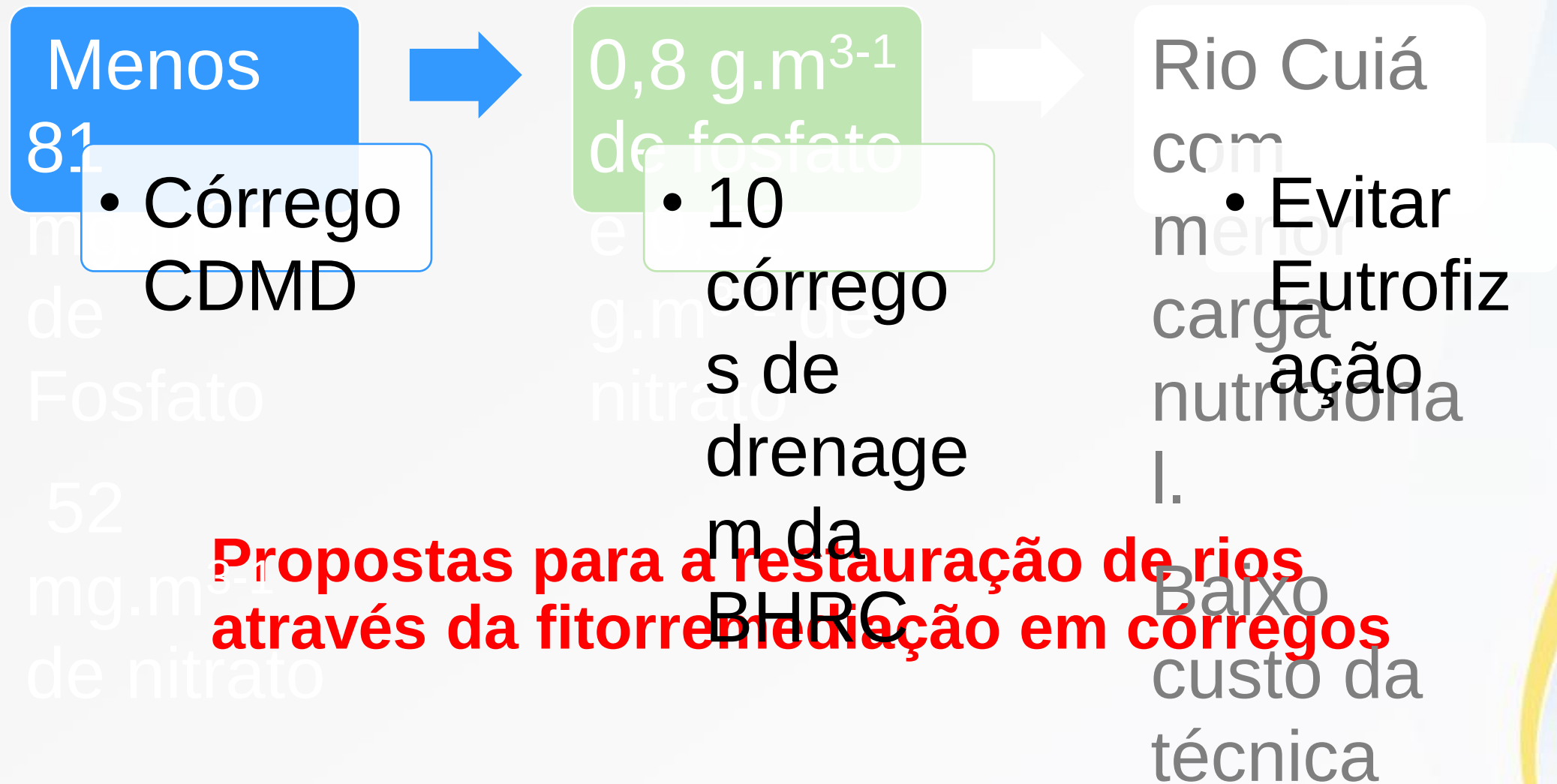


# Condutividade



# Solídos Totais Dissolvidos (TDS)







# Rios transparentes na Europa





# Ecobarreiras fitoremediadoras





# Ecobarreiras fitorremediadoras









# Rio Jaguaribe - Bairro S. José





# Módulos de biorremediação no Jardim Botânico





# Uso das plantas flutuantes pela população para produção de biogás







# Conclusões

- A água é um recurso extremamente importante
- Os rios e reservatórios têm perdido qualidade e este século haverá falta de água (alterações climáticas - chuva e poluição - contaminação)
- Precisamos despoluir os rios, isso pode ser feito com as fossas ecológicas e por biotratamentos nos rios e reservatórios (fitorremediação, biorremediação)



- **AGRADECIDA PELA ATENÇÃO**

- Cristina Crispim
- @projeto ecofossas
- 83 9 8890 1618 (Whatsapp)