

**RELATÓRIO DE ATIVIDADES EM MEIO AMBIENTE  
COMPLEXO ENERGÉTICO CERAN**

**Volume 3**

**Programas do Meio Biótico**

**Programas do Meio Antrópico**

**Abril a Junho 2012  
CC/064/003/2012**

## ÍNDICE

### VOLUME 1

Introdução	I
I. Gerenciamento Ambiental	1

### VOLUME 2

#### II. Programas do Meio Físico

1. Monitoramento das Condições Climatológicas	183
2. Monitoramento da Estabilidade das Encostas	225
3. Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água	252
4. Recuperação de Áreas Degradadas	651
5. Monitoramento Sismográfico	652
6. Monitoramento Hidrossedimentológico	668

### VOLUME 3

#### III Programas do Meio Biótico

1. Programa de Monitoramento e Resgate da Ictiofauna	692
2. Programa de Salvamento, Resgate e Monitoramento da Flora	779
3. Programa de Controle da Proliferação de Macrófitas Aquáticas	839
4. Programa de Reflorestamento	840

#### IV Programas do Meio Antrópico

1. Programa de Remanejamento da População	864
2. Programa de Educação Ambiental	883
3. Programa de Comunicação Social	901
4. Programa de Gestão dos Reservatórios	907



# MEIO BIÓTICO

## **1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO E RESGATE DA ICTIOFAUNA**

### **1.1 Descrição dos Trabalhos Desenvolvidos**

#### **1.1.1 Resgate da ictiofauna nas Alças de Vazão Remanescente**

##### **UHE Monte Claro**

- No dia 25 de abril, devido ao período de estiagem, foi realizada uma inspeção em toda a AVR a fim de realizar o resgate de peixes que estivessem isolados em poças. A vazão na AVR estava em 18,86 m<sup>3</sup>/s. Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos.

##### **UHE Castro Alves**

- Desde o dia 24 de abril até o dia 03 de junho foram feitas várias incursões na alça de vazão remanescente, com especial atenção ao local denominado “Cachoeirão”, uma vez que a vazão afluente desta porção de rio encontrava-se em torno de 8,0 m<sup>3</sup>/s devido ao período de estiagem que assolou a região. Durante a realização das campanhas, foram resgatados três peixes vivos e não foram encontrados peixes mortos.

##### **UHE 14 de Julho**

- No dia 25 de abril foi realizada uma inspeção em toda a Alça de Vazão Remanescente com o objetivo de resgatar de peixes que estivessem isolados em poças. A AVR apresentava uma vazão de 18,35 m<sup>3</sup>/s. Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos.
- No dia 10 de maio foi realizada uma nova inspeção, quando a AVR apresentava uma vazão de 12,57 m<sup>3</sup>/s. Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos.

#### **1.1.2 Resgate da ictiofauna nas Casas de Força da UHE Castro Alves**

- Durante a parada de manutenção preventiva da unidade geradora nº 01 (UG-01) foi efetuado o resgate de peixes nas dependências da Casa de Força.

No dia 12/04/2012 foi instalada uma bomba para a secagem do poço de esgotamento, o que aconteceu de forma total às 14h30min. Nesse momento uma equipe entrou no poço para realizar o salvamento da ictiofauna aprisionada, sendo salvos aproximadamente trinta quilos de peixes, os quais foram devolvidos ao rio. Foram encontrados mortos oito peixes, totalizando um peso estimado de ½ Kg, e foram enterrados no sítio de jusante da usina. As espécies encontradas no local, em ordem decrescente de abundância, foram: mandis, pintados, jundiás, lambaris e cascudo.

### 1.1.3 Monitoramento da Ictiofauna dos Reservatórios da Ceran

- A empresa Limnobios, contratada para a continuidade do monitoramento da ictiofauna dos reservatórios do complexo Ceran, não pode realizar a 5ª campanha de monitoramento prevista para maio, pois houve atraso na emissão da licença. No anexo 7 é apresentado o relatório de consolidação anual do monitoramento da ictiofauna – Fase Operação.

### 1.2 Atividades previstas para o próximo trimestre

Estão previstas para os meses de julho a setembro de 2012 as seguintes atividades:

- Resgate da ictiofauna na Alça de Vazão Remanescente e Casa de Força das UHEs Monte Claro, Castro Alves e 14 de Julho, quando constatada a necessidade.
- 5º campanha de amostragem trimestral da ictiofauna dos reservatórios do complexo Ceran da Limnobios.

### 1.3. Conclusões

O resgate de ictiofauna em Alça de Vazão Remanescente e Casa de Força foram eficientes e evitaram a mortandade de peixes. Foi contratada a empresa Limnobios para a continuação do monitoramento de ictiofauna, e, ao final do monitoramento de dois anos, será avaliada a necessidade de continuidade dos estudos.

### 1.4. Anexos

- Anexo 1:** Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Monte Claro. Data do resgate: 25/04/2012.
- Anexo 2:** Relatórios de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves. Datas de resgate: 30/04/2012, 30/05/2012
- Anexo 3:** Relatório de resgate da ictiofauna nas dependências da casa de força da UHE Castro Alves. Data de resgate: 12/04/2012
- Anexo 4:** Relatórios de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho. Datas de resgate: 25/04/2012 e 10/05/2012.
- Anexo 5:** Monitoramento da Ictiofauna – Fase Operação. Monitoramento da ictiofauna dos reservatórios do complexo energético operado pela Companhia Energética Rio das Antas – Ceran. Relatório anual de Consolidação.

**Anexo 1**  
**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Monte Claro**  
**25/04/2012**

**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Monte Claro  
– Data do resgate: 25/04/2012**

## MEIO AMBIENTE

**TIPO DE DOCUMENTO:**

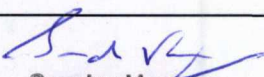
Relatório

**TÍTULO**

Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Monte Claro -  
Data do resgate: 25/04/12

**AUTORES:**

Sandro Vaccaro

  
**Sandro Vaccaro**  
Coordenador de Meio Ambiente  
Ceran - Cia. Energética Rio das Antas

**CO-AUTORES:****OBJETIVO:**

Evitar a ocorrência de mortandade de peixes em ambientes que permaneçam isolados, em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Monte Claro, através da relocação dos indivíduos retidos para locais onde se mantenham as condições hídricas do rio.

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de chuvas periódicas na bacia de contribuição à montante do barramento de uma usina hidrelétrica influencia diretamente nas condições de geração e, também, de manutenção da vazão remanescente. Em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Monte Claro poderá haver formação de poças junto ao barramento e às margens do rio. Nestas poças, poderão ficar retidos peixes e outros animais aquáticos.

Para que seja evitada a perda destes animais, é realizado seu resgate, através da utilização de artes de pesca, e sua devolução ao ambiente natural (leito do rio) o mais rápido possível.

## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

No dia 25 de abril, devido ao período de estiagem, foi realizada uma inspeção em toda a Alça de Vazão Remanescente (AVR) da UHE Monte Claro a fim de realizar o resgate de peixes que porventura tenham permanecidos isolados em poças. A vazão na AVR estava em 18,86 m<sup>3</sup>/s.

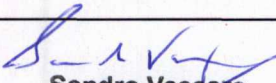
O monitoramento foi feito por água, quando se percorreu a alça de vazão remanescente utilizando-se como meio de transporte um barco de borracha inflável do tipo rafting, além de investidas à pé. O monitoramento foi realizado por Joãozinho Donida e Lucas Brandão, da empresa JD Ambiental.

Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos.

**Anexo 2**  
**Relatórios de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves**  
**30/04/2012 e 30/05/2012**

**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves  
– Data do resgate: 30/04/2012**

## MEIO AMBIENTE

<b>TIPO DE DOCUMENTO:</b>  Relatório	
<b>TÍTULO</b>  Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves - Data do resgate: 30/04/12	
<b>AUTORES:</b>  Sandro Vaccaro	 <b>Sandro Vaccaro</b> Coordenador de Meio Ambiente Ceran - Cia. Energética Rio das Antas
<b>CO-AUTORES:</b>	
<b>OBJETIVO:</b>  Evitar a ocorrência de mortandade de peixes em ambientes que permaneçam isolados, em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Castro Alves, através da relocação dos indivíduos retidos para locais onde se mantenham as condições hídricas do rio.	

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de chuvas periódicas na bacia de contribuição à montante do barramento de uma usina hidrelétrica influencia diretamente nas condições de geração e, também, de manutenção da vazão remanescente. Em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Castro Alves poderá haver formação de poças junto ao barramento e às margens do rio. Nestas poças, poderão ficar retidos peixes e outros animais aquáticos.

Para que seja evitada a perda destes animais, é realizado seu resgate, através da utilização de artes de pesca, e sua devolução ao ambiente natural (leito do rio) o mais rápido possível.

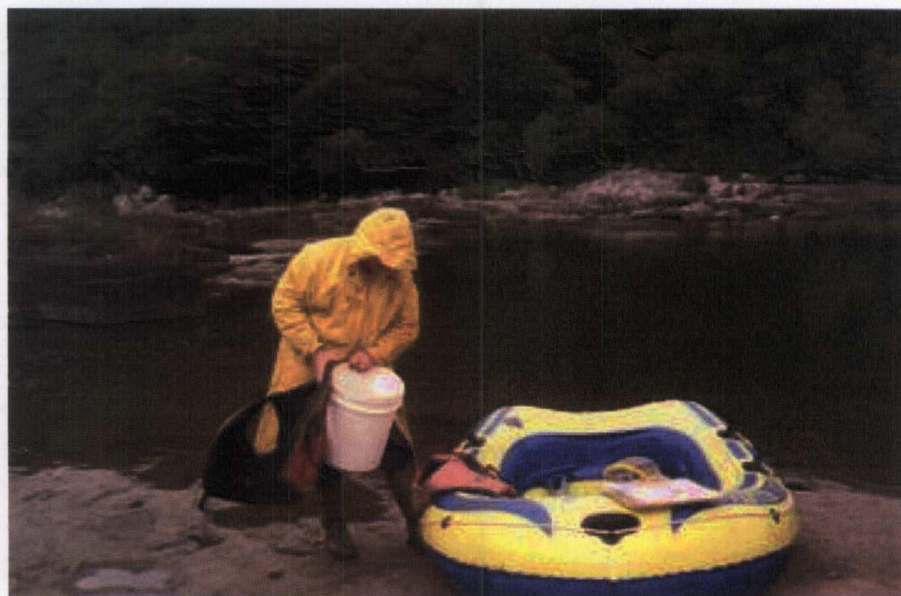
## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Desde o dia 24 de abril até o presente momento (30/04) está se efetuando um monitoramento diário da Alça de Vazão Remanescente da UHE Castro Alves, com especial atenção ao local denominado "cachoeirão", uma vez que a vazão afluente desta porção de rio encontra-se em torno de 8,0 m<sup>3</sup>/s devido ao período de estiagem.

O monitoramento é feito por água, quando se percorre a alça de vazão remanescente utilizando-se como meio de transporte um barco de borracha inflável do tipo rafting, além de investidas à pé. O monitoramento é realizado por Joãozinho Donida e Lucas Brandão, da empresa JD Ambiental.

Durante a realização das campanhas, foram resgatados três peixes vivos e não foram encontrados peixes mortos.

A seguir, são apresentadas fotografias do presente monitoramento:



**Materiais e equipamentos utilizados no monitoramento**



Vistoria nas margens da AVR



Canal direito do "cachoeirão"



Canal esquerdo do "cachoeirão"



Poço "armagedon"

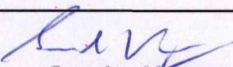


Porção inferior do "cachoeirão"



Peixes resgatados vivos

**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves  
– Data do resgate: 30/05/2012**

<b>TIPO DE DOCUMENTO:</b>  Relatório	
<b>TÍTULO</b>  Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE Castro Alves - Data do resgate: 30/05/12	
<b>AUTORES:</b>  Sandro Vaccaro	 <b>Sandro Vaccaro</b> Coordenador de Meio Ambiente Ceran - Cia. Energética Rio das Antas
<b>CO-AUTORES:</b>	
<b>OBJETIVO:</b>  Evitar a ocorrência de mortandade de peixes em ambientes que permaneçam isolados, em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Castro Alves, através da relocação dos indivíduos retidos para locais onde se mantenham as condições hídricas do rio.	

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de chuvas periódicas na bacia de contribuição à montante do barramento de uma usina hidrelétrica influencia diretamente nas condições de geração e, também, de manutenção da vazão remanescente. Em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE Castro Alves poderá haver formação de poças junto ao barramento e às margens do rio. Nestas poças, poderão ficar retidos peixes e outros animais aquáticos.

Para que seja evitada a perda destes animais, é realizado seu resgate, através da utilização de artes de pesca, e sua devolução ao ambiente natural (leito do rio) o mais rápido possível.

## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

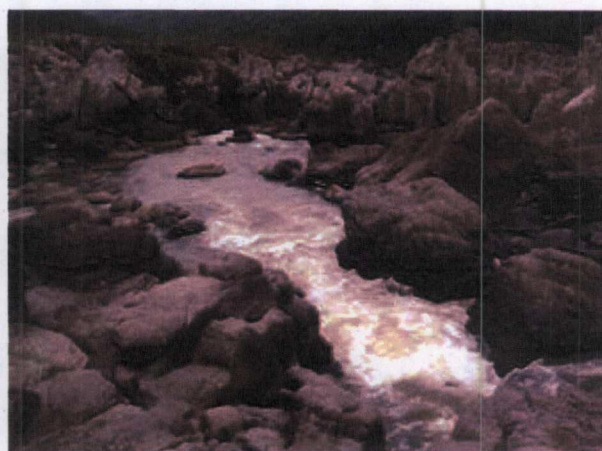
Desde o dia 24 de abril até o presente momento (30/05) está se efetuando um monitoramento quase que diário da Alça de Vazão Remanescente da UHE Castro Alves, com especial atenção ao local denominado "Cachoeirão", uma vez que a vazão afluente desta porção de rio encontra-se em torno de  $8,0 \text{ m}^3/\text{s}$  devido ao período de estiagem que assola a região.

O monitoramento é feito por água, quando se percorre a alça de vazão remanescente utilizando-se como meio de transporte um barco de borracha inflável do tipo rafting, além de investidas à pé. O monitoramento é realizado por Joãozinho Donida e Lucas Brandão, da empresa JD Ambiental.

Durante as incursões realizadas no mês de maio, não foram encontrados peixes aprisionados ou mortos. A seguir, são apresentadas algumas fotografias dos monitoramentos



Local crítico: margem esquerda, logo a montante do "Cachoeirão"



Margem direita do "Cachoeirão"

**Anexo 3**

**Relatório de resgate da ictiofauna nas dependências da casa de força da UHE Castro Alves**

**12/04/2012**

**Relatório de resgate da ictiofauna nas dependências da casa de força da UHE  
Castro Alves. Data do resgate: 12/04/2012**

**TIPO DE DOCUMENTO:**

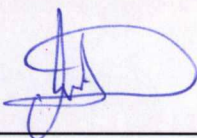
Relatório

**TÍTULO**

Relatório de resgate da ictiofauna nas dependências da casa de força da UHE Castro Alves. Data do resgate: 12/04/2012

**AUTORES:**

Odivar Tessaro

**CO-AUTORES:**

Sandro Vaccaro

**OBJETIVO:**

Evitar a ocorrência de mortandade de peixes nas dependências da usina.

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante a operação comercial na UHE Castro Alves, surge a necessidade de fazer a manutenção das unidades geradoras. Sempre que ocorre parada de turbina com esgotamento total da unidade geradora, é imprescindível efetuar o resgate de ictiofauna na caixa espiral, conduto forçado e túnel de sucção, uma vez que peixes podem ficar retidos nestes locais. Durante as paradas, imediatamente após o esgotamento são resgatados os peixes retidos nos locais indicados.

Sendo assim, deve ser aberto o poço de esgotamento, uma vez que, para que ocorra o esgotamento total de uma unidade geradora, a água necessariamente deve ser conduzida para este local; quando, então, peixes de porte pequeno podem ser carreados a este sítio.

## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

No dia 12/04/2012, foi instalada a bomba para secagem do poço de esgotamento em virtude da parada para manutenção da UG1. O esgotamento total do poço aconteceu às 14h30min. Nesse momento uma equipe entrou no poço para realizar o salvamento da ictiofauna aprisionada no local.

O poço foi totalmente inspecionado, sendo feito o resgate dos peixes vivos. Na ocasião foi feito o salvamento de cerca de trinta quilos de peixes vivos. Os peixes vivos foram devolvidos ao rio.

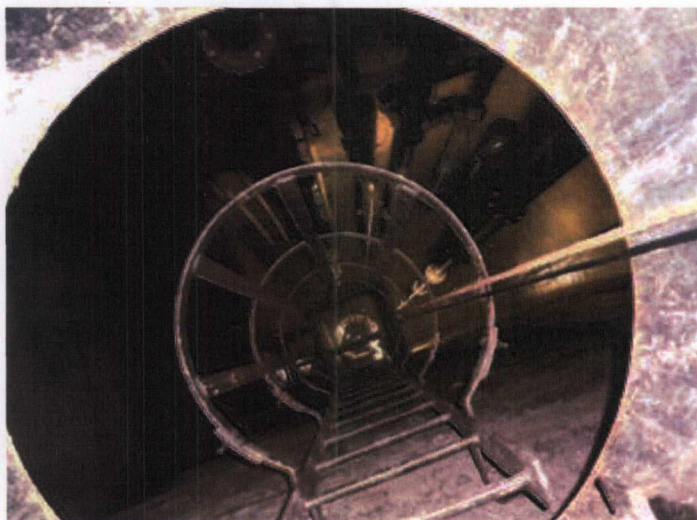
Foram encontrados mortos oito peixes, totalizando um peso estimado de ½ Kg, e estes, por sua vez, foram enterrados no sítio de jusante da usina.

As espécies encontradas no local, em ordem decrescente de abundância, foram: mandis, pintados, jundiás, lambaris e cascudo.

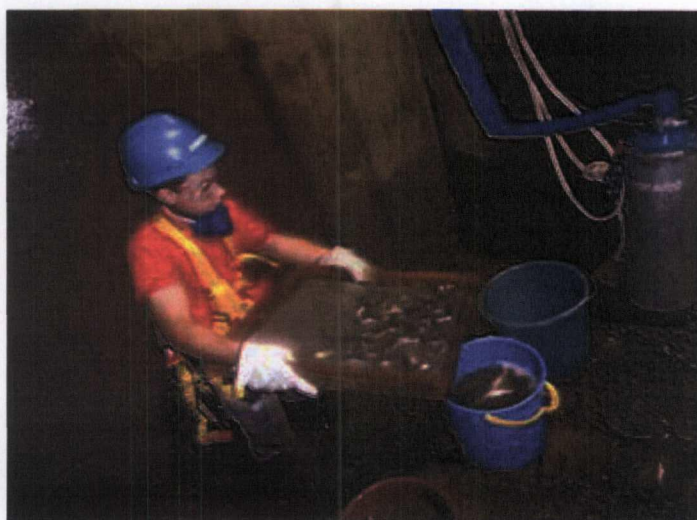
Esta atividade foi realizada pelo Auxiliar Técnico em Edificações Odivar Tessaro, com o apoio de quatro colaboradores da empresa Servilit. A seguir, são apresentadas algumas fotografias para melhor entendimento do fato aqui relatado.



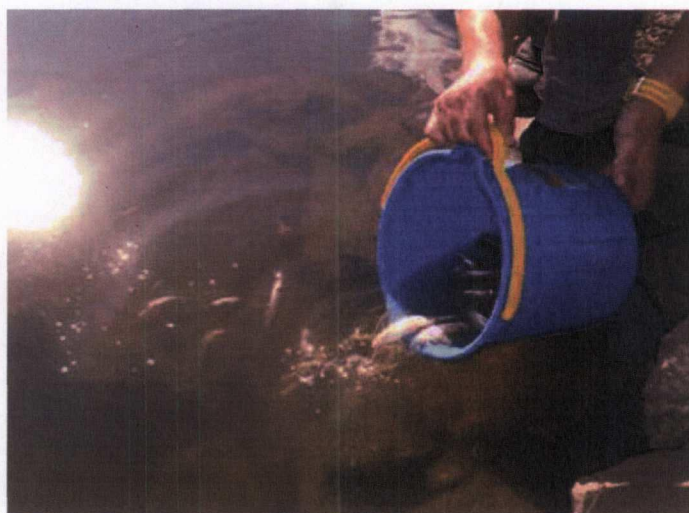
Montagem do tripé de segurança para espaços confinados, conforme PO-CC-MA-003.



**Vista da entrada no poço de esgotamento.**



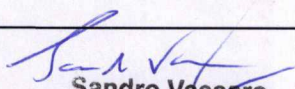
**Salvamento de peixes no interior do poço de esgotamento.**



**Vista da soltura dos peixes resgatados no leito do rio.**

**Anexo 4**  
**Relatórios de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho**  
**25/04/2012 e 10/05/2012**

**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho  
– Data do resgate: 25/04/2012**

<b>TIPO DE DOCUMENTO:</b>	
Relatório	
<b>TÍTULO</b>	
Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho - Data do resgate: 25/04/12	
<b>AUTORES:</b>	
Sandro Vaccaro	 <b>Sandro Vaccaro</b> Coordenador de Meio Ambiente Cia. Energética Rio das Antas
<b>CO-AUTORES:</b>	
<b>OBJETIVO:</b>	
Evitar a ocorrência de mortandade de peixes em ambientes que permaneçam isolados, em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE 14 de Julho, através da relocação dos indivíduos retidos para locais onde se mantenham as condições hídricas do rio.	

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de chuvas periódicas na bacia de contribuição à montante do barramento de uma usina hidrelétrica influencia diretamente nas condições de geração e, também, de manutenção da vazão remanescente. Em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE 14 de Julho poderá haver formação de poças junto ao barramento e às margens do rio. Nestas poças, poderão ficar retidos peixes e outros animais aquáticos.

Para que seja evitada a perda destes animais, é realizado seu resgate, através da utilização de artes de pesca, e sua devolução ao ambiente natural (leito do rio) o mais rápido possível.

## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

No dia 25 de abril, devido ao período de estiagem, foi realizada uma inspeção em toda a Alça de Vazão Remanescente (AVR) da UHE 14 de Julho a fim de realizar o resgate de peixes que porventura tenham permanecidos isolados em poças. A AVR apresentava uma vazão de 18,35 m<sup>3</sup>/s.

O monitoramento foi feito por água, quando se percorreu a alça de vazão remanescente utilizando-se como meio de transporte um barco de borracha inflável do tipo rafting, além de investidas à pé. O monitoramento foi realizado por Joãozinho Donida e Lucas Brandão, da empresa JD Ambiental.

Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos. A seguir, são apresentadas algumas fotografias dos locais vistoriados:



Ponte de serviço da Ceran – UTM 437.584 / 6.784.949



Foz do rio Pedrinho – UTM 437.920 / 6.782.066

**Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho  
– Data do resgate: 10/05/2012**

## MEIO AMBIENTE

**TIPO DE DOCUMENTO:**

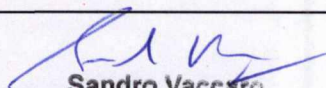
Relatório

**TÍTULO**

Relatório de resgate de ictiofauna no trecho de vazão reduzida da UHE 14 de Julho - Data do resgate: 10/05/12

**AUTORES:**

Sandro Vaccaro



**Sandro Vaccaro**  
Coordenador de Meio Ambiente  
Ceran - Cia. Energética Rio das Antas

**CO-AUTORES:****OBJETIVO:**

Evitar a ocorrência de mortandade de peixes em ambientes que permaneçam isolados, em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE 14 de Julho, através da relocação dos indivíduos retidos para locais onde se mantenham as condições hídricas do rio.

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A falta de chuvas periódicas na bacia de contribuição à montante do barramento de uma usina hidrelétrica influencia diretamente nas condições de geração e, também, de manutenção da vazão remanescente. Em períodos de baixas vazões no rio das Antas, no trecho entre o barramento e a casa de força da UHE 14 de Julho poderá haver formação de poças junto ao barramento e às margens do rio. Nestas poças, poderão ficar retidos peixes e outros animais aquáticos.

Para que seja evitada a perda destes animais, é realizado seu resgate, através da utilização de artes de pesca, e sua devolução ao ambiente natural (leito do rio) o mais rápido possível.

## 2 SERVIÇOS EXECUTADOS E RESULTADOS OBTIDOS

No dia 10 de maio, devido ao período de estiagem, foi realizada uma inspeção em toda a Alça de Vazão Remanescente (AVR) da UHE 14 de Julho a fim de realizar o resgate de peixes que porventura tenham permanecidos isolados em poças. A AVR apresentava uma vazão de 12,57 m<sup>3</sup>/s.

O monitoramento foi feito por água, quando se percorreu a alça de vazão remanescente utilizando-se como meio de transporte um barco de borracha inflável do tipo rafting, além de investidas à pé. O monitoramento foi realizado por Joãozinho Donida e Lucas Brandão, da empresa JD Ambiental.

Durante a realização da campanha, não foram encontrados indícios de peixes isolados ou mortos. A seguir, são apresentadas algumas fotografias dos locais vistoriados:



Poças vistoriadas na AVR da UHE 14 e Julho

**Anexo 5**

**Monitoramento da Ictiofauna – Fase Operação**

**Monitoramento da Ictiofauna dos Reservatórios do Complexo Energético operado pela  
Companhia Energética Rio das Antas**

**Relatório Anual de Consolidação**

# Monitoramento da ictiofauna dos reservatórios do complexo energético operado pela Companhia Energética do Rio das Antas - CERAN

**Elaborado por**

**Karla Danielle G. da Luz Agostinho  
João Dirço Latini  
Luiz Carlos Gomes  
Angelo Antonio Agostinho**



**LIMNOBIOS**  
Consultoria em Ambientes Aquáticos



**Maringá  
2012**



Coordenação Geral de Projeto:  
**Dra Karla Danielle G. da Luz Agostinho**

Coordenação das atividades de Campo:  
**Biólogo João Dirço Latini**

Coordenação das atividades de laboratório:  
**Dra Karla Danielle Gaspar da Luz Agostinho**

Consultores Técnicos:  
**Dr Angelo Antonio Agostinho e Dr Luiz Carlos Gomes.**



Diretor Superintendente:  
**Marcelo Wood Chiarello**

Diretor:  
**José Ferreira Abdal Neto**

Gerente de Operação e Manutenção:  
**Marcelo Yukio Kurokawa**

Coordenação do Projeto:  
**Diogo de Oliveira Ferret**

## **Equipe Executora**

Karla Danielle G. da Luz Agostinho  
João Dirço Latini  
Luiz Carlos Gomes  
Angelo Antonio Agostinho

## **Sistemática de Peixes – PUC –RS**

Dr Carlos Alberto Santos de Lucena  
Dra Zilda Margarete Seixas de Lucena

## **Equipe de apoio**

### **Apoio de Campo:**

Francisco Alves Teixeira (Técnico)  
Joãozinho Donida (Técnico)  
José Ricardo Gonçalves (Técnico)  
Valdir Aparecido Capatti (Técnico)

### **Apoio de Laboratório:**

Camila Ribeiro Coutinho de Oliveira (Bióloga)  
Daniele Cristina de Oliveira Rafael (Auxiliar de laboratório)  
Fabiane Abujanra (Bióloga)  
Gabriella Rafael Falkemback (Técnica de laboratório)  
Islayla Nunes (Estagiária)  
Mariana Pardo (Estagiária)  
Patrícia Almeida Sacramento (Bióloga)  
Regina Célia Brunelli Amadeu Gomes (Bióloga)  
Sueli Rafael Falkemback (Técnica de laboratório)

### **Digitação e conferência dos dados:**

Rafaella Aparecida Falkemback

### **Capa, diagramação e artes:**

Jaime Luiz Lopes Pereira (Desenhista)

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LOCAIS DE AMOSTRAGEM .....</b>	<b>4</b>
Localização das estações de amostragem .....	5
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
Amostragem e obtenção dos dados .....	6
Análise dos dados .....	8
<b>4. LIMNOLOGIA FÍSICA E QUÍMICA.....</b>	<b>11</b>
Temperatura da Água.....	11
Oxigênio Dissolvido.....	12
pH.....	13
Condutividade Elétrica.....	15
Transparência.....	16
Síntese das Tendências de Variação .....	17
<b>5. ICTIOFAUNA.....</b>	<b>18</b>
Composição da Ictiofauna.....	18
Padrões gerais das capturas com distintos aparelhos de pesca.....	22
Caracterização das Assembléias de Peixe.....	24
Remansos do Rio e do Reservatório .....	24
Biótopos Litorâneos .....	31
Biótopos de Corredeiras .....	38
Alimentação Natural.....	43
Proporção entre as categorias tróficas.....	44
Reprodução .....	45
Época de desova .....	47
Local de desova .....	48
Proporção entre as estratégias reprodutivas .....	48
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>50</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

## Introdução

Uma consequência inevitável dos represamentos é a alteração na estrutura das assembléias de peixes existentes na bacia, particularmente no trecho represado, onde o desaparecimento de alguns elementos dessas assembleias, especialmente nas áreas mais alteradas pode ocorrer. Entre os fatores associados ao grau de alteração na estrutura e na dinâmica da biota local destacam-se a morfometria da bacia de captação, a vazão, o padrão de circulação da água, a profundidade, a área, o desenho da barragem e os procedimentos operacionais.

Essas variações tornam cada reservatório uma entidade particular para cujo manejo são requeridas informações localizadas (Weithman & Haas, 1982). Mesmo reservatórios dispostos em série em uma mesma bacia, embora com interações unidirecionais de montante para jusante, mostram suas comunidades com organizações diferenciadas (Agostinho & Gomes, 1997).

Verifica-se, durante o processo de ocupação do reservatório, a depleção de algumas populações, para as quais as novas condições são restritivas, e a explosão de outras que têm no novo ambiente condições favoráveis, geralmente transitórias, para manifestar seu potencial de proliferação (Agostinho et al., 1992).

Entretanto, as espécies de peixes mais afetadas pelos represamentos são aquelas de maior porte, geralmente de hábito migratório e elevada longevidade. Já a proliferação massiva, é constatada entre espécies de pequeno porte, sedentárias, com alto potencial reprodutivo e baixa longevidade (r-estrategistas) e para as quais a disponibilidade alimentar é elevada (Agostinho, 1995).

O presente Relatório pretende apresentar os resultados obtidos durante o primeiro ano da execução do Projeto "Monitoramento da ictiofauna dos reservatórios do complexo energético operado pela Companhia Energética do Rio das Antas - CERAN". O relatório, nessa etapa, contempla a descrição da composição, estrutura e abundância das espécies nos diferentes biótopos, tanto os remanescentes da fase de pré-represamento como daqueles novos, decorrentes da formação do reservatório. Tem, portanto, caráter preliminar na avaliação das alterações impostas pelos represamentos e na proposição de ações mitigadora de eventuais impactos. Refere-se a quatro das oito campanhas de amostragem previstas no monitoramento da fase de operação dos reservatórios.

## Locais de Amostragem

O rio das Antas localiza-se no noroeste do Rio Grande do Sul, estendendo-se por cerca de 390 km desde suas nascentes no extremo leste de sua bacia, nos municípios de Cambará do Sul, Bom Jesus e São José dos Ausentes, até a confluência do rio Guaporé, no município de Muçum. A partir desse ponto, a continuidade natural de seu curso passa a ser conhecido como rio Taquari, percorrendo mais 140 km até a confluência com o rio Jacui, principal formador do Guaíba (Lorentis, 2004). A bacia do Antas-Taquari tem uma área de 26.536 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 9% do território estadual. Seus principais tributários são os rios Camisas, Tainhas, Lajeado Grande e São Marcos, na margem esquerda, e Quebra-Dentes, Prata, Carreiro, Guaporé, Forqueta e Taquari-Mirim, na margem direita.

As características geomorfológicas e hidrológicas permitem dividir a bacia do rio das Antas em dois trechos distintos, ou seja, (i) o trecho superior, aqui denominado alto rio das Antas, compreendido entre suas nascentes e a foz do rio Quebra-Dentes, com uma extensão de 183 km, direção leste-oeste, declividade acentuada (média de 4,8 m/km) e encaixada e com muitas corredeiras e algumas quedas, (ii) e o trecho inferior, aqui nominado baixo rio das Antas (ou médio Antas-Taquari), entre a foz do Quebra-Dentes e a do Guaporé, com direção nordeste-sudeste, extensão de 207 km, e declividade média de 1,6 m/km, marcado por vales encaixados e algumas corredeiras. O rio Taquari (baixo rio Antas-Taquari), sua seqüência natural, tem direção predominante norte-sul, correm em planície, com declividade média de apenas 0,2 m/km e raras cachoeiras (Leite et al., 2003; FEPAM, 2009, Agostinho et al., 2011).

Desta forma, destaca-se que o segmento da bacia do rio das Antas objeto dos estudos reportados nesse relatório está compreendido entre o remanso da UHE Castro Alves, abaixo da foz do rio São Marcos, e alça de vazão reduzida da UHE 14 de Julho, acima da foz do rio Carrero. Esse trecho comporta atualmente os três empreendimentos da Companhia Energética Rio das Antas (Ceran), ou seja, as Usina Hidrelétricas de Castro Alves, Monte Claro e 14 de Julho. Nesse segmento foram estabelecidas dez estações de amostragens, cada uma envolvendo um trecho entre 500 e 800 metros, sendo três em cada usina hidrelétrica e uma no rio da Prata. Nos reservatórios as estações contemplaram o corpo principal, o trecho final do reservatório (remanso) e a alça entre a barragem e a casa de força.

## Localização das estações de amostragem

A localização das estações de amostragem é apresentada na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente.

Tabela1. Descrição das estações de amostragem.

Estação de Amostragens	Localização	Coordenadas UTM
14JUS	Alça de Vazão Remanescente (AVR) – UHE 14 de julho	22 J 438410 6783631
14LEN	Reservatório da UHE 14 de julho (corpo principal)	22 J 434807 6786183
14REM	Reservatório da UHE 14 de julho (remanso)	22 J 445048 6787453
MCJUS	Alça de Vazão Remanescente (AVR) – UHE Monte Claro	22 J 451465 6784833
MCLEN	Reservatório da UHE Monte Claro (corpo principal)	22 J 453797 6789829
PRAT	Rio da Prata	22 J 455616 6795130
MCREM	Reservatório da UHE Monte Claro (remanso)	22 J 455832 6788267
CAJUS	Alça de Vazão Remanescente (AVR) – UHE Castro Alves	22 J 463485 6790787
CALEN	Reservatório da UHE Castro Alves (corpo principal)	22 J 463763 6793410
CAREM	Reservatório da UHE Castro Alves (remanso)	22 J 475803 6797488

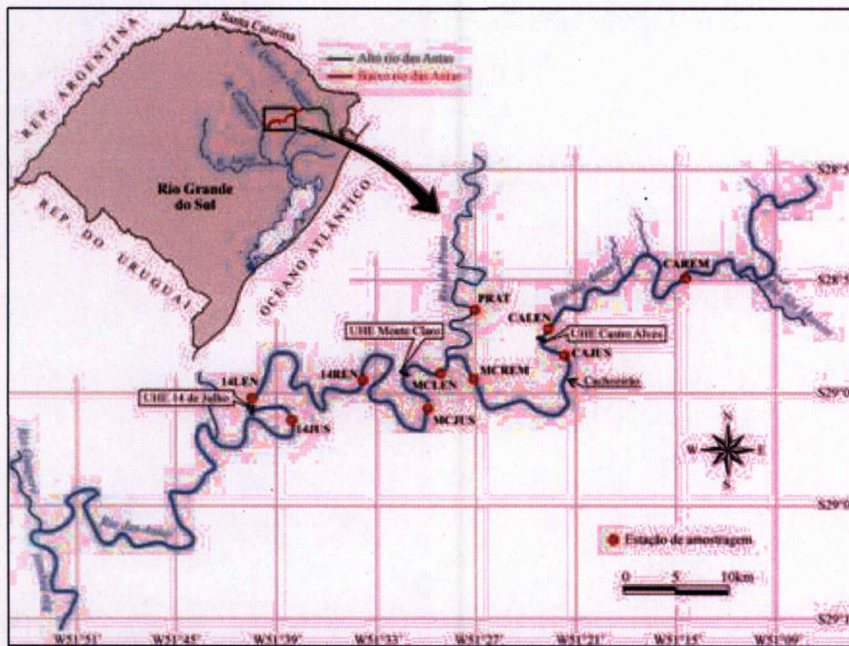


Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta.

## Materiais e Métodos

### Amostragem e obtenção dos dados

Durante a instalação e revistas das redes de espera, foram registrados os dados de temperatura do ar e água (°C), transparência (profundidade do disco de Secchi; cm), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), e concentração de oxigênio dissolvido na água (mg/L). Os valores de temperatura da água, pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram obtidos na sub-superfície nas estações lóticicas e na sub-superfície, meio e fundo (três estratos) nas estações do corpo dos reservatórios. Assim, estas variáveis foram analisadas quanto às variações espaciais (estações de amostragem e, no caso das estações lênticas - remanso e lêntico, nos três estratos considerados) e temporais (meses de coleta, em cada estação de amostragem).

No período de abrangência desse relatório, foram realizadas 4 campanhas de amostragem com periodicidade trimestral. Assim, amostragens da ictiofauna foram realizadas em abril, julho e outubro de 2011 e em janeiro de 2012.

A pesca experimental foi realizada utilizando-se diferentes aparelhos de pesca (redes de espera, arrastos, tarrafas, espinhéis) com esforço padronizado para cada tipo de aparelho. O quadro a seguir enumera as artes de pesca do tipo rede, operadas durante o período.

APARELHOS	MALHAGEM <sup>(1)</sup> /TAMANHO	DIMENSÕES
Redes de espera	2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14	10 m
Tarrafas	2,4, 4, 6,	05 lances cada
Espinhéis	/4 e /7	10 anzóis
Arrastos	0,5	20 m

(1). Medida entre nós não adjacentes, em cm.

As amostragens com redes de espera foram realizadas em áreas de correntes moderadas a baixas, nos trechos de rios e no reservatório, ficando expostas no período das 16:00 às 8:00hs, com revistas à noite (22:00 h) e de manhã (8:00hs). Na estação lêntica do reservatório, visando avaliar a distribuição vertical e transversal da ictiofauna, foram estabelecidos três pontos de amostragem, com o uso de baterias de redes de fundo, superfície e margem.

As tarrafas (5 lances cada) e os arrastos (1) foram operados nas estações amostradas com redes de espera, no período diurno e noturno, sendo as

primeiras utilizadas em áreas de corredeiras e os últimos na zona litorânea, marginais e pouco profundas (<3,0m).

Espinheis equipados com dez anzóis nos tamanhos /4 e /7, iscados com peixes, foram instalados ao anoitecer e retirados ao amanhecer, sendo também operados nas mesmas localidades que as redes de espera.

Cenas das atividades de pesca, com os diferentes aparelhos de captura são mostradas na Figura 2.

Após cada revista, os peixes foram fixados em formol 10% e acondicionados em sacos plásticos, contendo etiquetas com anotações sobre o tipo de aparelho de pesca, malhagem, estação de amostragem e período de captura. O material biológico coletado foi remetido para ser processado no laboratório da Limnobios, em Maringá.

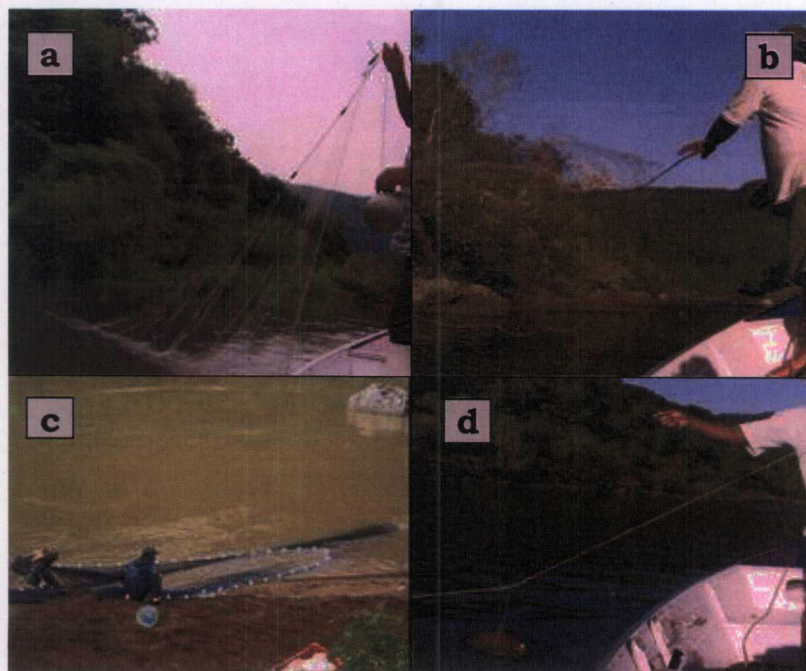


Figura 2. Procedimentos nas amostragens da ictiofauna ( a=redes de espera; b=tarrafa; c=rede de arrasto; d=espinhel).

Amostras das diferentes espécies de peixes coletadas foram encaminhadas ao Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS para confirmação de identificação e composição do acervo.

De cada exemplar capturado foram registradas, em formulário próprio, as seguintes informações: data e estação de amostragem (coordenadas); aparelho de pesca e período de captura; número do exemplar; espécie; comprimento total (cm); comprimento padrão (cm); peso total (0,01 g.); peso do estômago (0,01 g.);

grau de repleção gástrica (0-3); sexo; estágio de maturação gonadal, e peso da gônada (0,01 g.).

O estágio de desenvolvimento gonadal foi determinado macroscopicamente, levando-se em consideração as características relacionadas a cor, transparência, vascularização superficial, flacidez, tamanho e posição na cavidade abdominal e, no caso dos ovários, o grau de visualização dos ovócitos (Vazzoler, 1981).

## **Análise de dados:**

### *Limnologia Física e química*

Para identificar quais das variáveis que apresentaram maiores flutuações ao longo do período de estudos (Abril, Julho, Outubro de 2011 e Janeiro de 2012), foi utilizada uma abordagem multivariada. Esta análise fornece uma representação gráfica (ordenação) das amostras (instalação, primeira revista e retirada), permitindo identificar aquelas com maior influência na separação dessas no espaço cartesiano. Assim, pode-se afirmar que locais e meses mais próximos na ordenação apresentaram características semelhantes.

As variáveis utilizadas foram a temperatura da água, a transparência (profundidade do disco de Secchi), pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Para a transparência de Secchi, o valor para o período noturno foi a média dos valores obtidos durante o período diurno, dado que essa avaliação é disponível apenas para os horários de luz. Optou-se por esse procedimento, para que não fossem perdidas as amostras destas variáveis durante a noite, uma vez que a análise exige que todas as informações estejam disponíveis de forma semelhante para todas as variáveis.

Devido a natureza linear das relações entre as variáveis consideradas, a análise multivariada utilizada foi a análise de componentes principais (PCA; Gauch Jr., 1984). Esta análise propicia a ordenação das amostras, sendo as variáveis mais importantes aquelas que apresentam maiores autovetores (correlações ou coeficientes de estrutura) com os respectivos eixos. Para retenção dos eixos da PCA a serem interpretados, foi utilizado o critério de Broken Stick (Jackson, 1995). De acordo com este critério, somente os eixos que apresentarem autovalores superiores aos autovalores gerados ao acaso, de acordo com o modelo de Broken Stick, devem ser interpretados.

## Ictiofauna

Os dados de abundância e biomassa foram expressos em captura por unidade de esforço, sendo o esforço expresso em m<sup>2</sup>/dia de operação de redes (redes de espera), indivíduos por metro quadrado de área amostrada (arrastos). Assim, os dados de captura com redes de espera são expressos em número ou peso totais de indivíduos por 100m<sup>2</sup> de rede, utilizando-se para o cálculo a seguinte expressão:

$$CPUE_{N,B} = \sum_{m=2,4}^{16} (N_m \text{ ou } B_m / f) * 100$$

onde:

- CPUE= captura por unidade de esforço em número (N) ou peso (B);  
N<sub>m</sub> = número de peixes capturados na malha m;  
B<sub>m</sub> = biomassa de peixes capturados na malha m;  
F = esforço de pesca ou área em metros quadrados das redes de malha m;  
m = tamanho da malha medido entre nós não adjacentes.

Alguns atributos ecológicos foram utilizados para caracterizar a assembléia de peixes (Magurran, 1988). A diversidade ictiofaunística, estimada para cada estação, baseou-se no Índice de Shannon (H') (Pielou, 1975), a partir da seguinte equação:

$$H' = - \sum (ni/N) \cdot \log(ni/N)$$

onde :

- ni = número de indivíduos na i-ésima espécie;  
N = número total de indivíduos.

A equitabilidade (E) de distribuição das capturas pelas espécies, estimada em cada estação, baseou-se na seguinte equação (Pielou, 1975):

$$E = H' / \log S$$

onde:

- H' = índice de diversidade de Shannon;  
S = número de espécies.

Para analisar as capturas por aparelho de pesca e a estrutura das assembléias de peixes foram utilizadas técnicas multivariadas, tais como a análise de correspondência com remoção do efeito do arco (Gauch, 1984).

Os atributos de assembléias e dados de estrutura de populações são importantes para comparações das fases anteriores e posteriores à formação dos reservatórios, permitindo, em certa extensão, determinar o impacto deles sobre a assembléia de peixes e definir a estratégia para atenuá-lo. Amostragens a

montante e em tributários, além dos subsídios ao manejo de áreas críticas, foram propostas para inferir sobre impactos produzidos pelos represamentos e discerni-los daqueles de outra origem.

Os principais eventos do ciclo reprodutivo foram avaliados através da análise da frequência mensal dos estádios de maturação gonadal (Vazzoler et al., 1989) e do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR; Agostinho et al., 1991) expresso pela equação:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left( \frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) * \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left( \frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} * 100$$

Onde:

- $N_i$  = número de indivíduos na unidade amostral  $i$ ;
- $n_i$  = número de indivíduos "em reprodução" na unidade amostral  $i$ ;
- $N_m$  = número de indivíduos na unidade amostral com maior  $n$ ;
- $n_m$  = número de indivíduos "em reprodução" na unidade amostral com maior  $n$ ;
- $RGS_i$  = RGS média dos indivíduos "em reprodução" na unidade amostral  $i$ ;
- $RGS_e$  = maior valor individual da RGS;
- RGS = peso das gônadas\*100/peso total.

A atividade reprodutiva foi classificada em incipiente ( $0 < IAR < 5$ ), moderada ( $5 < IAR < 10$ ), intensa ( $IAR > 10$ ) e muito intensa ( $IAR > 10$ ).

Os conteúdos estomacais foram examinados sob microscópio estereoscópico e os itens identificados ao menor nível taxonômico possível. Estas análises foram realizadas de acordo com os métodos (i) de frequência de ocorrência - onde se registra o número de peixes em que cada item ocorreu, obtendo-se a porcentagem em relação ao total de estômagos com alimento; e (ii) volumétrico - registra-se o volume de cada item alimentar, obtendo-se a porcentagem em relação ao volume total de todos os conteúdos estomacais (Hynes, 1950; Gerking, 1978; Hyslop, 1980; Hahn, 1991). Os percentuais obtidos com esses métodos foram combinados no Índice Alimentar (IAi), proposto por (Kawakami & Vazzoler, 1980) e descrito pela equação:

$$IAi = \frac{F_i * V_i}{\sum_{n=1}^n (F_i * V_i)}$$

Onde:

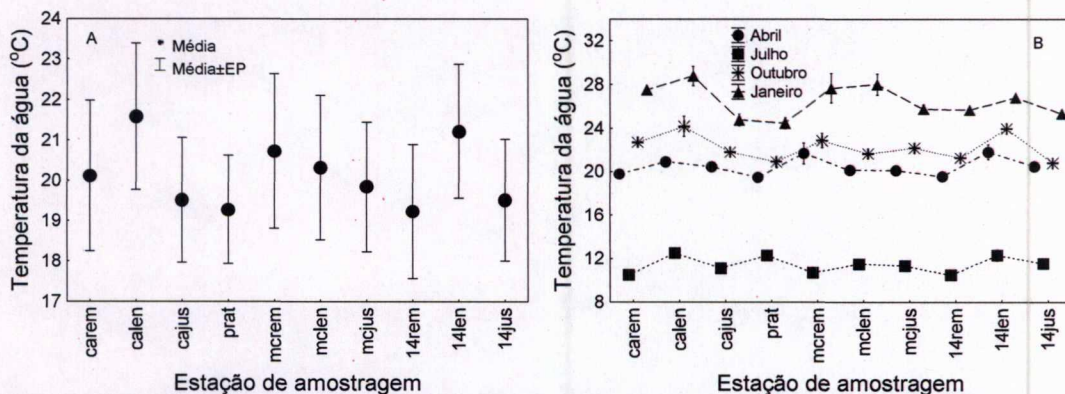
- $i$  = item alimentar variando de 1 a  $n$ ;
- $F_i$  = frequência de ocorrência (%) do item  $i$ ;
- $V_i$  = volume (%) do item  $i$ .

# LIMNOLOGIA FÍSICA E QUÍMICA

## Temperatura da água

As médias da temperatura da água, nas diversas estações de amostragem, variaram entre 19 e 22 °C. De maneira geral, as maiores médias da temperatura foram registradas nas áreas localizadas no corpo dos reservatórios, o que pode ser indício de que estes corpos d'água são ótimos acumuladores de calor (Fig. 3A).

As variações temporais nas médias da temperatura da água foram as esperadas e conforme o padrão climático da região (Fig. 3B), ou seja, menores temperaturas em Julho (inverno; médias em torno de 10 °C) e maiores em Janeiro (verão; médias em torno de 27 °C), quando foram observadas também as maiores variações entre os turnos do dia.



**Fig. 3. Variações espaciais (A) e temporais (B) da temperatura da água na superfície no rio das Antas, na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14), nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.**

Nas estações localizadas no corpo dos diversos reservatórios, onde foi possível amostrar os diversos estratos (Superfície, Meio e Fundo), percebeu-se que a temperatura da água foi sempre superior na Superfície, seguida do Meio e do Fundo. As maiores diferenças nas médias dos estratos foram verificadas para as estações localizadas nas porções lânticas dos reservatórios de Castro Alves (CA) e 14 de Julho (14), indicando que estes apresentam maior estratificação térmica, especialmente o primeiro, com diferenças entre a superfície e o fundo de mais de 3 °C (Fig. 4). Nas estações localizadas nos remansos dos reservatórios as variações foram pouco acentuadas. Padrões de circulação da água ao longo dos reservatórios devem explicar estas tendências.

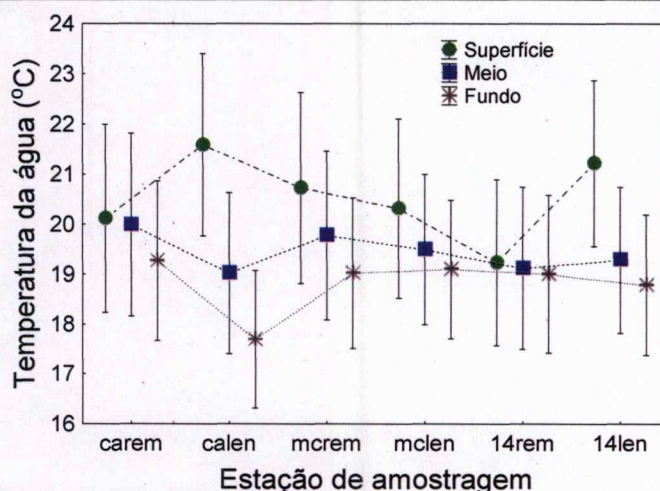


Fig. 4. Variações da temperatura da água nos diversos estratos amostrados na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14) no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

## Oxigênio dissolvido

As médias da concentração de oxigênio na superfície da água foram sempre superiores a 8 mg/L, não sendo, portanto, restritivas para peixes (Fig. 5A). Valores médios menores dessa variável foram registradas na área lântica dos reservatórios, especialmente em Castro Alves e Monte Claro. Esse resultado é esperado em função da menor movimentação da água em ambientes lânticos. Já as variações mensais das médias do oxigênio dissolvido, nas diversas estações de amostragem, foram elevadas, como esperado. Os maiores valores médios foram sempre registrados em Julho (sempre superiores a 9 mg/L), devido à relação inversa que este gás apresenta com a temperatura (Esteves, 1998). Por outro lado, os menores valores foram registrados nos meses mais quentes, especialmente em Janeiro. Mesmo assim, com médias sempre superiores a 6 mg/L e, portanto, não restritivos aos peixes (Fig. 5B).

As variações nas médias do oxigênio dissolvido, entre os diversos estratos amostrados, foram acentuadas, com maiores médias na Superfície, seguindo do Meio, e menores no Fundo, demonstrando estratificação química em todos os reservatórios. (Fig. 6). Isso foi mais evidente para o primeiro (Castro Alves; com diferença das médias da superfície e fundo superiores a 2,5 mg/L) e o último (14 de Julho; diferença em torno de 2,0 mg/L) reservatório estudado, refletindo as tendências constatadas para a estratificação térmica. A estratificação menos acentuada no reservatório de Monte Claro, embora possa estar sendo influenciado pelo aporte de poluentes, deve se relacionar à idade do reservatório, visto que esse é o mais antigo da série.

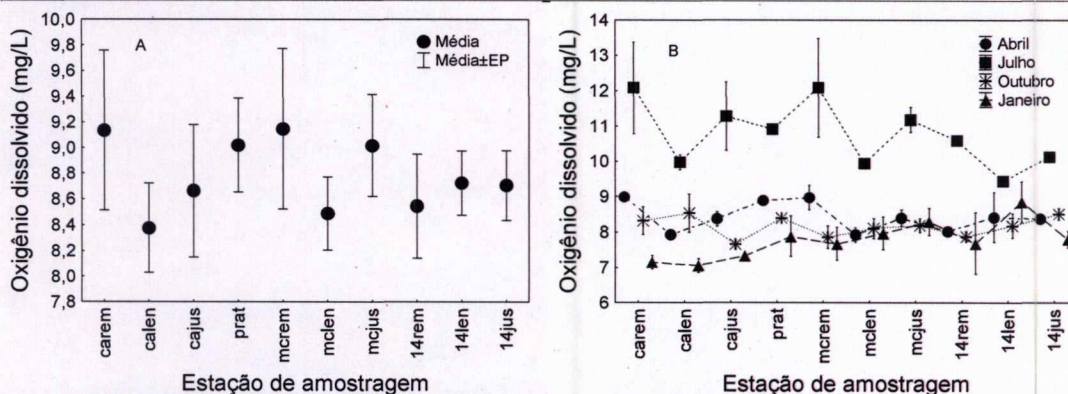


Fig. 5. Variações espaciais (A) e temporais (B) do oxigênio dissolvido na superfície da água no rio das Antas, na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14), nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

Valores extremos desse gás foram registrados no estrato fundo das estações localizadas no reservatório de Castro Alves, (Calen < 1,0 mg/L, em Jan-12; Carem, <3 mg/L, Jan-2012). Estes valores são restritivos para a maior parte dos peixes (Mathews, 1998). O fato das concentrações de oxigênio serem baixas já na entrada do reservatório indica que a explicação desses valores extremos decorra de aporte de poluentes orgânicos dos trechos superiores. Ressalta-se, no entanto, que a elevada oxigenação das águas superficiais e intermediárias assegura a presença de abrigo aos peixes nesses estratos e nas margens.

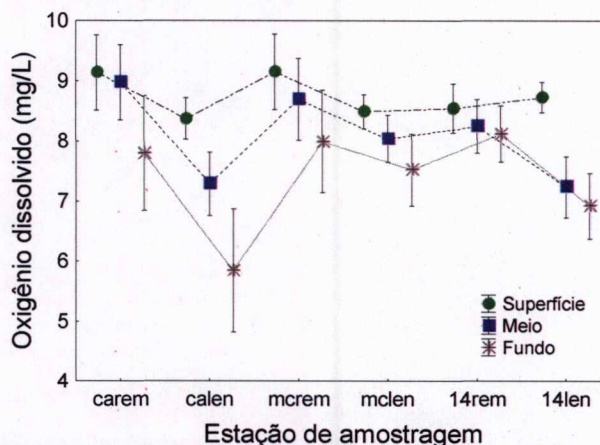
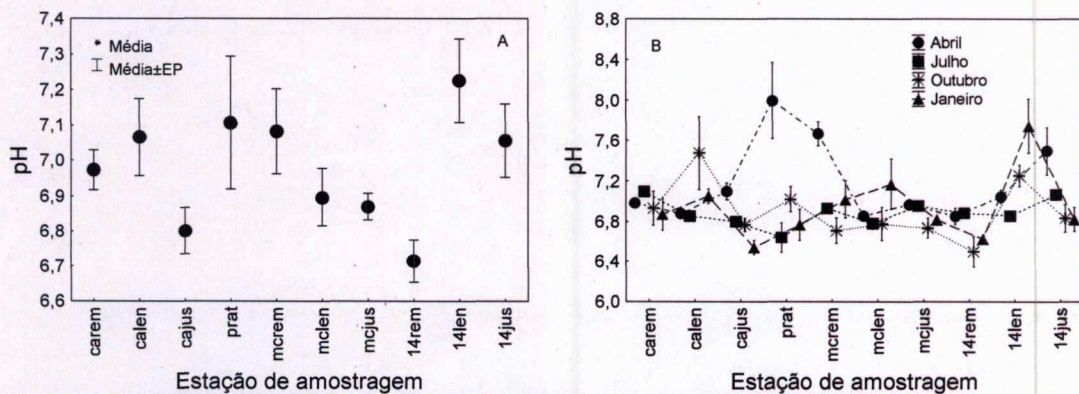


Fig. 6. Variações da concentração de oxigênio dissolvido nos diversos estratos amostrados na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14) no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

## pH

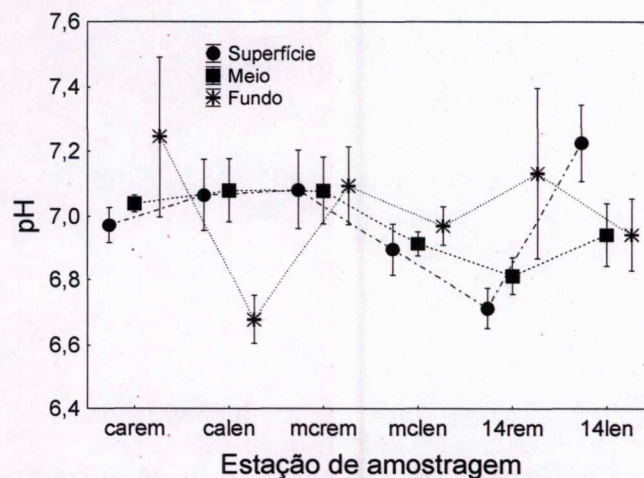
As médias do pH nas diversas estações de amostragens variaram entre 6,7 e 7,3, ou seja, em torno da neutralidade. O menor valor foi registrado no remanso do reservatório da UHE 14 de Julho (14rem), seguido de jusante de Castro Alves

(CAJUS). Por outro lado, o maior valor médio foi registrado na área lântica de 14 de Julho (14len) (Fig. 7A). Embora com variações não muito acentuadas, é possível que as variações no pH seja também resultante de interações de aporte de poluentes e processos biogênicos (fotossintéticos). Por outro lado, as médias mensais do pH, nas diversas estações, estiveram entre 6,5 (CAJUS - Janeiro e 14 REM - Outubro) e 8,0 (Prata - Abril) (Fig. 7B).



**Fig. 7. Variações espaciais (A) e temporais (B) do pH na superfície da água no rio das Antas, na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14), nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.**

Quando as médias do pH são analisadas considerando os estratos (Superfície, Meio e Fundo), percebe-se que as maiores variações ocorreram no Fundo, especialmente em na entrada do reservatório de Castro Alves (carem; maior média), na parte mais interna desse reservatório (calen; menor média). Já para 14REM, o maior valor foi registrado na superfície (Fig. 8). É esperado que esses resultados também possa ser explicado pelo aporte de poluentes e processos biogênico (decomposição e fotossíntese).



**Fig. 8. Variações do pH nos diversos estratos amostrados na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14) no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.**

## Condutividade elétrica

As médias da condutividade elétrica foram muito variáveis entre as estações de amostragens, com menores valores em Castro Alves (CA; 32 a 36  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), aumentando nas demais. Observou-se valores médios de condutividade oscilando entre 40 e 52  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 9A). A entrada de resíduos orgânicos de centros urbanos explica esta tendência. Fica notório, também, que a condutividade da água diminui nos trechos mais internos dos reservatórios, que mostra o papel destes na remoção de íons, possivelmente devido à sedimentação.

As variações temporais, nas diversas estações de amostragens, também foram acentuadas. Novamente ficaram evidentes os baixos valores em Casto Alves, o primeiro reservatório da cascata, que recebe água diretamente do rio das Antas. No geral, percebe-se que a temperatura apresentou forte relação com os valores de condutividade, com valores aumentando nos meses mais quentes (Janeiro e Outubro). Merece destaque o alto valor médio registrado em Mcjus no mês de Abril (Fig. 9B), que pode ser decorrente de fontes pontuais de poluição.

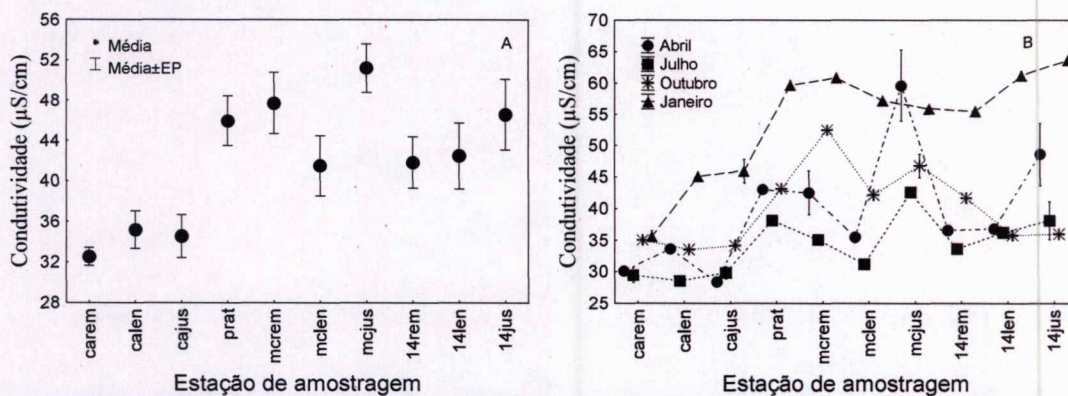


Fig. 9. Variações espaciais (A) e temporais (B) da condutividade na superfície da água no rio das Antas, na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14), nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

As variações da condutividade elétrica entre os estratos amostrados de um mesma estação de amostragem não foram acentuadas, exceto um ligeiro aumento nas médias do estrato Fundo na entrada do reservatório de Castro Alves (de 32,5 para 36  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Fig. 10). Então, as tendências dessa variável, nos diversos estratos, também indicam para uma fonte de íons imediatamente acima de Mcrem (que pode ser decorrentes de cargas de resíduos; cidades da região), mantendo valores em torno de 42  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

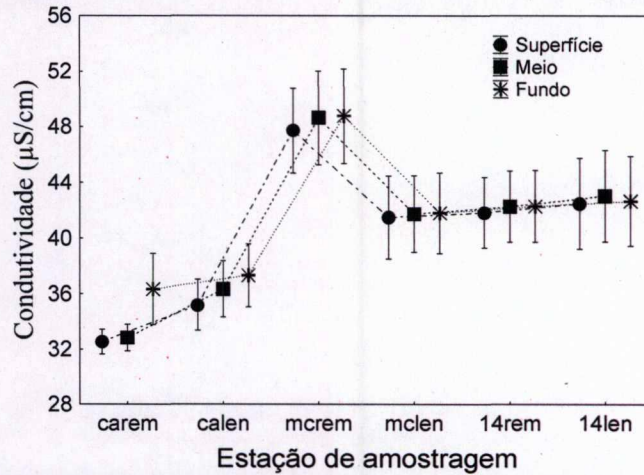


Fig. 10. Variações da condutividade nos diversos estratos amostrados na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14) no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

## Transparência

As médias da transparência (medida pelo disco de Secchi) variaram entre 95 e 115 cm, sem um claro padrão espacial nos valores (Fig. 11A). Águas menos transparente foram observadas na estação mais a montante (carem) e naquelas abaixo da foz do rio da Prata, exceto a última (14jus). Assim, embora com flutuações decorrentes do ingresso de rios laterais, a água que entra no trecho do rio das Antas onde se localizam os três reservatórios, deixa o sistema com maior transparência. Entretanto, a fonte das variações de turbidez não foi determinada. É possível que essas variações sejam resultantes de interações entre aportes de sedimentos (material particulado em suspensão) e atividade biogênica (fitoplanctônica).

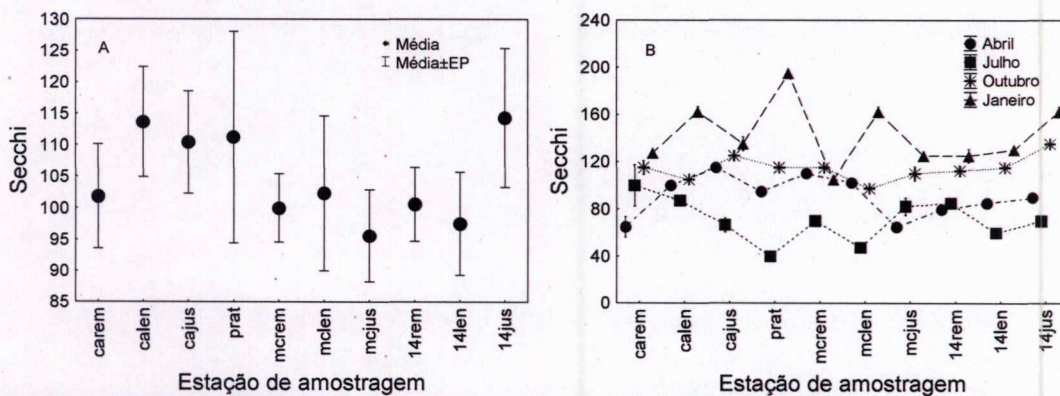


Fig. 11. Variações espaciais (A) e temporais (B) do disco de Secchi (Transparência) no rio das Antas, na região dos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14), nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

As variações temporais nas médias da transparência mostram tendências similares à exceção do mês de julho, quando a água efluente do reservatório de 14 de Julho é menos transparente que aquela que entra no reservatório de Castro Alves. O fato da turbidez em julho e abril serem maiores (menores valores na transparência) indica a importância da turbidez biogênica nos valores de transparência (Fig. 11B). Grandes variações espaciais no mês de janeiro devem decorrer de aportes laterais de material em suspensão.

### Síntese das tendências de variação

Na PCA aplicada aos dados abióticos das diversas amostras, apenas o primeiro eixo da PCA (PCA1) apresentou autovalor (2,751) maior que o autovalor (2,283) gerado pelo modelo de aleatoriedade de Broken Stick (Jackson, 1993). Assim, de acordo com este critério, apenas o PCA1 deve ser interpretado e este representou 55,0% da variabilidade dos dados da matriz original (Tabela 2). As variáveis que mais influenciaram a ordenação foram, negativamente a temperatura da água, transparência e a condutividade elétrica e, positivamente, o oxigênio dissolvido.

**Tabela 2. Autovetores (correlações) das variáveis utilizadas na análise de componentes principais (PCA). Também são apresentados os autovalores (reais e de Broken Stick) e a porcentagem de explicação de cada eixo.**

Variáveis	PCA1	PCA2
Temperatura da água (°C)	-0,56	0,08
Transparência	-0,50	-0,01
pH	-0,02	0,97
Condutividade elétrica (µS/cm)	-0,43	0,05
Oxigênio dissolvido (mg/l)	0,49	0,19
Autovalor	2,751	1,031
(Broken Stick)	(2,283)	(1,283)
% de Explicação	55,0	20,6

A ordenação das estações de amostragens (Fig. 12A) mostrou-se difícil de interpretar, não ficando evidente qualquer padrão na distribuição das amostras. De qualquer maneira, as amostras mais a esquerda da ordenação apresentaram valores de temperatura da água, transparência (profundidade do disco de Secchi) e condutividade, na média, maiores e mais similares. Por outro lado, as amostras mais a direita nesta figura, apresentaram valores de oxigênio dissolvido semelhantes entre si e, na média, maiores. Por analogia, os pontos mais a esquerda tiveram, na média, menores valores de oxigênio dissolvido,

enquanto que os da direita apresentaram menores valores de temperatura e condutividade. A relação inversa entre temperatura e oxigênio dissolvido é esperada (Esteves, 1998). As tendências de variações similares entre as estações de amostragem é mais fácil de visualizar na Figura 12B, que representa a média dos escores do PCA1, que foram bem similares, mas com pequena tendência de decréscimo dos escores em direção aos trechos mais inferiores da região amostrada.

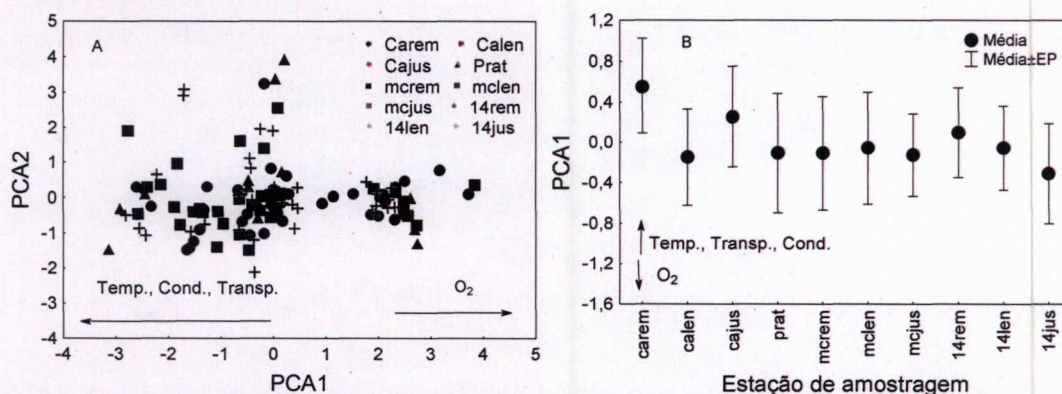


Fig. 12. Ordenação resultante da aplicação de uma análise de componentes principais (PCA; Eixo 1: PCA1; Eixo 2: PCA2) mostrando as variações na escala espacial. Coletas feitas nos reservatórios de Castro Alves (ca), rio da Prata (prat), Monte Claro (mc) e 14 de Julho (14) no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

A variação temporal, por outro lado, foi evidente, mostrando que, para estas variáveis, a escala temporal (clima da região) exerce grande influência. Dessa maneira, foi evidente a separação dos meses no eixo 1, tanto na ordenação de todas as amostras (Fig. 13A), quanto nas médias dos escores para esse mesmo eixo (Fig. 13B).

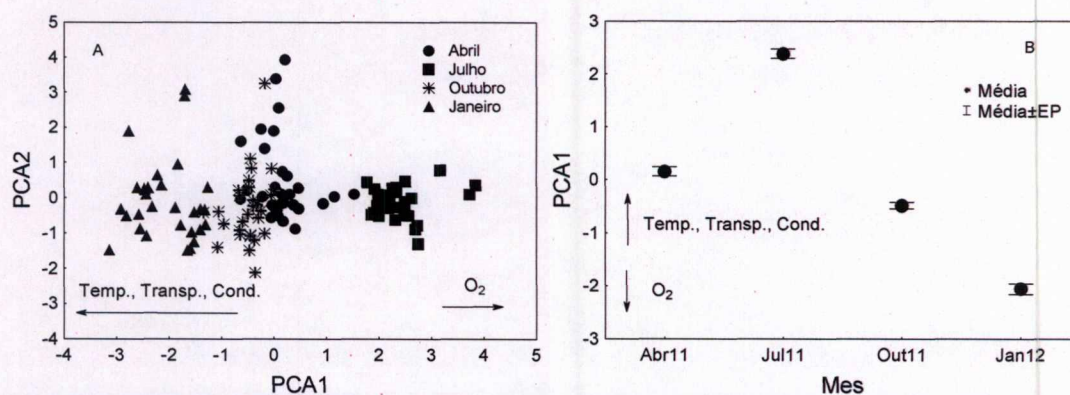


Fig. 13. Ordenação resultante da aplicação de uma análise de componentes principais (PCA; Eixo 1: PCA1; Eixo 2: PCA2) mostrando as variações na escala temporal. Coletas feitas nos reservatórios de Castro Alves, rio da Prata, Monte Claro e 14 de Julho, no rio das Antas, nos ambientes de remanso (rem), lântico (len) e jusante (jusa) de cada reservatório, amostrados nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2011 e Janeiro de 2012.

O mês mais diferenciado foi o de Julho, com elevadas concentrações de oxigênio dissolvido (ver Fig. 5B para mais detalhes). A separação dos demais meses também é decorrente de valores distintos, entre os meses, da temperatura da água (ver Fig. 3B para mais detalhes), transparência (ver Fig. 11B para mais detalhes) e condutividade elétrica (ver Fig. 10B para mais detalhes).