

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS

IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DA USINA
HIDRELÉTRICA LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (UHE
LAJEADO) NO RIO TOCANTINS, COM ÊNFASE NA
COMUNIDADE BENTÔNICA.

Regina Mayumi Kikuchi

SÃO CARLOS
2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS

IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DA USINA
HIDRELÉTRICA LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (UHE
LAJEADO) NO RIO TOCANTINS, COM ÊNFASE NA
COMUNIDADE BENTÔNICA.

Regina Mayumi Kikuchi

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ecologia e recursos Naturais.

SÃO CARLOS
DEZEMBRO/2005

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

K47ii

Kikuchi, Regina Mayumi.

Impacto da implantação da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) no rio Tocantins, com ênfase na comunidade bentônica / Regina Mayumi Kikuchi. - São Carlos : UFSCar, 2006.
127 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Ecologia de rios. 2. Biomonitoramento. 3. Macroinvertebrados. 4. Impacto ambiental - barragens. 5. Reservatórios. I. Título.

CDD: 574.526323 (20^a)

Orientadora
Profa. Dra. Alaíde A. Fonseca Gessner

Co-Orientadora
Profa. Dra. Gisela Yuka Shimizu

Dedico à minha filha Sofia
Com Amor

Agradecimentos

À minha orientadora Alaíde A. Fonseca-Gessner pelas instruções, correções, paciência, dedicação e amizade;

À minha co-orientadora Gisela Y. Shimizu pelas instruções, correções e amizade;

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais e seus funcionários pelo apoio nas documentações;

À CAPES pela bolsa de doutorado;

À Empresa Investco pela oportunidade e pelo financiamento nos trabalhos de campo;

Ao Fernán Vergara Figueroa pelo apoio, correções, paciência e carinho;

À minha filha Sofia Tiemi Kikuchi Vergara por existir e tornar o dia a dia mais alegre;

Aos meus pais e ao meu irmão por todo incentivo, auxílio e carinho.

Ao Prof. Claudomiro Moura Gomes André pelas análises estatísticas;

Ao Mateus Peppineli pelo abrigo em minhas viagens a São Carlos;

Aos colegas do Departamento de Hidrobiología pelo apoio e amizade;

A todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa com a localização da represa e dos pontos de coleta ao longo do rio Tocantins.....	12
Figura 02. Planejamento Amostral (variação temporal) e cronograma de construção da barragem.....	18
Figura 03. Planejamento Amostral (variação espacial).....	19
Figura 04. Variação dos valores da profundidade (m) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	25
Figura 05. Variação dos valores de velocidade da corrente (m/s) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). ...	26
Figura 06. Dados de vazões (m ³ /s) mensais, afluente e defluente, por período chuvoso e seco, medidos no eixo da barragem, UHE Luis Eduardo Magalhães, no Rio Tocantins, desde janeiro/2000 a janeiro/2003.....	27
Figura 07. Variação dos valores do pH da água superficial no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	27
Figura 08. Variação do pH do fundo do corpo d'água no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	28
Figura 09. Variação dos valores da condutividade elétrica da água superficial (µS/cm) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	29
Figura 10. Variação dos valores da condutividade elétrica da água do fundo (µS/cm) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	29
Figura 11. Variação dos valores de oxigênio dissolvido na água superficial (mg/L) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	30
Figura 12. Variação dos valores de oxigênio dissolvido na água do fundo (mg/L) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	30
Figura 13. Variação dos valores da turbidez da água superficial (NTU) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	31
Figura 14. Variação dos valores da turbidez na água do fundo (NTU) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	32

Figura 15. Variação dos valores da temperatura do ar (°C) na região do trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	32
Figura 16. Variação dos valores da temperatura da água superficial (°C) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	33
Figura 17. Variação dos valores da temperatura da água do fundo (°C) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	34
Figura 18. Variação dos valores da transparência da água (m) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). ...	35
Figura 19. Variação dos valores de material em suspensão (mg/l) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). ...	36
Figura 20. Análise de Componentes Principais (PCA) – diagrama de ordenação das variáveis ambientais.....	38
Figura 21. Análise de Componentes Principais (PCA) – diagrama de ordenação das unidades amostrais baseado nos valores das variáveis ambientais. Os números de 1 a 15 correspondem as coletas e as siglas com letras correspondem aos pontos de amostragem. Sendo Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos.	39
Figura 22. Valores da riqueza total de macroinvertebrados bentônicos no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	40
Figura 23. Variação da densidade total dos macroinvertebrados bentônicos (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).....	42
Figura 24. Variação dos valores de densidade de Oligochaeta (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	44
Figura 25. Variação dos valores de densidade de Hydracarina (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	45
Figura 26. Variação dos valores de densidade de Elmidae (Coleoptera) (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	47

Figura 27. Variação dos valores de densidade dos Chironomidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	48
Figura 28. Variação dos valores de densidade de Ceratopogonidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	50
Figura 29. Variação dos valores de densidade de Chaoboridae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	51
Figura 30. Variação dos valores de densidade de Empididae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	53
Figura 31. Variação dos valores de densidade de Simuliidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	54
Figura 32. Variação dos valores de densidade de Ephemeroptera (n° de indivíduos/m ²) não identificados (NI) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	56
Figura 33. Variação dos valores de densidade de Baetidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	57
Figura 34. Variação dos valores de densidade de Leptohiphidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	58
Figura 35. Variação dos valores de densidade de Leptophlebiidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	59
Figura 36. Variação dos valores de densidade de Polymitarcyidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	60
Figura 37. Variação dos valores de densidade de Plecoptera da família Perlidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	62

Figura 38. Variação dos valores de densidade de Glossosomatidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	64
Figura 39. Variação dos valores de densidade de Helicopsychidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	65
Figura 40. Variação dos valores de densidade de Hydropsychidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	66
Figura 41. Variação dos valores de densidade de Hydroptilidae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	67
Figura 42. Variação dos valores de densidade de Leptoceridae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragens no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	68
Figura 43. Variação dos valores de densidade de Odontoceridae (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	69
Figura 44. Variação dos valores de densidade de Gastropoda (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	71
Figura 45. Variação dos valores de densidade de Pelecypoda (n° de indivíduos/m ²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).	72
Figura 46. Participação relativa (%) e densidade (n° de indivíduos/m ²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Balsas no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.	74
Figura 47. Participação relativa (%) e densidade (n° de indivíduos/m ²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Ipueiras no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.	75
Figura 48. Participação relativa (%) e densidade (n° de indivíduos/m ²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Serralheria no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.	77

- Figura 49. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Porto Nacional no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho. 78
- Figura 50. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Graciosa no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho. 79
- Figura 51. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Todos os Santos no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho. 80
- Figura 52. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Gorgulho no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho. 81
- Figura 53. Dendrograma de similaridade entre amostras da comunidade bentônica de diferentes pontos do Rio Tocantins, em diferentes fases da implantação da UHE Luis Eduardo Magalhães. Sendo: Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa, To-Todos os Santos e Go-Gorgulho. As fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15) estão representados em azul, em roxo e em vermelho, respectivamente. 84
- Figura 54. Ordenação da DCA dos taxa de invertebrados, a partir dos dados de densidade, obtidos nas coletas no rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003.. 85
- Figura 55. Ordenação da DCA das unidades amostrais, a partir dos dados densidade de invertebrados, obtidos em coletas no rio Tocantins. Os números de 1 a 15 correspondem as coletas e as siglas com letras correspondem aos pontos de amostragem. Sendo Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos. 86
- Figura 56. Análise de Correspondência Canônica (CCA) – diagrama de ordenação das variáveis biológicas e ambientais, a partir dos dados de densidade de macroinvertebrados e dados limnológicos obtidos no Rio Tocantins. Somente as variáveis ambientais com maiores valores foram plotadas. 88
- Figura 57. Gradiente longitudinal no Rio Tocantins na região de implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães, com o trecho represa dividido em três regiões: fluvial, transição e lacustre. Sendo Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos. 93

LISTA DE TABELAS

- TABELA 01. Dados morfométricos e hidrológicos da represa UHE Luis Eduardo Magalhães. 13
- TABELA 02. Valores de correlação de Pearson dos principais táxons de invertebrados nos dois primeiros eixos da DCA, com base nas amostras de densidade de macroinvertebrados coletadas no rio Tocantins (valores de correlação maiores que 0,50 foram considerados significativos)..... 87
- TABELA 03. Valores de correlação e escores “biplot” das variáveis ambientais utilizados na Análise de Correspondência Canônica (CCA) para os dois primeiros eixos. 90
- TABELA 04. Resultados estatísticos para os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada a partir dos valores de densidade de macroinvertebrados bentônicos e das quinze variáveis ambientais. 90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	OBJETIVOS	09
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1	Área de Estudo	10
3.1.1	Localização	10
3.1.2	Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães	11
3.2	Variáveis ambientais	14
3.3	Variáveis biológicas	16
3.4	Análises dos dados	20
3.4.1	Definições e testes estatísticos	20
3.5	Normas técnicas	23
4	RESULTADOS	24
4.1	Variáveis ambientais	24
4.2	Variáveis biológicas	40
4.2.1	Riqueza total	40
4.2.2	Densidade total	41
4.2.3	Densidade por grupo taxonômico	43
4.2.4	Distribuição dos Macroinvertebrados ao longo do rio Tocantins nas diferentes fases da construção da UHE Luis Eduardo Magalhães	73
4.3	Análise das variáveis biológicas e ambientais	88
5	DISCUSSÃO	92
5.1	Variáveis ambientais	94
5.2	Variáveis biológicas	101
6	CONCLUSÃO	116
7	REFERÊNCIAS	118
	ANEXOS	127

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto na área de influência da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE-Lajeado) no Rio Tocantins, localizada no município de Miracema do Tocantins - TO, Brasil, por meio do estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas fases, pré-inundação, enchimento e represa, durante um período de trinta meses. As coletas foram realizadas com o amostrador de sucção, em sete pontos diferentes (um ponto a montante, cinco na represa e um ponto a jusante da barragem), a cada dois meses totalizando quinze coletas. No corpo do reservatório foi verificado o impacto devido à mudança do ambiente. Essas alterações são dinâmicas e variam em função da proximidade em relação à barragem, da sazonalidade e da operação das comportas, ocorrendo modificações em termos de densidade e riqueza dos organismos, com redução ou aumento desses. Observou-se também, impacto no ponto a jusante da barragem, provavelmente devido à qualidade da água descarregada pela represa e operação da barragem, e impacto em um ponto de controle à montante do corpo do reservatório, com predomínio em termos de densidade de uma espécie invasora. Com a formação da represa, no ponto a montante (Balsas) e na cabeceira da represa (ponto Ipueiras) os moluscos invasores do gênero *Corbicula* sp. predominam em termos de densidade. No trecho represa ocorre o desaparecimento de invertebrados como Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera (Simuliidae e Empididae) principalmente nos pontos mais próximos da barragem (Graciosa e Todos os Santos) e, o predomínio de larvas de Diptera (família Chaoboridae e Chironomidae - Tribo Chironomini). No ponto a jusante (Gorgulho) alguns grupos de invertebrados como larvas de Diptera (Simuliidae) e Plecoptera desaparecem e Chaoboridae, presentes no trecho represa, aparecem neste ponto principalmente no período chuvoso. Pode-se concluir neste trabalho que ocorrem alterações na composição e estrutura da comunidade bentônica devido à modificação do ambiente (principalmente no oxigênio dissolvido na água, profundidade, velocidade da corrente e tipo de substrato de fundo) em função da implantação de uma usina hidrelétrica, com um gradiente longitudinal crescente de impacto da zona fluvial para a zona lacustre do reservatório.

Palavras chave: Biomonitoramento, Macroinvertebrados, Impacto Ambiental em Barragens.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the impact and influence of the Luís Eduardo Magalhães hydroelectric power station (Lajeado Dam) in Tocantins River, which is located in the municipal district of Miracema of Tocantins TO, Brazil, through benthic macroinvertebrates community study in pre-flooding, reservoir filling and post-filling Phases. The samples have been collected with the help of a suction sampler in seven different points (at reservoir's upstream, downstream of the dam and five points in the reservoir), every other month totalling fifteen collections during a period of thirty months. The impact in the reservoir has been confirmed as due to environmental changes. These alterations are dynamic and vary in function of the dam proximity, seasonal changes and gate operations, causing modifications on density and richness of the organisms, reducing or enhancing them. The impact at the downstream of the dam has been noticed as well, probably due to the quality of the water released from the dam and the dam operation itself. Also at the control point on the reservoir's upstream, the impact with a prevalence of an invasive freshwater species in terms of density has been confirmed. With the construction of the dam, the invasive mollusks of the gên. *Corbicula* sp. prevail in density terms on the upstream point (Balsas) and in the beginning of the reservoir (Ipueiras point). In the reservoir, invertebrates like Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera (Simuliidae and Empididae) has disappeared mainly in the dam's closest points (Graciosa and Todos os Santos) and the Diptera larvae (Chaoboridae and Chironomidae - Tribo Chironomini) has prevailed. In the downstream point (Gorgulho) some groups of invertebrates like Diptera larvae (Simuliidae) and Plecoptera has disappeared and Chaoboridae larvae of the reservoir appear mainly in the rainy period at this point. This work confirms that there have been alterations on the composition and structure of the benthic community due to environmental changes (mainly on the dissolved oxygen in water, depth of the dam, current speed and type of substratum) caused by the construction of a hydroelectric power station. A crescent longitudinal gradient of impact from the riverine zone to the lacustrine zone of reservoir has been confirmed.

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas nas diferentes regiões do planeta levaram a distribuição desigual de recursos aquáticos. A disponibilidade de água é determinada pelas características hidrológicas que estão naturalmente ligadas à bacia de drenagem. A água é um bem vulnerável, finito e indispensável para a vida. O desenvolvimento sócio-econômico das populações humanas está vinculado em grande parte aos recursos hídricos. Segundo VON SPERLING (1996), os principais usos da água pelo homem são: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação animal, aquicultura, preservação da flora e fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística, navegação, diluição de despejos e por fim, mas não menos importante, a geração de energia elétrica.

A energia elétrica, segundo MÜLLER (1995), é extraída da água sem poluir e nem produzir resíduos, assim sendo é um recurso renovável e pode ser reutilizada, a jusante, para o mesmo objetivo ou para outras finalidades. A geração da energia hidrelétrica é a principal forma de uso não consuntivo da água, ou seja, não há perdas entre o que é derivado e o que retorna ao curso natural (SETTI et al., 2001). Neste contexto, a usina hidrelétrica pode ser entendida como uma das formas mais limpas de produção de energia elétrica, entretanto isto não significa que os processos de produção dessa energia elétrica não causem impactos ao meio ambiente (BRANCO, 1991). Existem inúmeras conseqüências, quer sejam sociais, econômicas ou ambientais, as quais podem advir com o represamento de rios na implementação de usinas hidrelétricas.

A América do Sul possui algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo, com pelo menos três a serem destacadas: Bacia Amazônica (Peru, Bolívia, Colômbia, Guianas e Brasil), Bacia do Prata (Paraguai, Uruguai, Brasil) e Bacia do Orinoco (Venezuela). Isso sem falar naquelas exclusivamente brasileiras e de grandes proporções, como as bacias do São Francisco e do Tocantins.

Entre os países industrializados, o Brasil é um dos mais dependentes da hidroeletricidade com 96,8% da energia elétrica produzida por cerca de 600 usinas, fazendo do Brasil o maior produtor de hidroeletricidade da América Latina, desenvolvimento esse, que ocorreu principalmente entre 1975 e 1985. Desde então, a construção de barragens tornou-se mais difícil devido à crise econômica e ao endividamento do país, assim como ao crescimento das críticas referentes aos impactos sociais e ambientais causados por essas barragens (Ministério de Minas e Energia, 1999)

Na região Amazônica, o crescimento das populações humanas, o desenvolvimento contínuo e a elevação da produtividade (comércio e artesanato), têm aumentado a demanda por energia elétrica, razão pela qual, o governo está promovendo a construção de novas usinas hidrelétricas (GUNKEL et al., 2003).

Segundo VIANA (2002), a exaustão de locais propícios para construção de barragens em áreas povoadas está levando a implementação desse tipo de obra para os rios Amazônicos, sendo previsto a construção de cerca de cem barragens para aquela região. Diante dessa situação é comum respostas reativas com protestos. São necessárias considerações das estratégias alternativas, bem como da definição e da avaliação das conseqüências de cada estratégia. As usinas hidrelétricas podem gerar consideráveis benefícios econômicos e sócio-culturais, entretanto a sua construção deve ser baseada no conhecimento suficiente do rio e de sua bacia hidrográfica para permitir avaliações das conseqüências ecológicas ao longo do tempo (PETTS, 1984), assim como as implicações sociais advindas da construção de barragens em grandes rios (BRISMAR, 2002).

As avaliações quantitativas e qualitativas, em termos ecológicos e econômicos, do impacto total causado sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres, onde são construídas essas barragens são difíceis de serem estabelecidas, mas muitos esforços têm sido feitos para fornecer subsídios que possam minimizar os impactos e reduzir os custos. Para uma avaliação adequada das alterações ambientais é imprescindível iniciar os estudos antes da implementação, ou seja, ainda, no estágio de planejamento, quando deve ser feita uma análise do custo/benefício do represamento antes da sua construção, e também é necessário o monitoramento ambiental antes, durante e depois da construção da barragem (TUNDISI, 1994), ou seja, nas fases anterior ao enchimento, durante e pós-enchimento da represa.

Entre os habitats de água doce, os rios, que compõem o sistema lótico, são caracterizados fundamentalmente por apresentar uma corrente definida e contínua (SCHAFFER, 1985; ODUM, 1988). A denominação lótico vem de "lótus" que significa lavado e compreende os habitats como nascentes, riachos, córregos e rios (ODUM, 1988).

Embora a existência de uma corrente seja uma característica marcante dos sistemas lóticos, a velocidade do fluxo d'água varia muito em diferentes regiões do mesmo curso de água, tanto longitudinalmente como transversalmente ao eixo da corrente e de momento para momento (ODUM, 2005). Ainda, as características de um rio dependem da combinação de fatores abióticos (físicos e químicos), e

bióticos. As interações entre esses fatores são difíceis de serem entendidas, portanto, em estudos de avaliações é apropriada a realização de considerações em separado (ALLAN, 1995).

O rio é um sistema aberto, sendo sua dinâmica dependente da matéria orgânica e dos nutrientes que provém da bacia hidrográfica (ZALEWSKI et al., 1994). VANNOTE et al. (1980) propuseram o Conceito do Contínuo Fluvial para rios de regiões temperadas, segundo o qual, o padrão de distribuição das comunidades ao longo de um curso de água ocorre de acordo com mudanças ambientais, de maneira que as comunidades desenvolvem estratégias buscando perda mínima de energia. O contínuo do rio, contudo, é interrompido quando barragens são construídas pelo homem para represar ou desviar seu fluxo (STANFORD & WARD, 1979).

WARD & STANFORD (1983) elaboraram o conceito da Descontinuidade Serial de ecossistemas lóticos, considerando mudanças no ambiente, físicas e biológicas, decorrentes do rompimento no processo do contínuo de rio e de nutrientes pelo represamento das águas.

Os reservatórios podem ser considerados, na sua grande maioria, como um estágio intermediário entre um rio e um lago (ou seja, ambiente lótico e lêntico), pois recebe o influxo do rio e, em geral, o tempo de residência da água é baixo (ESTEVES, 1988). MENZEL & COOPER (1992) citam que vários pesquisadores que estudam ambientes aquáticos têm sugerido que os reservatórios são ambientes intermediários entre rios e lagos, uma vez que os eles combinam propriedades desses dois tipos de sistemas.

O tempo de residência da água é uma propriedade do funcionamento dos reservatórios que reflete a extensão da influência do rio nos processos físicos e biológicos destes e, também está relacionado com importantes características morfométricas (profundidades do reservatório, área superficial, área de drenagem). A morfologia e a hidrodinâmica dos reservatórios resultam em gradientes longitudinais dos fatores físicos e químicos que coincidem com mudanças longitudinais da estrutura e do funcionamento do ecossistema (SOBALLE et al., 1992). A morfometria (área, largura, volume, comprimento, forma e desenvolvimento de margens, profundidade e área de drenagem da represa), hidrologia (descarga afluyente, tempo de residência da água, oscilação dos níveis da água, regras operacionais da usina hidrelétrica, padrão de circulação da água e velocidade de enchimento) e os elementos da bacia de drenagem (a quantidade de matéria orgânica incorporada, atividades antrópicas e tipos de solo e vegetação

inundados) determinam as características limnológicas de um reservatório (FILIPPO et al., 1999).

O modelo de três zonas, fluvial, de transição e lacustre, ilustra a natureza híbrida interna de rio-lago dos reservatórios, com características fluviais dominando a montante e características de lago encontradas próximo à barragem, assim sendo, o gradiente longitudinal dos reservatórios é induzido pelo influxo, que é dinâmico espacial e temporalmente (SOBALLE et al., 1992).

As primeiras barragens foram construídas com o propósito de irrigação, controle de inundação e abastecimento de água. Mais tarde, os rios foram represados de maneira a apresentar liberação controlada, visando a produção de energia elétrica, inicialmente pelo uso de turbinas e posteriormente pelo uso de geradores elétricos (BAXTER, 1977).

As represas variam amplamente com relação ao seu tamanho, propósito de uso e operação, e essas diferenças têm influências diversas no ecossistema, as quais produzem maior ou menor impacto no rio (PETTS, 1984).

As barragens hidrelétricas podem ser classificadas quanto sua operação, e podem ser de dois tipos: (a) “fio d’água”, cuja liberação da água segue a mesma vazão de entrada no reservatório, sendo essas geralmente de altura baixa e consideradas como causadoras de efeitos adversos relativamente pequenos ao ecossistema; e (b) “de pico ou de acumulação”, relacionada à aquelas represas com flutuações diárias conforme a demanda de energia, permitindo que a água flua através das turbinas em determinados períodos do dia, geralmente com início no meio da manhã e término no início do anoitecer, dessa forma causando mais danos à vida aquática (ALLAN, 1995; MÜLLER, 1995). Segundo ANEEL & OMM (1999) a usina hidrelétrica a fio d’água “utiliza reservatório com acumulação suficiente apenas para prover regularização diária ou semanal, ou utiliza diretamente a vazão afluente do aproveitamento” e, a usina com acumulação pode ser definida como “usina hidrelétrica que dispõe de reservatório para acumulação de água, com volume suficiente para assegurar o funcionamento normal das usinas durante um tempo especificado.”

A operação da usina pode desencadear fortes impactos no próprio reservatório e nas áreas a jusante da represa, alterando a estrutura das comunidades biológicas e o funcionamento do ecossistema, interrompendo o fluxo naturalmente livre e contínuo do curso do rio. Os aspectos ecologicamente mais significativos da operação da usina são: (1) a quantidade de água liberada; (2) o

período de liberação; e (3) a profundidade da tomada da água (SOBALLE et al., 1992).

O efeito do represamento inclui uma série de mudanças nas condições da própria represa e, também, a jusante da barragem, especialmente alterações do fluxo da água, regime da temperatura da água, tipo de substrato de fundo, quantidade de oxigênio dissolvido, retenção de sedimento e matéria orgânica particulada, modificação da comunidade aquática em termos de densidade, diversidade e até mesmo o desaparecimento de espécies tipicamente lólicas e a colonização por espécies com características de sistemas lênticas (NELL, 1966; BAXTER, 1977; WARD & STANFORD, 1979; WARD, 1982; PETTS, 1984, ALLAN, 1995; TOMAN & STEINMAN, 1995; LEVIN & TOLIMIERI, 2001; POFF & HART, 2002). A barragem interrompe e altera a maioria dos processos ecológicos do rio, pois muda o fluxo de água, o sedimento, o transporte de nutrientes e a energia e, conseqüentemente altera a biota desse ecossistema aquático (LIGON et al., 1995).

Com relação à descarga de água, podem ser relacionados cinco componentes do regime de fluxo regulando os processos no ecossistema de rio: magnitude, freqüência, duração, período e proporção de mudanças nas condições hidrológicas (CORTES et al., 1998). Segundo esse mesmo autor, não só extremos hidrológicos abaixo da barragem afetam as espécies aquáticas, mas a estabilização do fluxo a jusante desta também resulta em ambientes artificiais, com conseqüências deletérias.

O regime hidrológico desempenha um papel importante na determinação da composição biótica, estrutura e função de ecossistemas aquáticos, de áreas ripárias e alagadas; contudo, os usos múltiplos da água com a construção de barragens e o uso da terra pelo homem podem alterar substancialmente o regime hidrológico de uma região (RICHTER et al., 1996).

O influxo de partículas em suspensão trazidas pelo rio deposita-se sob reduzida velocidade de corrente no reservatório, aumentando a transparência da água (SIMONS, 1979; WARD, 1982), o que pode contribuir para o aumento da abundância de perifíton e/ou de macrófitas a jusante da barragem quando a água liberada é mais transparente (WARD & STANFORD, 1979). Nos rios de grande porte com uma cadeia de muitas barragens têm sido observadas extensivas florações de fitoplâncton como uma conseqüência da lenta passagem da água a jusante da barragem. Por outro lado, quando as barragens liberam um grande volume de água e de forma não regular, os efeitos podem ser muito prejudiciais

para as plantas e os animais que vivem a jusante, uma vez que ocorre a lavagem do fundo do rio, não permitindo a fixação desses organismos (ALLAN, 1995).

Outros efeitos do represamento, a serem ressaltados, são as alterações nos teores de oxigênio da água, uma função do estado trófico do reservatório, tempo de retenção e profundidade de liberação da água (WARD, 1982), bem como outros fatores como a temperatura, cujo regime pode ser modificado em vários graus, particularmente no caso dos grandes reservatórios (ALLAN, 1995).

Segundo STANFORD & WARD (1979), as predições das conseqüências ecológicas em decorrência da construção de uma barragem são geralmente específicas do local, assim sendo, somente generalizações amplas podem ser traçadas para comparar a ecologia e o manejo de represas.

As pesquisas para acompanhar as modificações ambientais causadas pela construção de barragens são necessárias e importantes: 1) para a compreensão dos processos e, assim ter informações para delinear novas construções; 2) quando bem planejadas, essas obras são importantes para o desenvolvimento sócio-econômico em níveis regional e nacional; 3) podem fornecer uma oportunidade para testar hipóteses ecológicas; 4) ampliam o conhecimento sobre a limnologia tropical (ROMANINI et al., 1994).

Nas últimas décadas, muitos trabalhos referem-se aos impactos ambientais causados pela construção de barragens em rios. A maioria refere-se a pesquisas realizadas após o represamento para acompanhar a colonização; outros trabalhos comparam trechos a montante e a jusante do reservatório para avaliar alterações nas comunidades bentônicas a jusante da barragem; mas poucos trabalhos têm sido publicados considerando as fases antes, durante e após a inundação (ANAYA, 1997). Em geral, esses trabalhos são desenvolvidos por longos períodos, com observações e acompanhamentos durante vários anos no período da construção de uma represa.

A estrutura da comunidade bentônica, segundo ARMITAGE & BLACKBUM (1990), modifica-se devido às alterações nos rios com a implantação de usinas hidrelétricas e representa eficientemente as condições dos ecossistemas lóticos antes, durante e depois da construção de barragens, retratando a estabilização do ambiente.

O monitoramento biológico dos recursos hídricos torna-se cada vez mais importante devido ao visível declínio da biodiversidade aquática e à crescente necessidade de uma avaliação mais holística da qualidade ambiental (SHIMIZU, 1997).

Para o monitoramento biológico da qualidade da água tem sido recomendado o acompanhamento das comunidades de peixes, algas, protozoários e de macroinvertebrados bentônicos. Essa última (principalmente insetos aquáticos) é a mais comumente utilizada por apresentar as seguintes vantagens ecológicas: 1) é onipresente e, conseqüentemente, afetada por perturbações em diferentes habitats aquáticos; 2) apresenta um grande número de grupos taxonômicos, de maneira que fornecem uma variedade de respostas aos diferentes estresses ambientais; 3) natureza sedentária, em relação a outros organismos aquáticos tais como peixes, permite a determinação da extensão espacial de perturbações; 4) ciclo de vida longo, o que permite também avaliações temporais das alterações provocadas pela perturbação (ROSENBERG & RESH, 1993, 1996).

O monitoramento biológico difere do caminho tradicional de análises físicas e químicas que também são usados nas avaliações da qualidade da água. Há uma analogia entre as medidas físicas e químicas e a fotografia, uma vez que essas medidas são instantâneas e descrevem as condições existentes quando a amostra é coletada. Em relação aos organismos (que é a base do biomonitoramento), é como usar um vídeo ou filme, ou seja, um componente temporal é adicionado à fotografia imóvel porque os organismos são expostos também às condições do passado (ROSENBERG & RESH, 1996). Contudo, vale ressaltar que o ideal é o uso simultâneo das medidas físicas e químicas bem como das biológicas.

O fluxo da água é uma das principais características que influi diretamente na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, os quais apresentam adaptações que permitem a ocupação desses ambientes evitando a deriva em direção à foz do rio (HYNES, 1970; SCHAFFER, 1985; MERRITT & CUMMINS, 1984; ALLAN, 1995). Outros fatores, físicos e químicos, tais como a temperatura, o teor de oxigênio, pH, composição do substrato, a disponibilidade de alimento e fatores bióticos, como predação e competição, interferem na sua distribuição (WHITTON, 1975; RESH & ROSENBERG, 1984; MERRITT & CUMMINS, 1984).

A abundância de macroinvertebrados bentônicos em rios onde há o represamento, pode ser elevada ou diminuída quando comparada com rios naturais da região; a diversidade de espécies em geral é reduzida e, assim, a composição taxonômica é alterada (HENDERSON & MÜLLER, 1979; WARD & STANFORD, 1979, WARD, 1982).

A construção de uma usina hidrelétrica provoca mudanças na comunidade bentônica, principalmente no trecho do reservatório, pois o ambiente que

inicialmente era lótico (com velocidade da corrente) passa a ser lântico (sem corrente) ou um estágio intermediário entre lótico e lântico. Dos invertebrados aquáticos adaptados ao ambiente lótico prevalecem aqueles que viviam em áreas de remansos mais calmos do rio, que se assemelham aos dos lagos, apresentando em geral maior abundância, favorecidos pela ampliação do hábitat. Esses organismos serão os primeiros a se adaptarem ao ambiente recém criado, estabelecendo as novas bases das relações tróficas (MÜLLER, 1995).

Estudos de caracterização da comunidade aquática e do ambiente, antes do represamento, são de vital importância para se ter uma noção das possíveis modificações decorrentes da implantação de uma hidrelétrica. Também é importante o acompanhamento durante o enchimento da represa, quando o impacto é maior e direto durante o processo de inundação das áreas adjacentes e submersão da vegetação terrestre e, finalmente acompanhar o re-estabelecimento da comunidade depois de formada a represa.

Nesse contexto insere-se esta tese que teve como propósito avaliar o impacto da implantação da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE-Lajeado), no município de Miracema do Tocantins - TO, por meio do estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em diferentes trechos ao longo do Rio Tocantins, a montante, no corpo e a jusante da represa, e em diferentes fases, pré-inundação, enchimento e represa.

Para o presente estudo foi formulada a seguinte hipótese: As atividades desenvolvidas na implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães, no Rio Tocantins, modificam a composição e a estrutura da comunidade bentônica em consequência das alterações no rio.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar o impacto da construção da UHE Luis Eduardo Magalhães, pelo represamento do Rio Tocantins, no estado do Tocantins entre os municípios de Miracema do Tocantins e Lajeado por meio do estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e de variáveis ambientais.

Para isto foram estabelecidos objetivos específicos que se seguem.

- Analisar as variáveis limnológicas do Rio Tocantins na área de influência da UHE Luís Eduardo Magalhães, nas fases pré-inundação, enchimento e represa.
- Estudar a estrutura e composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo do trecho de implantação da usina, a montante, na represa e a jusante da barragem.
- Relacionar as alterações da comunidade bentônica com as mudanças do sistema recém construído.
- Ampliar o conhecimento sobre a comunidade bentônica de sistemas lóticos e fornecer subsídios para outros trabalhos sobre construção de barragens, particularmente para a região.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

3.1.1 Localização

Com o desmembramento do estado de Goiás, em 05 de outubro de 1988, foi criado o estado de Tocantins, o qual passou a integrar a Região Norte, fazendo parte da Amazônia Legal.

A denominação Tocantins é decorrente do nome de uma tribo indígena que habitava as margens do Rio Tocantins. Em tupi, grafado tu'ka tim, significa "bico de tucano" ou "nariz de tucano", em referência ao nariz aquilino dos indígenas daquela tribo (HOUAISS, 1979).

O Rio Tocantins banha terras do Centro-Oeste, do Meio-Norte e da Amazônia. Esse rio é formado pela conjunção dos rios das Almas e Maranhão, cujas nascentes estão localizadas no Planalto Central, especificamente na Serra Dourada (Goiás), e corre no sentido sul-norte desembocando no Rio Pará, afluente da margem direita do Rio Amazonas (BENTON, 1970; GARSCHAGEN, 1997). Dos afluentes que desembocam no Rio Tocantins, o Araguaia é o mais importante, o qual nasce na Serra Selada ou das Divisões, na fronteira de Goiás e Mato Grosso, correndo também no rumo sul-norte (BENTON, 1970). O Araguaia se junta ao Rio Tocantins na divisa dos estados de Tocantins, Maranhão e Pará.

Este trabalho de monitoramento abrange o trecho do Rio Tocantins, no estado de Tocantins, entre os municípios de Gurupi e Miracema do Tocantins. As coletas foram realizadas ao longo do rio em sete pontos diferentes, assim denominados: Balsas (coordenadas 11° 29' 8" S, 48° 35' 42" W), a montante da represa da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, na divisa dos municípios de Gurupi e Peixe; Ipueiras no município de Ipueiras (coordenadas 11° 15' 56" S, 48° 27' 12" W); Serralheria (coordenadas 10° 57' 6" S, 48° 30' 23" W), no município de Brejinho de Nazaré; Porto Nacional (coordenadas 10° 43' 58" S, 48° 25' 20" W), no município de Porto Nacional; Graciosa (coordenadas 10° 13' 58" S, 48° 23' 14" W), no município de Palmas; Todos os Santos (coordenadas 9° 53' 39" S, 48° 20' 46" W), no município de Lajeado, todos esses pontos de coleta, exceto o primeiro, no corpo da represa e finalmente Gorgulho (coordenadas 9° 24' 29" S, 48° 21' 47" W), a jusante da barragem, entre os municípios de Tocantínia e Miracema do Tocantins (Figura 01).

Segundo MIRANDA et al. (1992), para a região do Lajeado o clima é classificado como tropical úmido, sendo definidas duas estações climáticas; uma seca e quente, de maio a setembro, com temperatura média de 36°C e outra chuvosa, de outubro a abril, com temperatura média de 22°C.

Os campos cerrados constituem a vegetação predominante e recobrem mais de 90% do território do estado, de maneira que as manchas florestais resumem-se praticamente aos vales dos rios Tocantins e Araguaia.

3.1.2 Usina Hidrelétrica (UHE) Luís Eduardo Magalhães

Na região denominada Alto Tocantins, no estado de Goiás, o Rio Tocantins é represado pelas UHE de Serra da Mesa (município de Minaçú) e UHE Cana Brava (município de Cavalcante, Minaçú e Colina do Sul) e no baixo Tocantins, no estado do Pará, pela UHE de Tucuruí (município de Tucuruí). No médio Tocantins foi implantada a UHE Luís Eduardo Magalhães no estado do Tocantins no município de Miracema do Tocantins.

Em maio de 1997 iniciou-se a construção da barragem, com o fechamento da ensecadeira¹ (com conseqüente elevação no nível de água em trechos próximos a barragem) e foi concluída em abril de 2001, o período de enchimento da represa corresponde de outubro de 2001 a janeiro de 2002 (Figura 2 e 3).

Segundo dados da Companhia Elétrica de Tocantins (CELTINS), essa usina hidrelétrica tem uma potência de 902,5 MW. Outros dados da represa UHE Luís Eduardo Magalhães estão apresentados na Tabela 1.

Nos trechos amostrados, a profundidade do rio na fase pré-inundação variou de 0,42m a 4,8m, e a velocidade da correnteza da água próxima à superfície de 4,0m/s a 17,08m/s. Na fase de enchimento, a profundidade e a velocidade da corrente variaram de 0,8m - 12,65m e 0,8m/s - 15,5m/s, respectivamente e, na fase represa, a profundidade e a velocidade da corrente variaram de 0,6m - 28,9m e 0,0 - 13,5m/s, respectivamente.

¹ Ensecadeiras – são diques temporários construídos no rio a montante e jusante da obra, no local onde depois de seco será edificada a futura barragem, sendo que as ensecadeiras podem ser parciais (ocupando parte do leito do rio), ou totais (as águas são desviadas para canais ou túneis de desvio), segundo MÜLLER (1995).

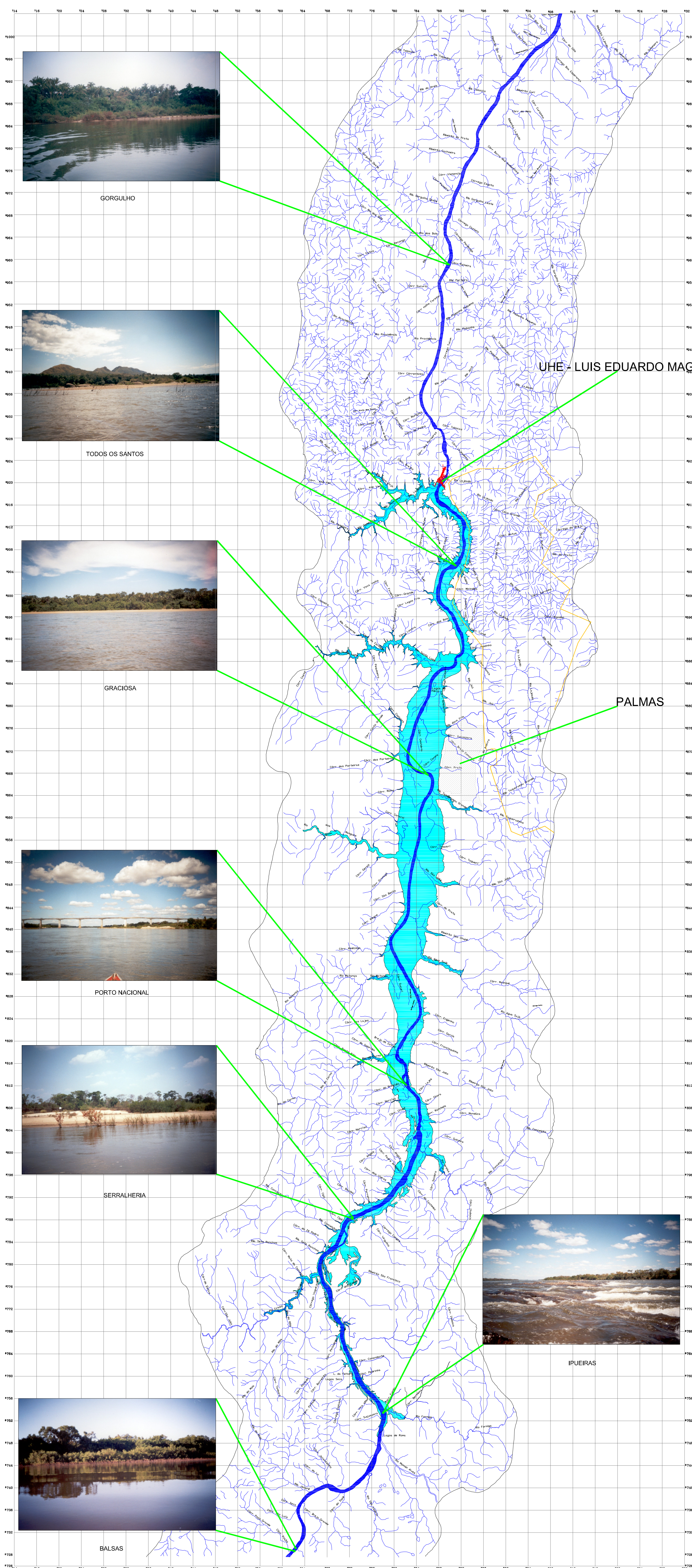


Figura 01 - Mapa com a localização da represa e dos pontos de coleta ao longo do Rio Tocantins

LOCALIZAÇÃO

ARTICULAÇÃO

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

CONVENÇÕES

- Lago
- Área de Proteção Ambiental (APA)
- Hidrografia
- UHE - Luis Eduardo Magalhães
- Cota 212
- Pontos de Coleta
- Palmas

Universidade Federal de São Carlos -UFSCar
PPG - Ecologia e Recursos Naturais

PONTOS DE COLETA

Data: Março/2002	Elaboração: Lúlia Ribeiro	Verificação: Regina Mayumi Kikuchi
Escala: 1:500.000	Referência:	

Qualidade Ambiental

INVESTCO
ENERGIA QUE VEM DAS ÁGUAS

TABELA 1. Dados morfométricos e hidrológicos da represa UHE Luís Eduardo Magalhães.

Características	Dados
Extensão do reservatório	172 km
Área	626,00 km ²
Área de drenagem	184.219,00 km ²
Volume útil do reservatório para operação	5,5 bilhões de m ³
Volume operacional	4,9 bilhões de m ³
Nível da água a montante – NA normal	212 m
Nível da água a jusante – NA mínimo normal	173,80 m
Nível da água a jusante – NA máximo normal	187,20 m
Nível da água no canal de fuga – NA médio	175,80 m
Queda líquida de referência	29,00 m
Vazão de regularização a jusante da barragem	1.524,00 m ³ /s
Vazão média	2.547,99 m ³ /s
Vazão mínima defluente	284,00 m ³ /s
Vazão média de longo termo (1921 a 1994)	2.532,00 m ³ /s
Vazão vertedouro	4.870, m ³ /s
Cota do rio Tocantins	180 m
Tempo de residência – TR	24 dias
Vida útil do reservatório	100 anos
Profundidade média	3 m
Profundidade máxima / operação	22 m
Profundidade máxima junto à barragem	35 m
Índice de desenvolvimento da margem	15,096
Índice de desenvolvimento de volume	1,19
Perímetro da bacia	1339 km
Relação de alongação	0,164
Comprimento da barragem	2.100 m
Altura máxima da barragem	36 m
Cota da crista	216 m (acima do nível do mar-anm)
Cota operacional	212 m anm
Cota de segurança	216 m anm
Energia firme local	520 MW
Energia média anual	609 MW
Potência instalada	902 MW

INVESTCO S/A (2001 *apud* REIS-PEREIRA, 2002 e TUNDISI, 2003).

A barragem está localizada nos municípios do Lajeado e Miracema do Tocantins e a represa estende-se desde o município de Miracema do Tocantins até

o de Ipueiras, , passando pelos municípios de Lajeado, Palmas, Porto Nacional e Brejinho de Nazaré. A barragem e o vertedouro² para descarga de enchentes estão localizados a montante da foz do Rio Lajeado, e o dique de ligação e a casa de força na margem esquerda, estando a subestação³ elétrica logo abaixo na mesma margem. Na tomada de água conjugada à casa de força foram instalados cinco hidrogeradores do tipo Kaplan de 180,5 MW de potência cada um, num arranjo típico de usinas de queda baixa.

Segundo BRANCO (1991), existem vários modelos de turbinas hidráulicas⁴, considerando o princípio básico: a quantidade de energia gerada depende da vazão que passa pela roda multiplicada pela altura da queda-d'água. Turbinas denominadas Kaplan são empregadas em locais com grande vazão de água e de pequena altura (10 a 70m); no caso de altura média são utilizadas as turbinas do tipo Francis e do tipo Pelton (turbinas com jatos de alta velocidade) é utilizada em locais com uma pequena vazão de água e grande altura (200 a 1.500m) (BRANCO, 1991, ANEEL, 2002).

A usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães é uma usina tipo fio d'água, ou seja, a barragem libera água à medida em que entra na represa, geralmente de altura baixa (ALLAN, 1995). Em uma usina hidrelétrica que opera a fio d'água, não há a formação do reservatório (ou represa) ou o mesmo não é usado para acumulação ou regularização de vazão (MÜLLER, 1995; CHAUDHRY, 1998; BRISMAR, 2002).

3.2 Variáveis ambientais

Algumas variáveis ambientais foram analisadas visando a compreensão das alterações e do funcionamento do ambiente e a relação com a distribuição da comunidade bentônica. As variáveis consideradas foram:

- profundidade;
- velocidade da corrente;
- vazão;
- pH;
- condutividade elétrica;

² Vertedouro - estrutura destinada a escoar a água de um reservatório (MÜLLER, 1995).

³ Subestação - instalação elétrica para a conexão e desconexão seletiva de linhas de transmissão (MÜLLER, 1995).

⁴ Turbina hidráulica - máquina motriz que converte energia hidráulica em energia cinética no seu eixo e a transmite ao equipamento acionado (MÜLLER, 1995), maiores detalhes em BRANCO (1991).

- oxigênio dissolvido;
- turbidez;
- temperaturas da água e do ar;
- transparência da água;
- sólidos em suspensão;
- tipo de substrato.

Profundidade: a medição foi feita no campo com uma corda presa na poita e graduada a cada 0,50 m.

Velocidade da corrente: as medidas foram realizadas na superfície da água, com o auxílio de um Molinete marca Globo Water, expressa em metros por segundo (m/s).

Vazão: valores obtidos com um molinete e o acompanhamento das variações de volume da água através das réguas instaladas em determinados pontos do Rio Tocantins (dados fornecidos pela LG Engenharia). Os dados apresentados neste trabalho são do ponto localizado no eixo da barragem. A vazão é expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s).

pH: medido no campo, na superfície e no fundo do corpo d'água, pelo multisensores Horiba (modelo U-10).

Condutividade: esta variável também medida no campo, na superfície e no fundo do corpo d'água, pelo multisensores Horiba (modelo U-10) e expressa em micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Oxigênio dissolvido (OD): os valores de oxigênio dissolvido na água foram obtidos no campo, na superfície e no fundo do corpo d'água, utilizando o multisensores Horiba (modelo U-10) e expressa em miligramas por litro (mg/l).

Turbidez: a turbidez da água foi medida no campo, na superfície e no fundo do corpo d'água, pelo multisensores Horiba (modelo U-10) expressa em NTU ("Nephelometric Turbidity Units").

Temperaturas do ar e da água: no campo, a temperatura do ar é medida com termômetro de mercúrio (-10o a 60oC) e da água por meio do multisensor de marca Horiba (modelo U-10). A temperatura da água é medida na superfície e no fundo do corpo d'água e expressa em graus Celsius (o).

Transparência da água: determinada no campo pela leitura com um disco de "Secchi" de 30 cm de diâmetro, de cor branca e suspensa por uma corda graduada de 0,50 a 0,50 m. Os valores obtidos expressos em metros (m).

Sólidos em suspensão: para a filtração é retirada, no campo, a água da superfície do corpo d'água. As determinações foram feitas no laboratório a partir da técnica descrita por TEIXEIRA et al. (1965) e TUNDISI (1969). Essa variável é expressa em miligrama por litro (mg/l).

Tipo de substrato: o substrato de fundo do corpo d'água principalmente, na fase pré-inundação, foi determinada pela observação visual segundo a metodologia desenvolvida por ANAYA (1997) e BAIN (1992) .

3.3 Variáveis biológicas

A comunidade bentônica foi analisada na região de implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães e, para isso, foram realizadas em coletas bimestrais entre setembro de 2000 e janeiro de 2003.

A distribuição temporal do fenômeno em observação ditará a freqüência das amostragens. Encontra-se na literatura a freqüência mensal como a mais comum, mas que pode tornar-se insuficiente ou redundante (SHIMIZU, 1997). Segundo essa autora, em avaliação da construção de barragens, os processos envolvidos apresentam velocidades de desenvolvimento diferentes ao longo do tempo, determinando rápidas mudanças iniciais e "estabilização" posterior. Dessa forma, para uma melhor compreensão dos processos e seguindo informações da literatura (ANAYA, 1997; BRANDIMARTE, 1997), neste estudo, optou-se por coletas bimestrais. Considerando-se também o cronograma de construção da barragem, o programa de amostragem proposto, uma extensão grande a ser monitorada ao longo do Rio Tocantins, o grande volume de material a ser processado, tempo gasto com as atividades de campo e laboratório, a sistemática de invertebrados

aquáticos complexa e ciclo de vida destes organismos, a freqüência bimestral das coletas pôde atender aos propósitos deste monitoramento.

As coletas tiveram início em setembro de 2000 e o término foi em janeiro de 2003, totalizando 15 coletas, assim distribuídas: da 1ª à 6ª coletas referem-se à fase pré-inundação, da 7ª à 9ª coletas à fase de enchimento e da 10ª à 15ª coletas à fase represa. As coletas 1, 5, 6, 7, 11, 12 e 13 referem-se ao período climático de seca, e as coletas 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14 e 15 ao período chuvoso. Foram coletadas, em cada ponto, amostras nas margens e canal, sendo obtidas três réplicas de cada unidade amostral, com exceção do ponto Ipueiras em que foi coletado apenas no canal.

A amostragem deve ser um compromisso entre o ideal e o possível (BRANDIMARTE, 1997). Nas figuras 2 e 3 pode-se verificar o planejamento amostral e os principais eventos da construção.

Os equipamentos de coleta desenvolvidos para este trabalho foram os amostradores de sucção e de arrasto, mas para coletar em diferentes fases da construção de uma barragem (fases pré-inundação, enchimento e represa), optou-se pelo primeiro amostrador pela sua eficiência (vide artigo no Anexo 01).

No campo as amostras foram preservadas em formol a 4% (neutralizado), no laboratório, submetidas ao método de flutuação com cloreto de sódio (BRANDIMARTE & ANAYA, 1995), lavagem em peneiras de granulometria com 0,250 mm de abertura de malha e os organismos com concha e cascas como moluscos e tricópteros retirados manualmente. Os invertebrados foram preservados em álcool etílico a 80% e o restante das amostras posteriormente triadas. Para facilitar o processo, foi usado o corante, Rosa de Bengala, seguindo a metodologia da CETESB (1978). Por último, foram identificados e contabilizados.

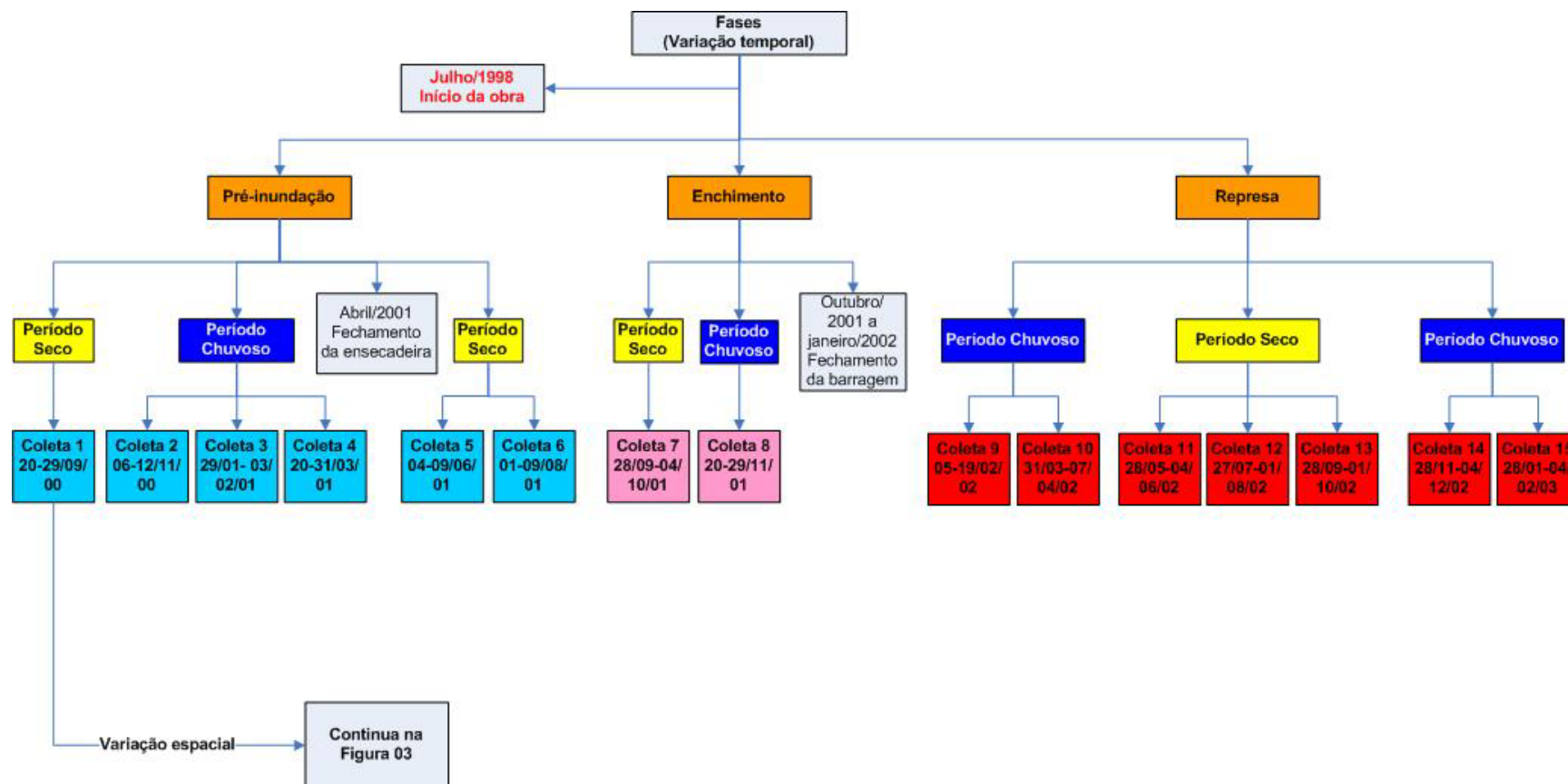


Figura 02. Planejamento Amostral (variação temporal) e cronograma de construção da barragem

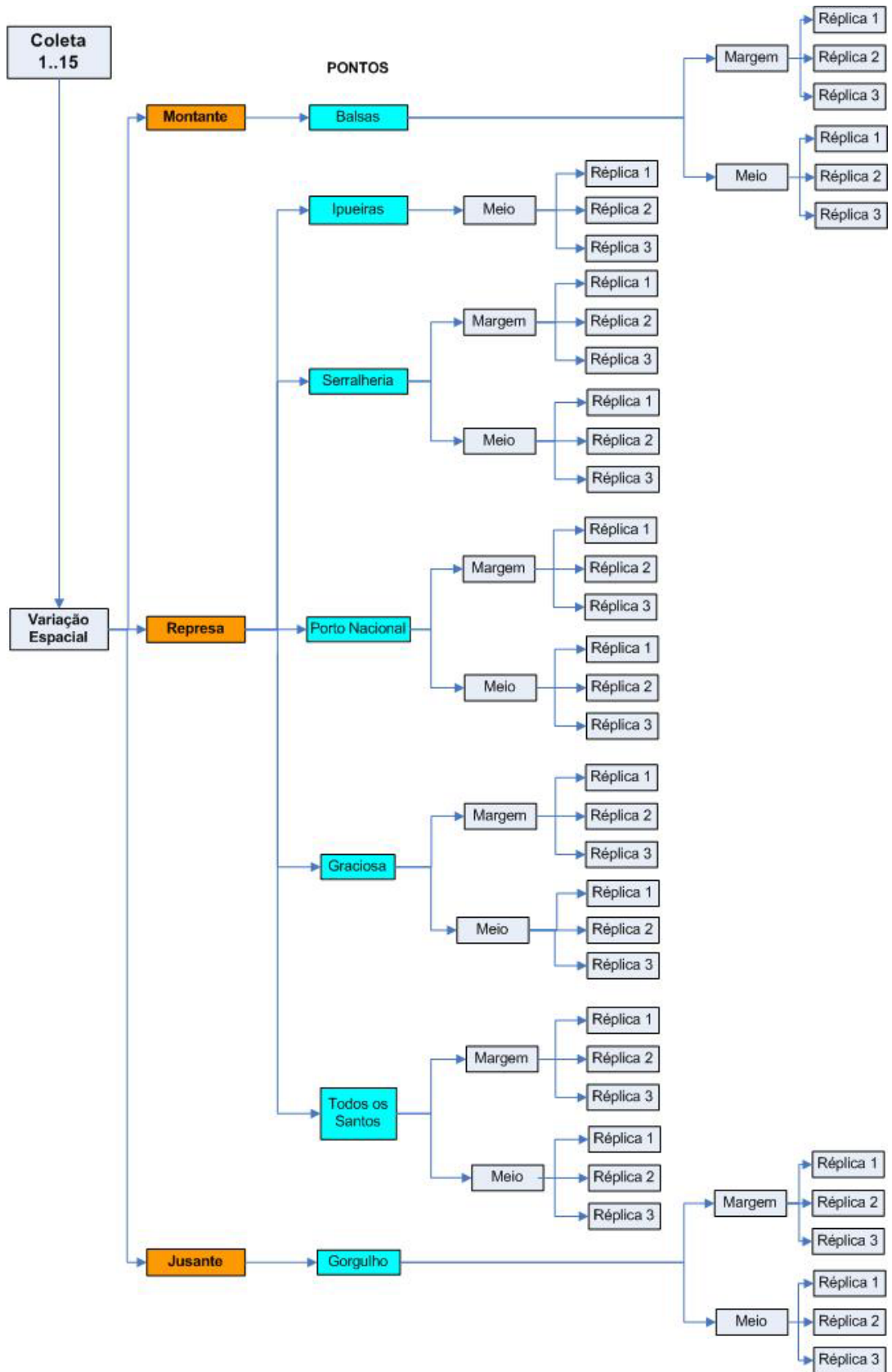


Figura 03. Planejamento Amostral (variação espacial)

3.4 Análises dos dados

3.4.1 Definições e testes estatísticos

Abundância: número de indivíduos amostrados em um dado local.

Densidade: número de indivíduos expresso por unidade de área (m²), no caso 0,09 m², que é a área do amostrador de sucção. Para se determinar a densidade dos macroinvertebrados bentônicos foi somada a abundância de cada táxon presente em cada réplica, dividida pela área total das réplicas, semelhante ao realizado por ANAYA (1997) e BRANDIMARTE (1997). Os dados de macroinvertebrados amostrados no canal e margem foram contabilizados em conjunto em um procedimento posterior, uma vez que esses locais apresentam características semelhantes quanto ao ambiente físico e suas diferenças entre estes se devem principalmente à variação sazonal e à maior velocidade da correnteza no meio do rio (ocasionando a lavagem dos organismos) e não ao impacto da construção da barragem.

Riqueza: simples somatória dos grupos taxonômicos, identificados em família ou nível taxonômico superior.

Transformação: antes da realização das análises, os dados biológicos foram transformados em logaritmo natural (ZAR, 1996; KREBS, 1989). Para a transformação logarítmica, por causa de dados contendo zeros, foi adicionado 1 (de maneira que $b = \log(0+1) = 0$) a todos os valores. A transformação logarítmica é frequentemente utilizada quando há alta variabilidade dentro dos atributos ou quando há alta variabilidade entre os atributos dentro de uma amostra.

Os testes estatísticos foram aplicados às variáveis biológicas (valores das análises de riqueza e densidade de macroinvertebrados) e às variáveis ambientais. Os táxons raros foram excluídos da análise a fim de reduzir sua influência sobre a ordenação (TER BRAAK, 1995). Um táxon foi considerado raro quando representou menos de 15% das unidades amostrais. Somente nas análises de variância aplicadas aos valores de riqueza e densidade da amostra foram utilizadas os dados totais de macroinvertebrados.

As análises estatísticas realizadas foram ANOVA (análise de variância), Teste F (significância), Teste Tukey (diferenciação entre as médias), Análise de Cluster, PCA (análise de componentes principais), DCA (análise de correspondência "Detrended") CCA (análise de correspondência canônica). As

análises estatísticas foram realizadas com o programa SAS e PC-ORD, versão 4 (McCUNE & MEFFORD, 1999).

Análise de Variância (ANOVA): é um método para testar diferenças entre médias das amostras e diferenças entre combinações lineares de médias. Variâncias são utilizadas para medir as diferenças entre médias. A simples aplicação da análise de variância é para testar se duas ou mais médias poderiam ser obtidas a partir de populações com a mesma média paramétrica. Neste trabalho, as variáveis biológicas (densidade e riqueza) e em variáveis ambientais foram testadas quanto sua distribuição por ponto, por coleta, e a interação ponto-coleta. A significância da análise de variância foi testada utilizando-se distribuições de referência (Distribuição F).

Geralmente é inválido aplicar o teste t múltiplo para examinar as diferenças entre todos os pares possíveis de média, e o procedimento de comparação múltipla comumente usada é o teste Tukey (ZAR, 1996).

A análise de variância foi realizada pelo programa SAS versão 4.3.

Análise de Cluster (Agrupamento): a proposta desta análise é definir grupos de itens baseados em suas similaridades. Neste trabalho foi utilizada a medida de distância Qui-quadrado e o método de ligação de Ward.

Ordenação: tanto para as variáveis biológicas como para as variáveis ambientais foram utilizados os métodos de ordenação. A composição de espécies de uma comunidade pode ser interpretada utilizando técnicas multivariadas. Entre essas técnicas, o conjunto conhecido como técnicas de ordenação arranjam as unidades amostrais ao longo de eixos criados a partir de, por exemplo, dados de composição de espécies (TER BRAAK, 1995, VALENTIN, 1995).

O resultado de uma ordenação é um diagrama bidimensional, em que as unidades amostrais são representadas por pontos. O objetivo da ordenação é arranjar os pontos de maneira que os mais próximos correspondam a unidades amostrais semelhantes na composição de espécies; ou seja, é posicionar os objetos em relação a um ou mais eixos, de tal maneira que suas posições relativas ao eixo, e entre eles, proporcionem o máximo de informações sobre suas semelhanças ecológicas (VALENTIN, 2000). Esse diagrama é, assim, um resumo gráfico dos dados.

Entre os diversos métodos de ordenação estão: análise de componentes principais (PCA), análise de correspondência "detrended" (DCA, Detrended Correspondance Analysis, HILL & GAUCH, 1980 *apud* TER BRAAK, 1995) e análise de correspondência canônica (CCA, TER BRAAK, 1986, 1994).

Escores: são as coordenadas ou eixos da ordenação.

Autovalores: representam a variância (por exemplo, na matriz de comunidade) que é atribuída a um eixo em particular, ou seja, fornece uma medida da importância relativa do componente.

Análise de Componentes Principais (PCA): estabelece um conjunto de eixos (componentes ou fatores) perpendiculares, com base em uma matriz de semelhança (correlações, variâncias-covariâncias ou até mesmo de similaridades). Neste trabalho, essa análise foi utilizada somente para os dados de variáveis ambientais baseada na matriz de correlação, portanto dados não padronizados. Embora possam existir algumas falhas é considerada a melhor técnica a ser usada quando um grupo de dados aproxima-se da normalidade multivariada e as variáveis apresentam afinidades lineares.

Análise de Correspondência "Detrended" (DCA): esta foi utilizada para as variáveis biológicas. É uma técnica de ordenação que assume que as respostas das espécies às variáveis ambientais são unimodais ao invés de lineares. Ou seja, para essa análise as espécies têm um valor ótimo, que é o valor da variável ambiental quando a espécie tem maior abundância ou maior probabilidade de ocorrência, a partir desse valor máximo a abundância decresce em ambos sentidos, com o aumento ou diminuição do valor da variável ambiental. Essa distribuição assume a forma de uma curva Gaussiana (TER BRAAK & PRENTICE, 1988).

A importância de cada espécie na formação dessas novas variáveis (eixos da DCA) foi avaliada utilizando-se os coeficientes de correlação de Pearson (SOKAL & ROHLF, 1995).

Além de se levar em conta as relações não lineares entre os conjuntos de dados biológicos, a DCA também assume que existe uma substituição de espécies ao longo de gradientes ambientais, isso gera um arco ou "horseshoe effect" (efeito ferradura) quando os dados são ordenados com análises lineares, matematicamente mais simples, como a análise de componentes principais (PCA)

(MEFFE & SHELDON, 1988). A DCA tem sido considerada muito eficiente na análise de dados biológicos (TER BRAAK & PRENTICE, 1988; PEET et al., 1988).

Análise de Correspondência Canônica (CCA): esta análise procura estruturar a matriz principal, que contém as variáveis biológicas, de forma a maximizar o comprimento da afinidade com a segunda matriz, que contém as variáveis ambientais. Em ecologia de comunidade, isto significa que a ordenação das amostras e das espécies é influenciada por sua afinidade com as variáveis ambientais.

As análises de Cluster, PCA, DCA e CCA foram realizadas através do programa PC-ORD, versão 4.0 (McCUNE & MEFFORD, 1999), e os diagramas pelo programa PC-ORD, versão 4.0 e tratados no programa CoreIDRAW versão 12.0.

3.5 Normas Técnicas

Como cada tipo de material tem características próprias (por exemplo: tese, dissertação e artigo), para uma informação científica ter credibilidade é necessário estar documentada ou gravada em um determinado tipo de suporte, assim as normas técnicas adotadas neste trabalho são baseadas nos apontamentos de DUPAS (2002).

4 RESULTADOS

4.1 Variáveis ambientais

Os valores das variáveis abióticas são apresentados no Anexo 02, assim como das análises de variância e teste F no Anexo 03 e teste Tukey no Anexo 04. Neste item serão comentados aqueles resultados mais significativos, particularmente os referentes às variáveis que se alteraram com a implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães.

Na fase pré-inundação, os valores de profundidade (Anexo 02) variaram ao longo do rio de 0,27m em Ipueiras até 4,75m em Gorgulho considerando-se as seis coletas correspondentes (Figura 04). Com o fechamento da barragem, a fase de enchimento que corresponde às coletas 7, 8 e 9 e posteriormente já na fase represa (coletas 10-15) pode-se observar maiores profundidades nos pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos. Os resultados demonstraram que os pontos mais próximos da barragem tiveram maiores variações, com profundidades de 28,8m e 23,15m, correspondentes aos pontos Todos os Santos e Graciosa, respectivamente. Nos pontos Balsas (a montante), Ipueiras (cabeceira da represa) e Gorgulho (a jusante), os valores de profundidade mantiveram-se semelhantes nas três fases de estudo.

A análise de variância e o teste Tukey realizados para os valores de profundidade na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com aumento dos valores de profundidade na fase represa. Nos pontos Todos os Santos e Graciosa constatou-se diferenças dessa variável também na fase de enchimento, a partir da coleta 7 e 8, respectivamente (anexos 03 e 04).

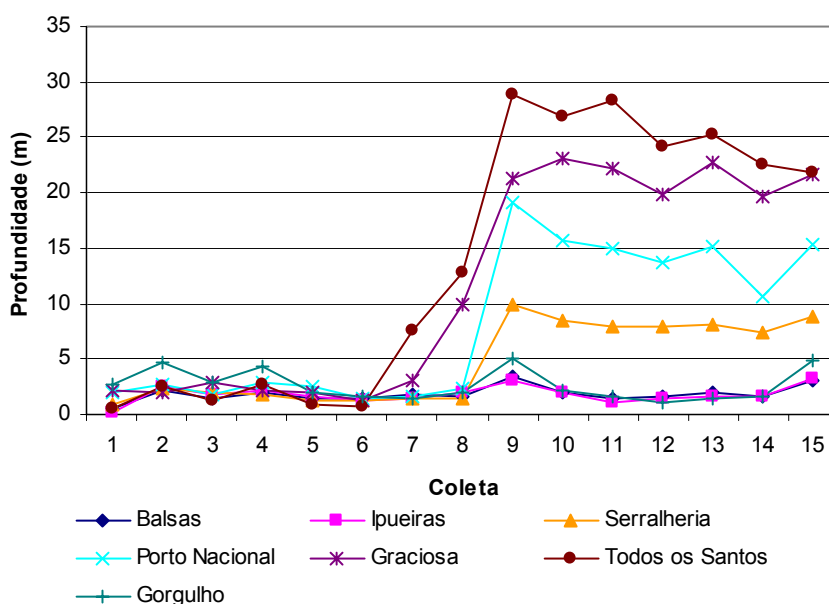


Figura 04. Variação dos valores da profundidade (m) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Em todos os pontos de amostragem os maiores valores de velocidade da corrente foram registrados na fase pré-inundação (Figura 5). Os resultados mostram que nos pontos do trecho represa, particularmente em Todos os Santos e Graciosa, as alterações foram maiores, atingindo valores próximos a zero na fase de enchimento e represa. Nos pontos Porto Nacional e Serralheria observam-se redução nos valores de velocidade da corrente a partir das coletas 8 e 9 (fase de enchimento e represa), respectivamente. No ponto Ipueiras, a maior redução da velocidade da corrente ocorre na coleta 13, após o enchimento da represa. Nos pontos Balsas e Gorgulho, respectivamente a montante e a jusante da represa, as diferenças dos valores da velocidade correspondem à sazonalidade no local, com maiores valores nos períodos chuvosos.

A análise de variância e o teste Tukey realizados para os valores de velocidade da corrente na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução nos valores de profundidade na fase represa. Os pontos Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram redução dos valores de velocidade da corrente na fase de enchimento, e o ponto Serralheria a partir da coleta 9 (anexos 03 e 04).

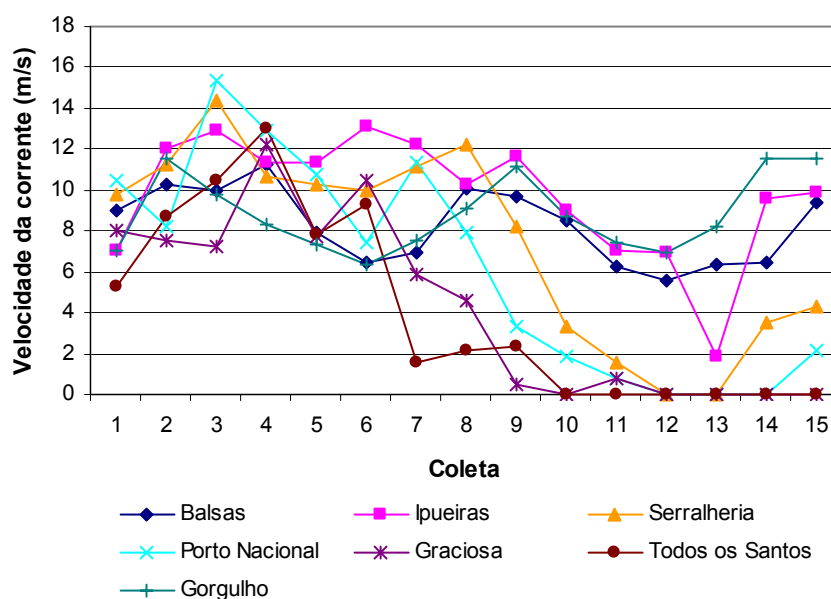


Figura 05. Variação dos valores de velocidade da corrente (m/s) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

A vazão variou estacionalmente, mesmo com a formação da represa a vazão segue a periodicidade (Figura 06). No período de enchimento da barragem a vazão afluente é maior que a defluente. Em janeiro/2002 as vazões efluente e defluente apresentam o maior valor.

As flutuações dos valores de pH na água de superfície e do fundo permaneceram com as mesmas características durante todo o estudo, nas diferentes fases da construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, conforme pode ser observado na Figura 07, particularmente na superfície. A análise da água próxima ao sedimento mostrou uma redução e menor flutuação dos valores do pH nos pontos mais próximos da barragem (Figura 08).

A análise de variância e o teste Tukey demonstram que nos pontos Graciosa e Todos os Santos houve diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução nos valores de pH da água do fundo na fase represa (anexos 03 e 04).

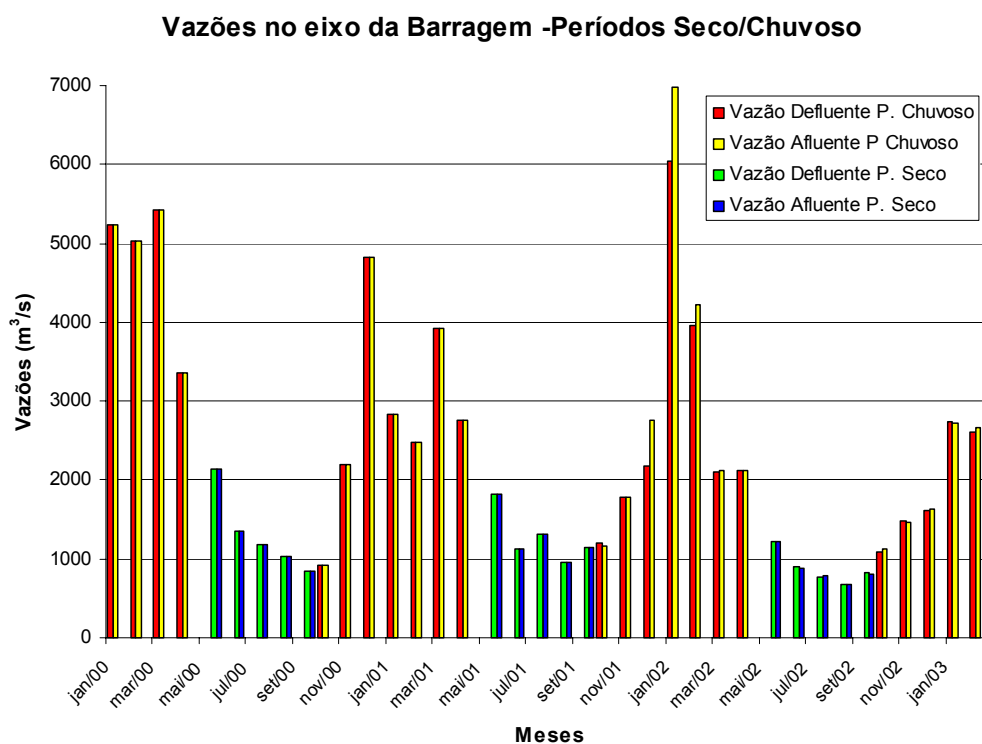


Figura 06. Dados de vazões (m^3/s) mensais, afluente e defluente, por período chuvoso e seco, medidos no eixo da barragem, UHE Luís Eduardo Magalhães, no Rio Tocantins, desde janeiro/2000 a janeiro/2003.

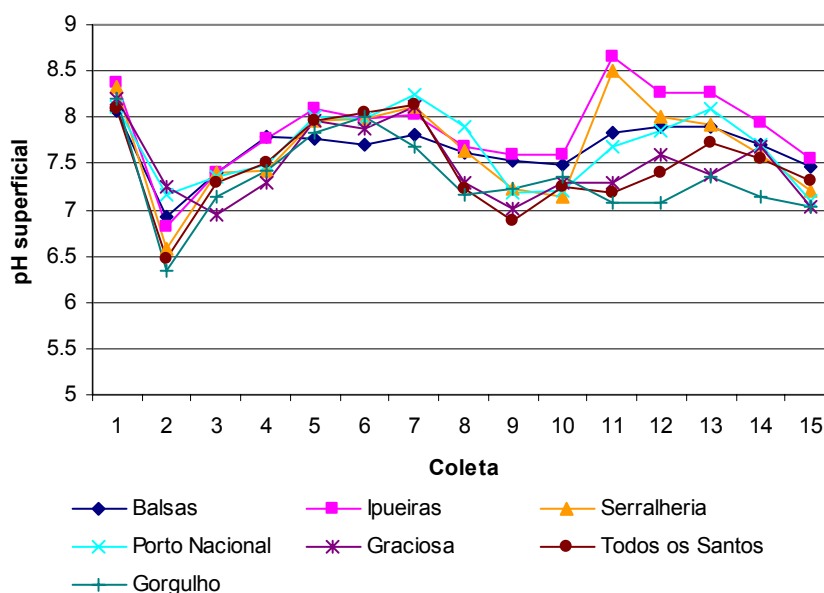


Figura 07. Variação dos valores do pH da água superficial no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

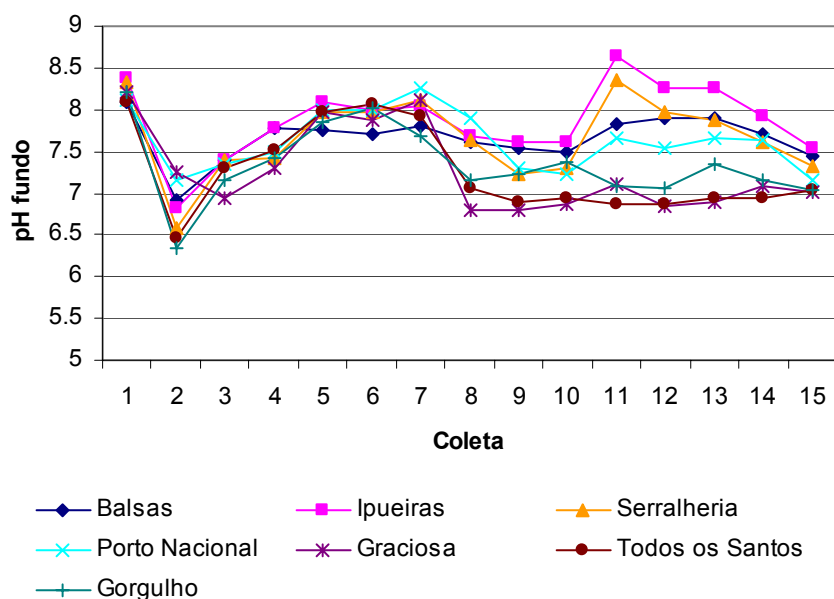


Figura 08. Variação do pH do fundo do corpo d'água no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

A análise dos resultados não indicou alterações na condutividade elétrica na água de superfície e do fundo decorrentes do represamento, estando as variações associadas à sazonalidade, conforme pode ser observado nas figuras 09 e 10.

Na fase pré-inundação, as concentrações de oxigênio dissolvido oscilaram entre 7 a 8mg/L em todos os pontos de amostragem. Na fase de enchimento e principalmente na fase represa, verificou-se uma diminuição dos teores de oxigênio dissolvido na água superficial (Figura 11), nos pontos localizados no trecho represa, Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos, e no ponto a jusante da barragem, Gorgulho. Nesses três últimos esta variável atingiu valores mais baixos. O oxigênio dissolvido no fundo do corpo d'água (Figura 12) também variou com a formação da represa, nos pontos Graciosa e Todos os Santos observou-se níveis baixos de oxigênio dissolvido, chegando a quase anoxia na coleta 11 no ponto Todos os Santos. Nos pontos Serralheria e Porto Nacional também foram registrados reduções dos níveis de oxigênio dissolvido na água do fundo com a formação da represa. No ponto Gorgulho também verificou-se variação da quantidade de oxigênio, sendo medidos os menores valores durante as coletas 11, 12 e 14. Nos pontos Balsas e Ipueiras os níveis de oxigênio dissolvido foram semelhantes nas três fases (pré-inundação, enchimento e represa).

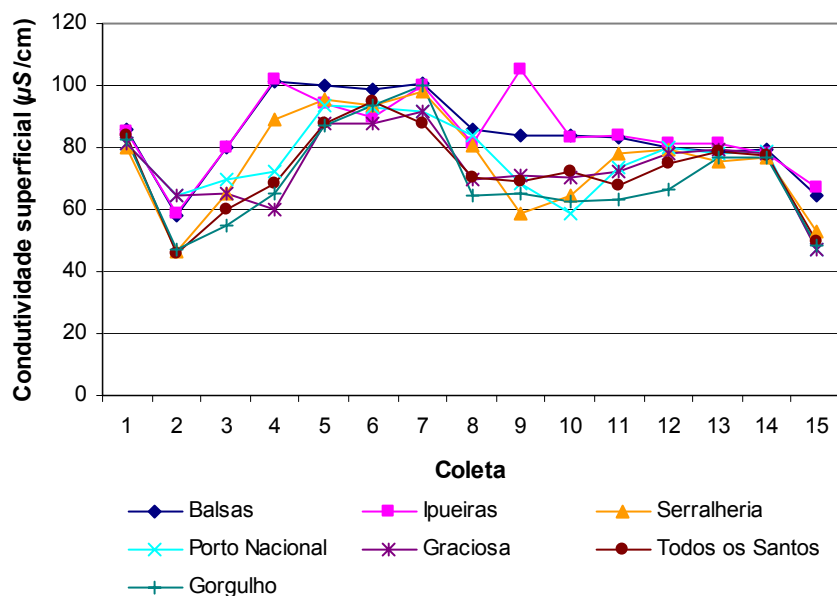


Figura 09. Variação dos valores da condutividade elétrica da água superficial ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

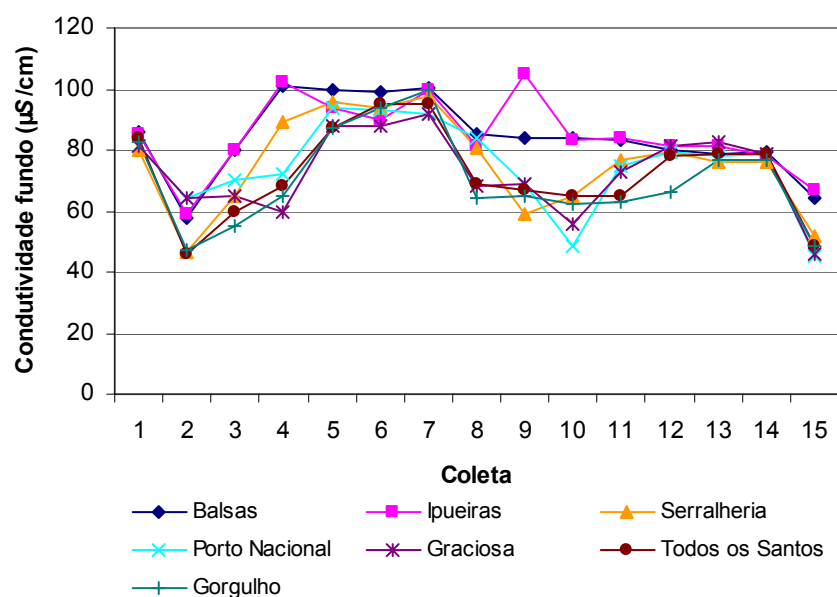


Figura 10. Variação dos valores da condutividade elétrica da água do fundo ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

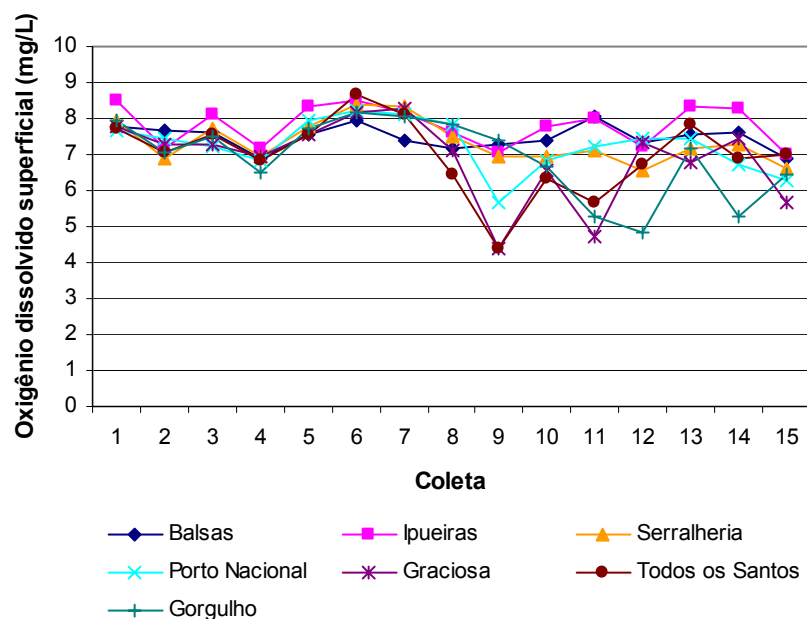


Figura 11. Variação dos valores de oxigênio dissolvido na água superficial (mg/L) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

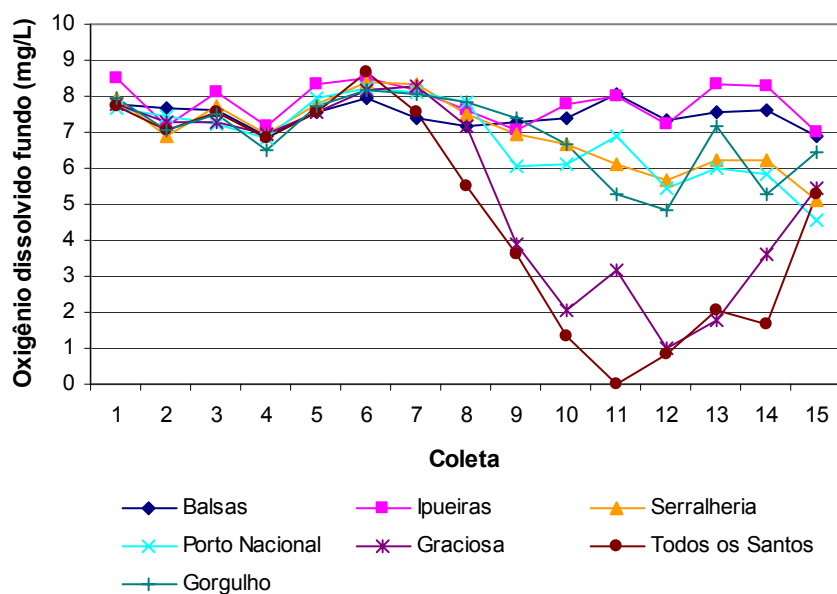


Figura 12. Variação dos valores de oxigênio dissolvido na água do fundo (mg/L) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

A análise de variância e o teste Tukey realizados para os valores de oxigênio dissolvido na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Porto

Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças foram significativas entre as fases pré-inundação, de enchimento e represa, principalmente na água do fundo (anexos 03 e 04).

Os maiores valores de turbidez foram registrados nos períodos chuvosos, entretanto, com a formação da represa, os valores de turbidez tanto da água superficial quanto do fundo foram mais homogêneos nos pontos Todos os Santos, Graciosa (trecho represa) e Gorgulho (trecho jusante). No período de enchimento e logo após (coleta 8 a coleta 10) a turbidez superficial (Figura 13) e do fundo (Figura 14) aumentaram acentuadamente nos pontos do trecho represa, Porto Nacional, Serralheria e Ipueiras, e a montante no ponto Balsas.

A análise de variância e o teste Tukey realizados para os valores de Turbidez (superficial e do fundo) na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, e valores homogêneos de turbidez com a formação da represa (anexos 03 e 04).

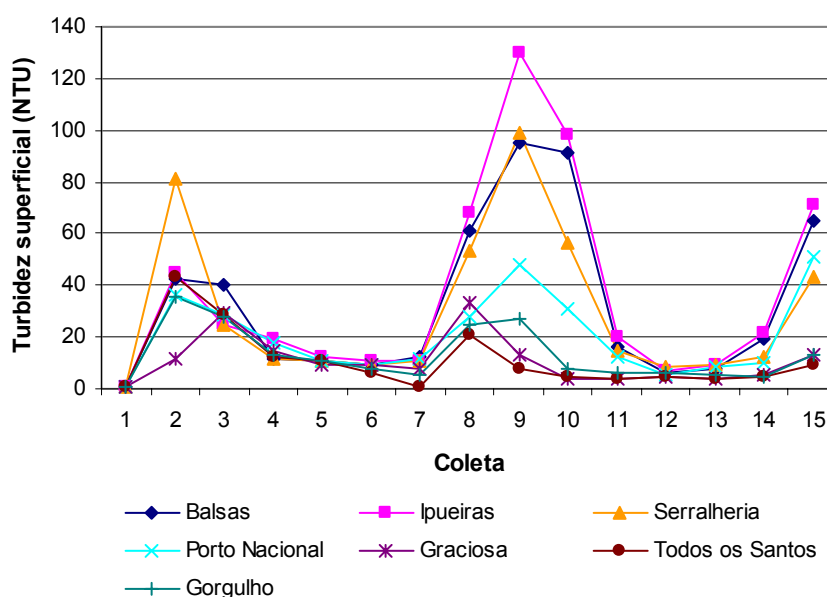


Figura 13. Variação dos valores da turbidez da água superficial (NTU) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

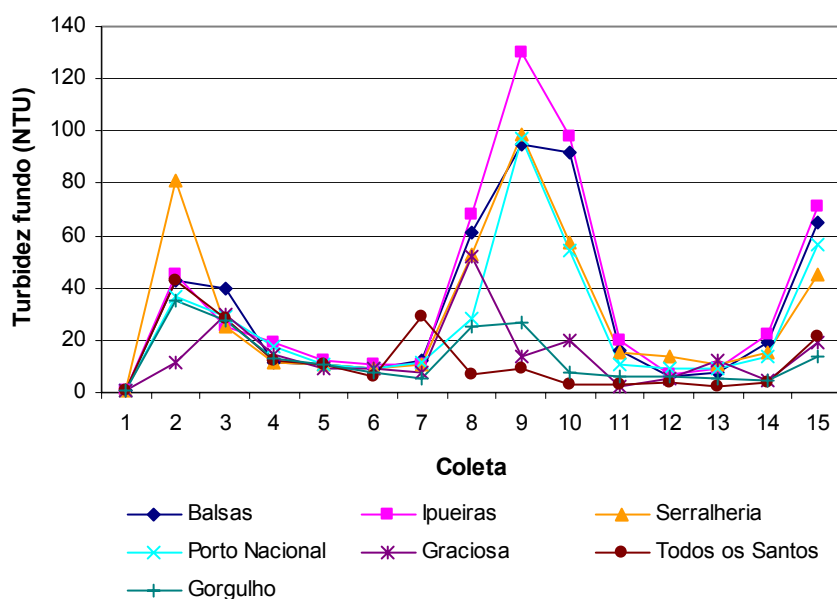


Figura 14. Variação dos valores da turbidez na água do fundo (NTU) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

As variações da temperatura atmosférica conferem os períodos climáticos, assim houve mudanças conforme a sazonalidade e a temperatura do dia e da hora da coleta (Figura 15).

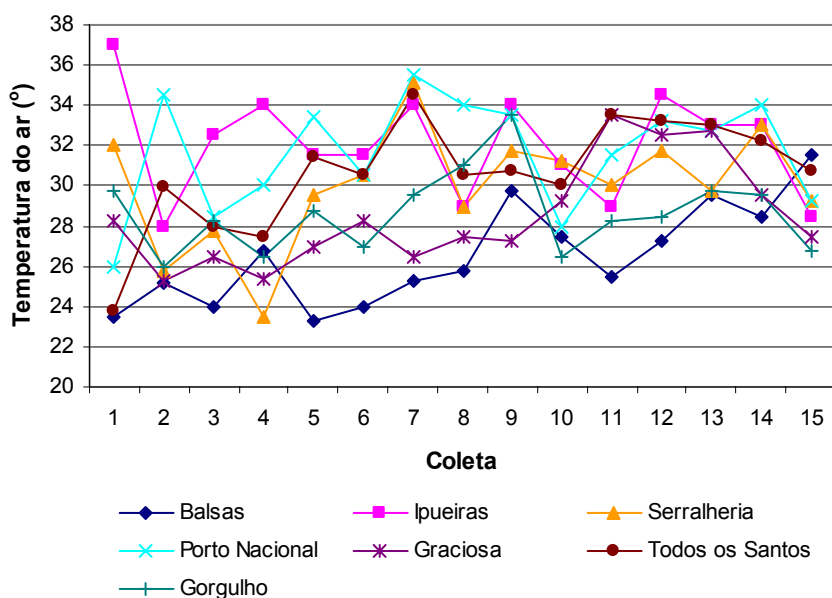


Figura 15. Variação dos valores da temperatura do ar (°C) na região do trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

As variações dos valores da temperatura da água foram concordantes com os períodos sazonais, conforme pode ser observado nas figuras 16 e 17, para a água da superfície e do fundo, respectivamente. Geralmente com valores maiores na estação chuvosa e menores na seca, entretanto, depois do represamento, embora a temperatura estivesse mais homogênea, há diferenças entre a água superficial e do fundo, ou seja, a temperatura da água do fundo variou sendo 1 a 2°C mais fria que a superficial principalmente, nos pontos do trecho represa, como Todos os Santos, Graciosa e Porto Nacional.

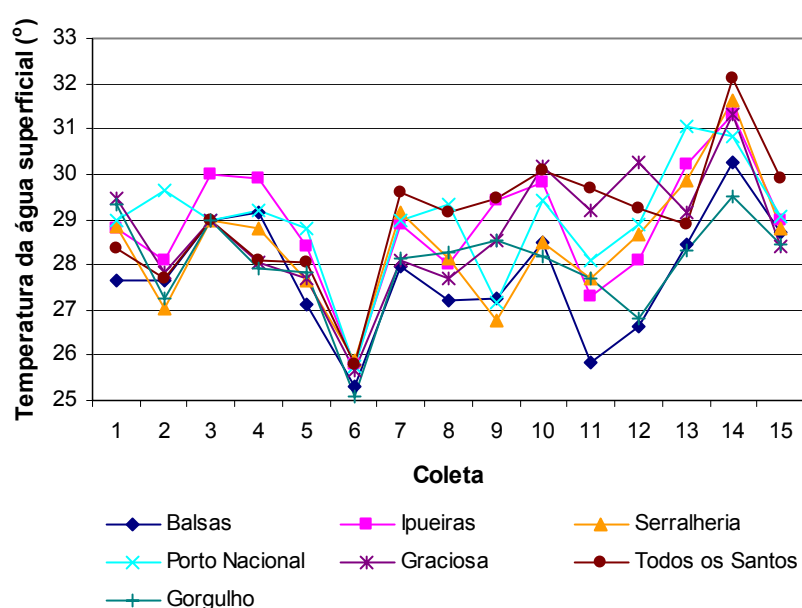


Figura 16. Variação dos valores da temperatura da água superficial (°C) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

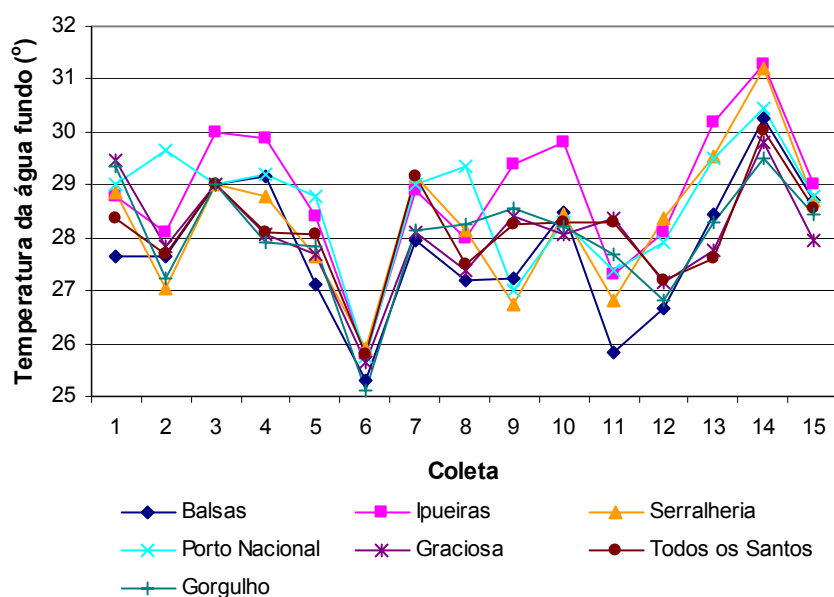


Figura 17. Variação dos valores da temperatura da água do fundo (°C) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Os resultados da transparência da água indicaram que essa variável na fase rio alterou-se conforme a sazonalidade sendo maior nos períodos de seca (Figura 18). Com a formação da represa, os valores de transparência aumentaram nos pontos do trecho represa como Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos. No ponto a jusante (Gorgulho) também observou-se alteração com a formação da represa, entretanto as variações estacionais não ficaram bem definidas.

A análise de variância e o teste Tukey realizados para os valores de transparência na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com aumento dos valores de transparência na fase represa (anexos 03 e 04).

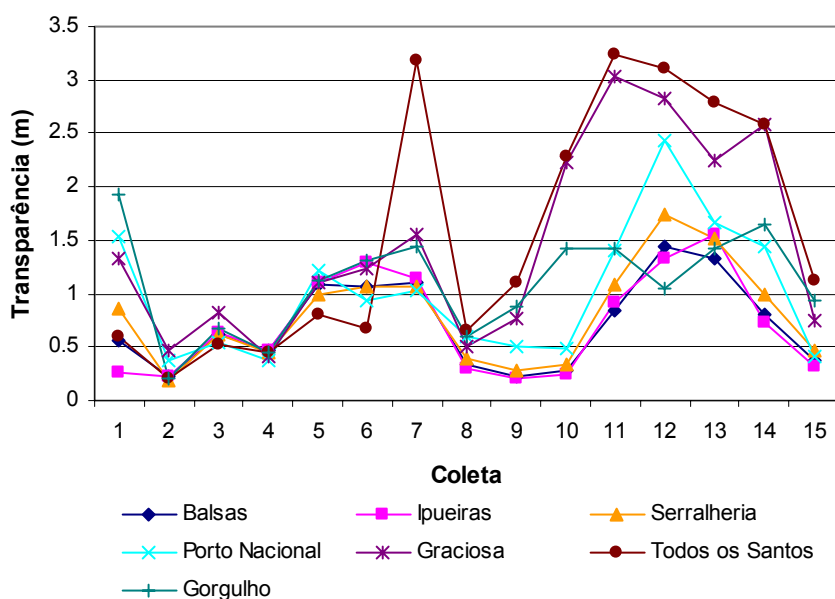


Figura 18. Variação dos valores da transparência da água (m) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Os valores de material em suspensão na água variaram com a sazonalidade, ou seja, no período chuvoso foram registrados maiores concentrações de material em suspensão na água, principalmente na fase pré-inundação em todos os pontos estudados e nos pontos Balsas (trecho montante), Ipueiras e Serralheria (trecho represa) em todas as coletas, mesmo após a formação da represa. Nesses três pontos, na coleta 9 (fase de enchimento) foram registrados os maiores valores de material em suspensão. Com a formação da represa, principalmente nos pontos Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos (trecho represa) e no ponto Gorgulho (trecho jusante) os valores de material em suspensão ficaram mais uniformes, independentemente da variação sazonal (Figura 19).

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de material em suspensão na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução dos valores de material em suspensão já na fase de enchimento (anexos 03 e 04).

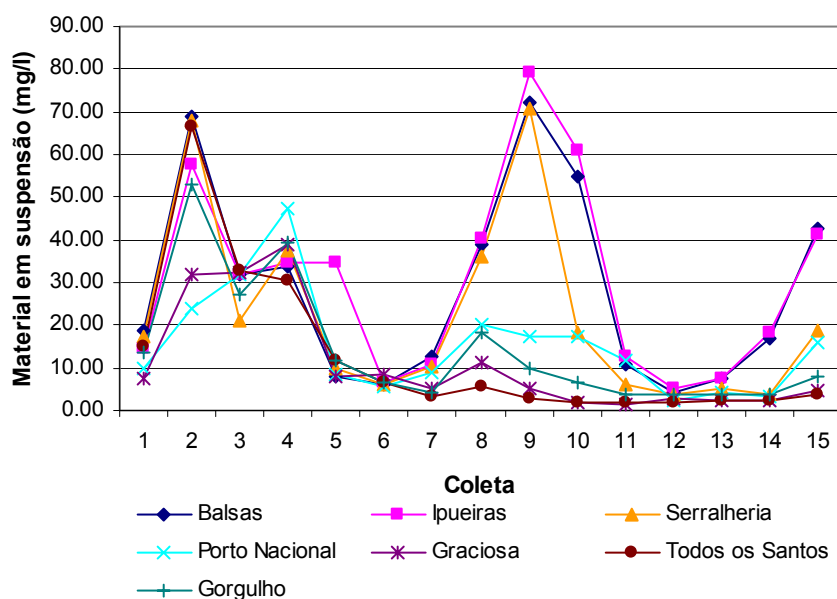


Figura 19. Variação dos valores de material em suspensão (mg/l) no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Das observações do substrato de fundo constatou-se que na fase rio, calhaus, cascalho e areia eram predominantes e na fase represa, lodo e areia foram predominantes, principalmente no trecho represa.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada aos dados limnológicos, sendo que o primeiro eixo explica 32,5% e o segundo eixo 28,9% da variância, resultando em variância acumulada para os dois primeiros eixos de 61,4%.

A profundidade tem relação negativa e o oxigênio dissolvido e pH da água do fundo tem relação positiva com o primeiro eixo (Figura 20). Com a formação da represa, nos pontos do trecho represa (mais próximos da barragem) aumentaram os valores de profundidade e diminuíram os valores de pH e do oxigênio dissolvido da água do fundo. No segundo eixo, o material em suspensão, a turbidez superficial e do fundo tem relação negativa, e a transparência contribui positivamente para a formação do segundo eixo (Figura 20). Quando há muito material em suspensão na água, aumenta a turbidez e com isso diminui a transparência. No Rio Tocantins na fase pré-inundação ocorreu variação estacional nos valores destas variáveis, nos meses de seca aumentou a transparência e houve redução na quantidade de material em suspensão e na turbidez. A transparência da água aumentou no trecho

represa com a formação do reservatório, principalmente nos pontos mais próximos da barragem, onde a profundidade é maior e a velocidade da corrente menor.

A Análise de Componentes Principais demonstrou as mudanças espaciais e temporais nas diversas fases da implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães (Figura 21) e as alterações nas variáveis ambientais (Figura 20), sendo, assim, distinguíram-se quatro grupos: (1) aquelas que mantiveram as características da fase pré-inundação (Figura 21: cor azul), com maior quantidade de oxigênio dissolvido, menores valores de profundidade, velocidade da corrente mais elevada e pH básico (ou alcalino); (2) aquelas com maior quantidade de material em suspensão e maior turbidez, e que apresentaram características de ambientes lóticos (cor azul escuro); (3) aquelas que sofreram algum tipo de alteração (cor lilás) relacionada à formação da represa, com aumento da profundidade, diminuição do oxigênio dissolvido, velocidade da corrente e pH e, (4) aquelas que tiveram maior impacto em função da construção da barragem (cor vermelha), com alterações da transparência, profundidade, velocidade da corrente e oxigênio dissolvido.

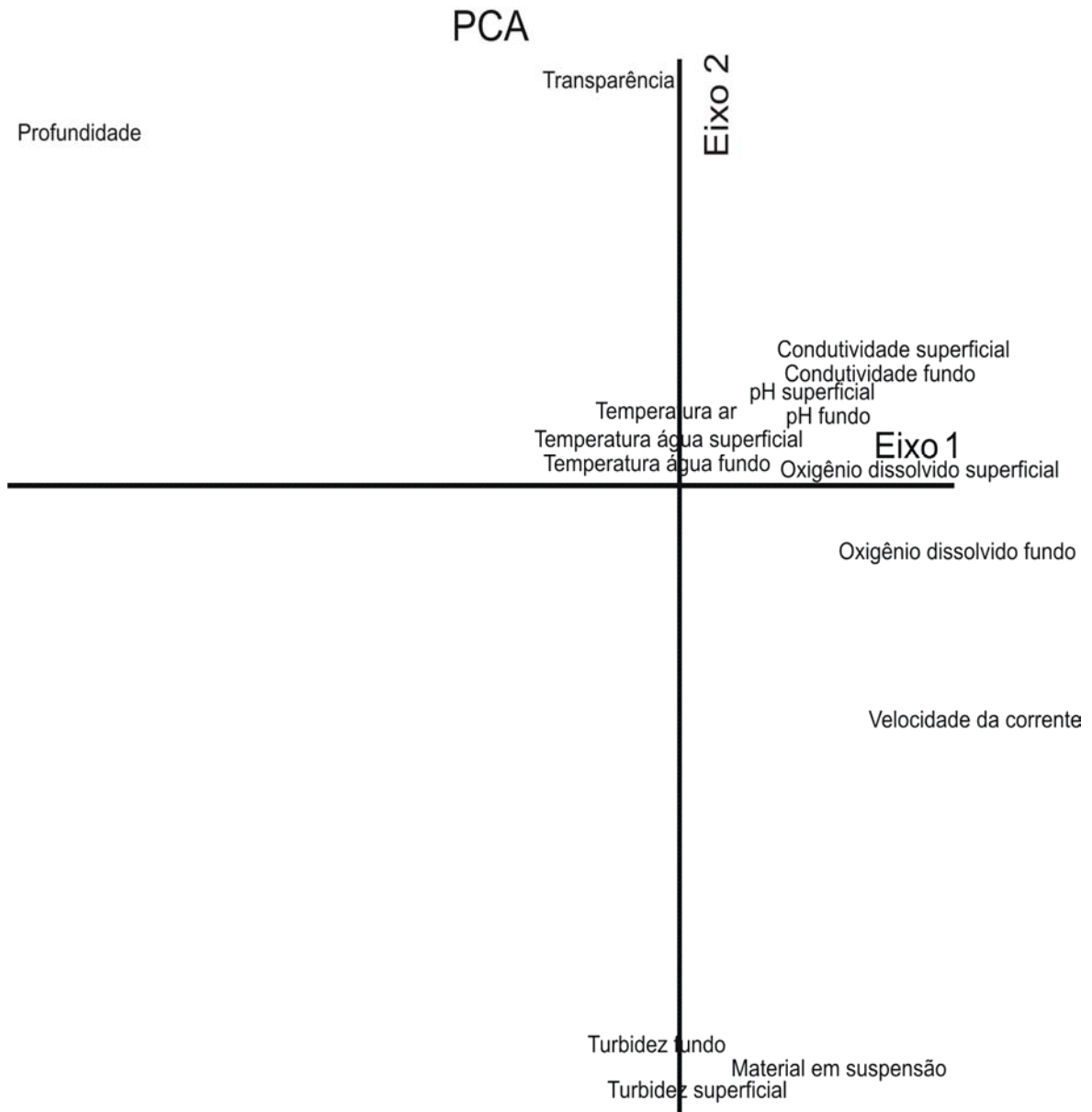


Figura 20. Análise de Componentes Principais (PCA) – diagrama de ordenação das variáveis ambientais.

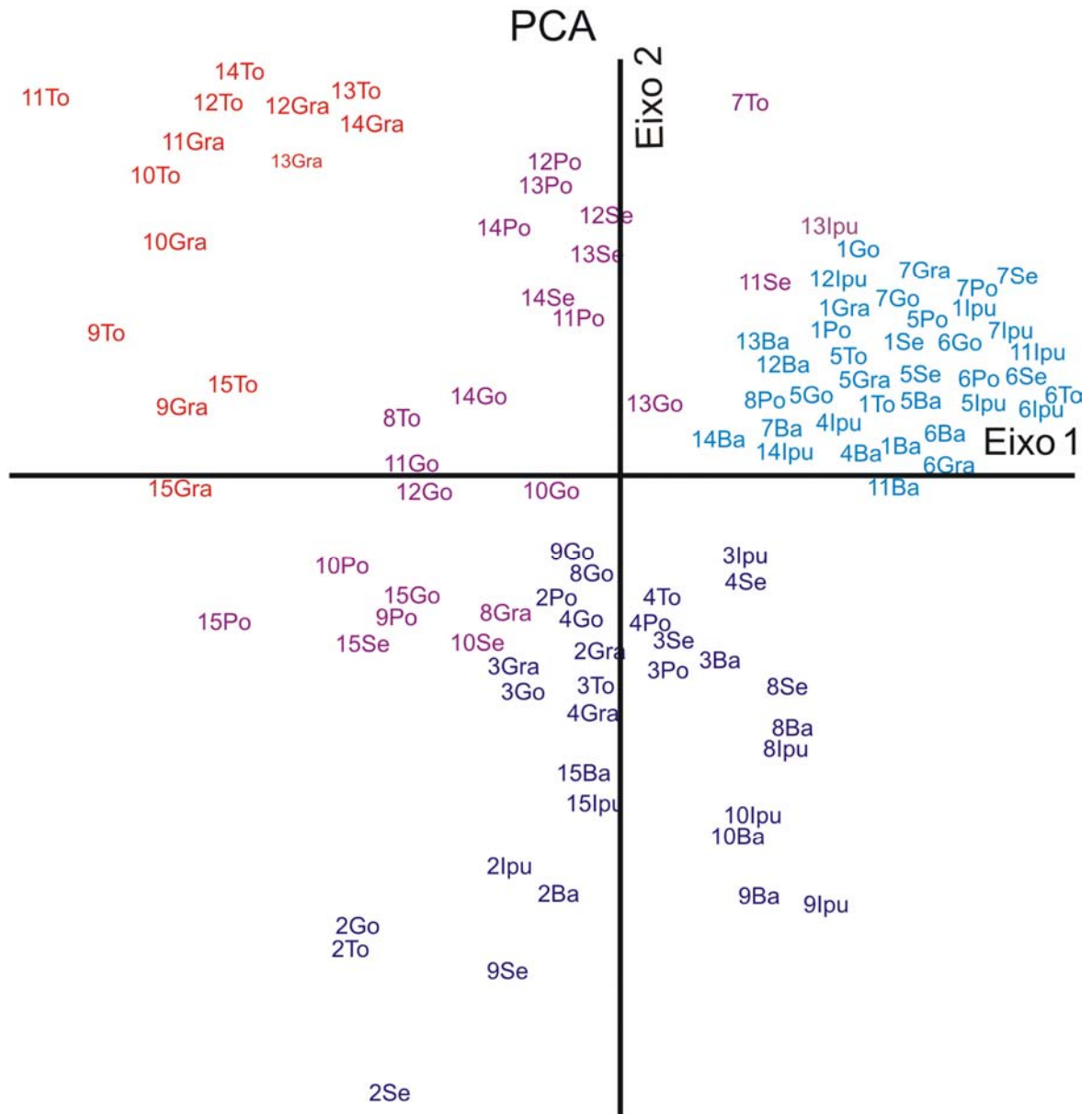


Figura 21. Análise de Componentes Principais (PCA) – diagrama de ordenação das unidades amostrais baseado nos valores das variáveis ambientais. Os números de 1 a 15 correspondem as coletas e as siglas com letras correspondem aos pontos de amostragem. Sendo Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos.

4.2 Variáveis biológicas

As análises das variáveis biológicas na fase pré-inundação, de enchimento e represa são apresentadas a seguir, sendo que os valores de densidade estão no Anexo 05. As tabelas das análises de variância, teste F e teste Tukey estão nos anexos 06 e 07.

4.2.1. Riqueza total

Os resultados, em geral, indicaram que a riqueza taxonômica de macroinvertebrados bentônicos foi maior nos períodos secos (Figura 22). Em todos os pontos na coleta 9, na fase final do enchimento da represa, foram registrados os menores valores de riqueza. Após este período, nos pontos localizados a montante (Balsas), e a jusante (Gorgulho) houve uma recuperação da riqueza, entretanto nos pontos localizados no corpo da represa, observou-se uma diminuição sem a recuperação dos valores de riqueza, sendo mais acentuada nos pontos mais próximos à barragem (Todos os Santos e Graciosa), indicando o desaparecimento de grupos mais sensíveis (Figura 22).

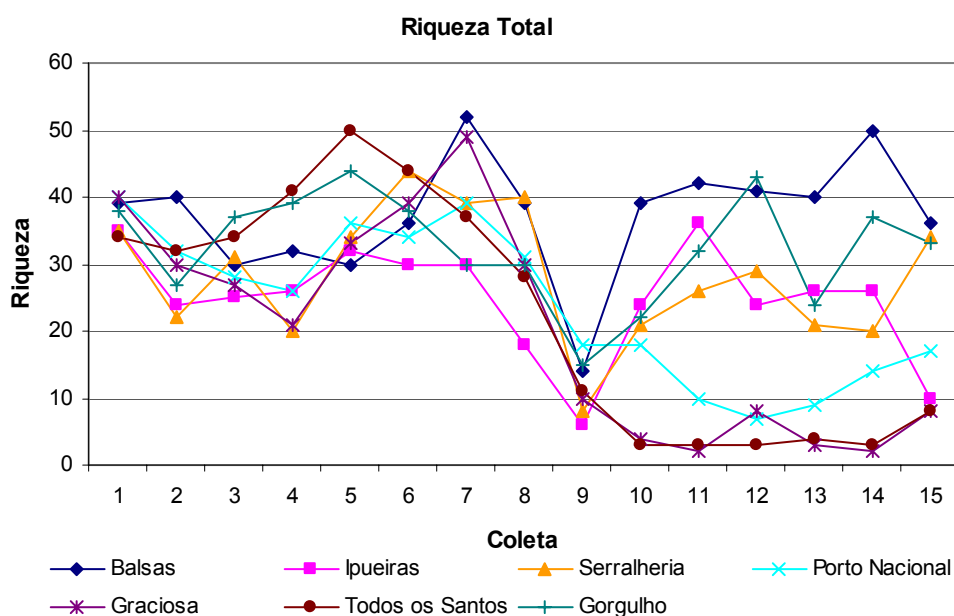


Figura 22. Valores da riqueza total de macroinvertebrados bentônicos no trecho do Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de riqueza total de macroinvertebrados bentônicos na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução nos valores de riqueza na fase represa onde foram verificados as menores médias (anexos 06 e 07).

4.2.2. Densidade total

Na Figura 23 são apresentados os valores de densidade total de macroinvertebrados bentônicos nos diferentes pontos de amostragem durante o período de estudo. Observou-se que a densidade na fase pré-inundação foi maior no período de seca em comparação com o período chuvoso e, ocorreu uma diminuição da densidade na coleta 9, no final da fase de enchimento. Nos pontos mais a montante, ocorreu um grande aumento na densidade de invertebrados bentônicos após a formação da represa. Nos pontos mais próximos da barragem não houve a recuperação da densidade de organismos, assim como da riqueza.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade total de macroinvertebrados bentônicos na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução nos valores de densidade total na fase represa onde foram verificados as menores médias (anexos 06 e 07).

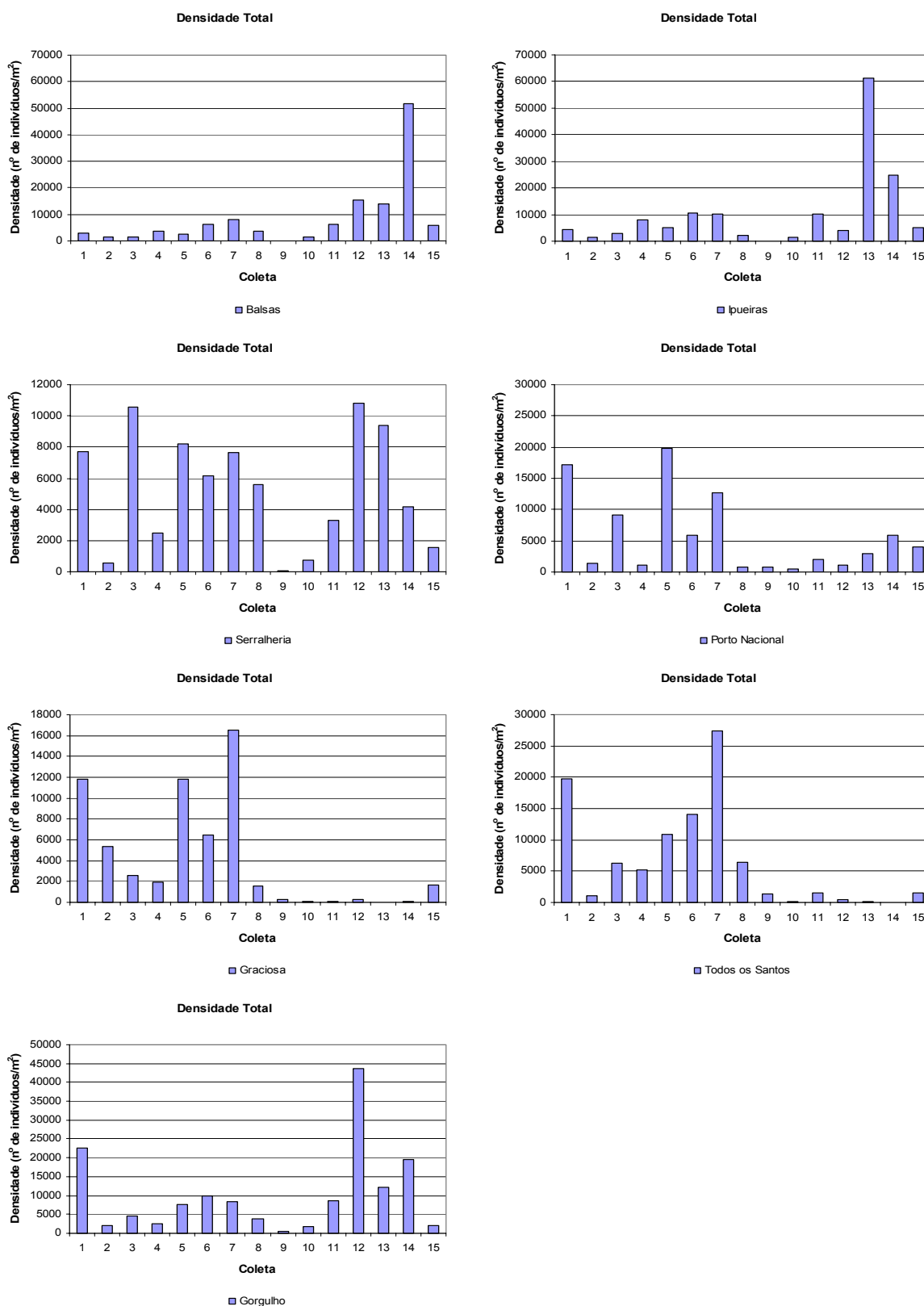


Figura 23. Variação da densidade total dos macroinvertebrados bentônicos (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

4.2.3. Densidade por grupo taxonômico

Somente os grupos taxonômicos que tiveram participação igual ou superior a 15% e alterações na densidade foram analisados espacialmente nos diferentes pontos de amostragem, e temporalmente, durante as diferentes fases de construção da represa.

Entre os macroinvertebrados, os resultados indicaram que a densidade dos Oligochaeta alterou-se temporalmente, sendo maiores nos períodos de seca, principalmente na fase pré-inundação, e nos trechos a montante e a jusante da represa. Também verificou-se que, com o enchimento da represa, esse grupo de invertebrados foi afetado principalmente nos pontos do trecho represa como Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos, onde observou-se o desaparecimento do grupo ou os menores valores de densidade registrados durante o estudo (Figura 24).

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Oligochaeta na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução na densidade de Oligochaeta na fase represa (anexos 06 e 07).

Os Hydracarina também foram comuns e os maiores valores de densidade foram obtidos nos períodos de seca, principalmente na fase pré-inundação. No ponto Serralheria não foram coletados muitos exemplares de ácaros na fase pré-inundação, com a formação da represa, há ausência de ácaros nas amostragens da coleta 9 e um aumento desse grupo nas coletas seguintes, principalmente na coleta 12. Os resultados mostraram que na fase de enchimento da represa ocorreu uma redução no número desses invertebrados em todos os pontos de amostragem, com o desaparecimento total nos trechos mais próximo da barragem, conforme pode ser observado na Figura 25.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Hydracarina na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução na densidade de Hydracarina ou desaparecimento desses na fase represa. No ponto Serralheria ocorreu um aumento significativo na densidade de Hydracarina com a formação da represa (anexos 06 e 07).

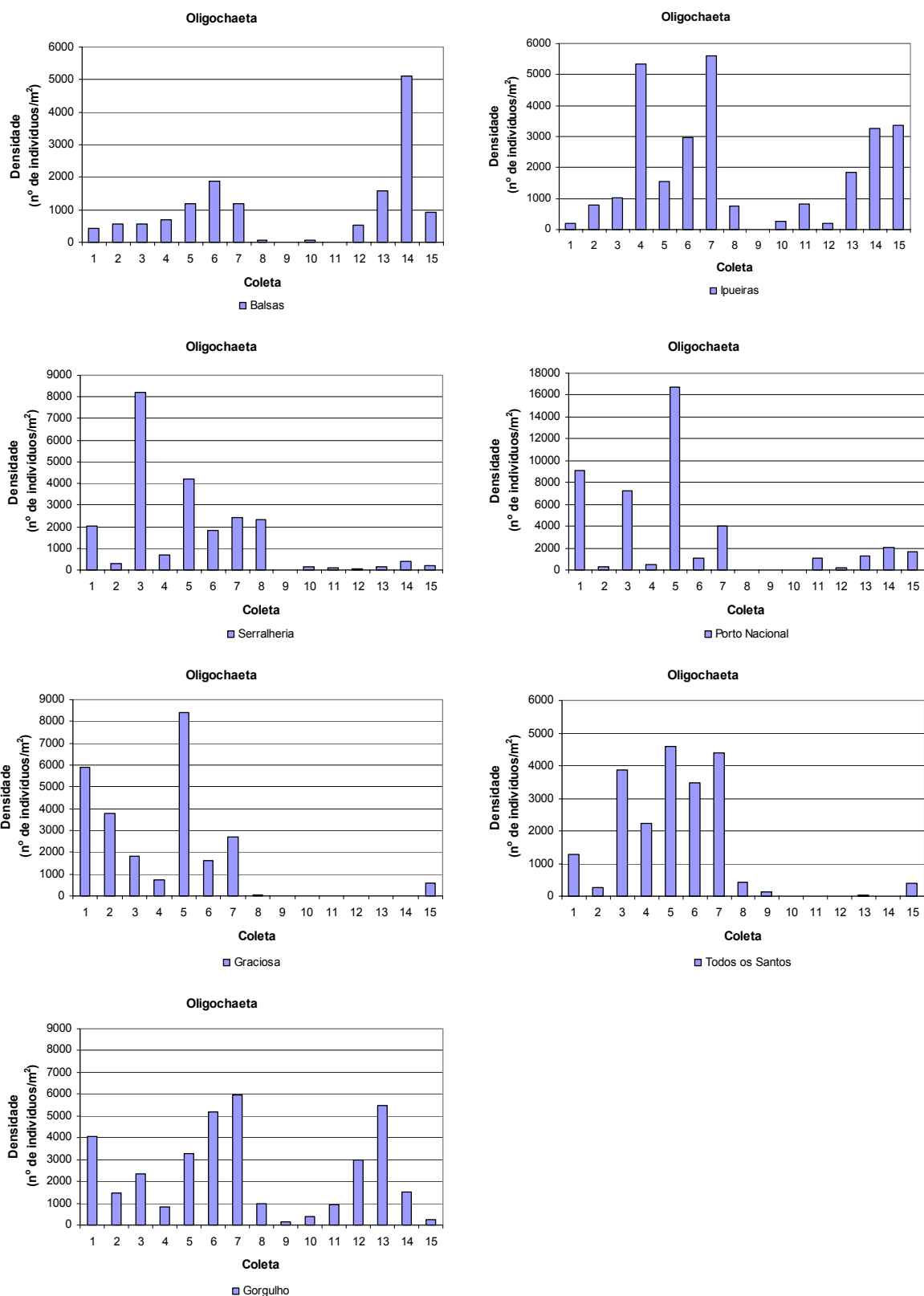


Figura 24. Variação dos valores de densidade de Oligochaeta (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

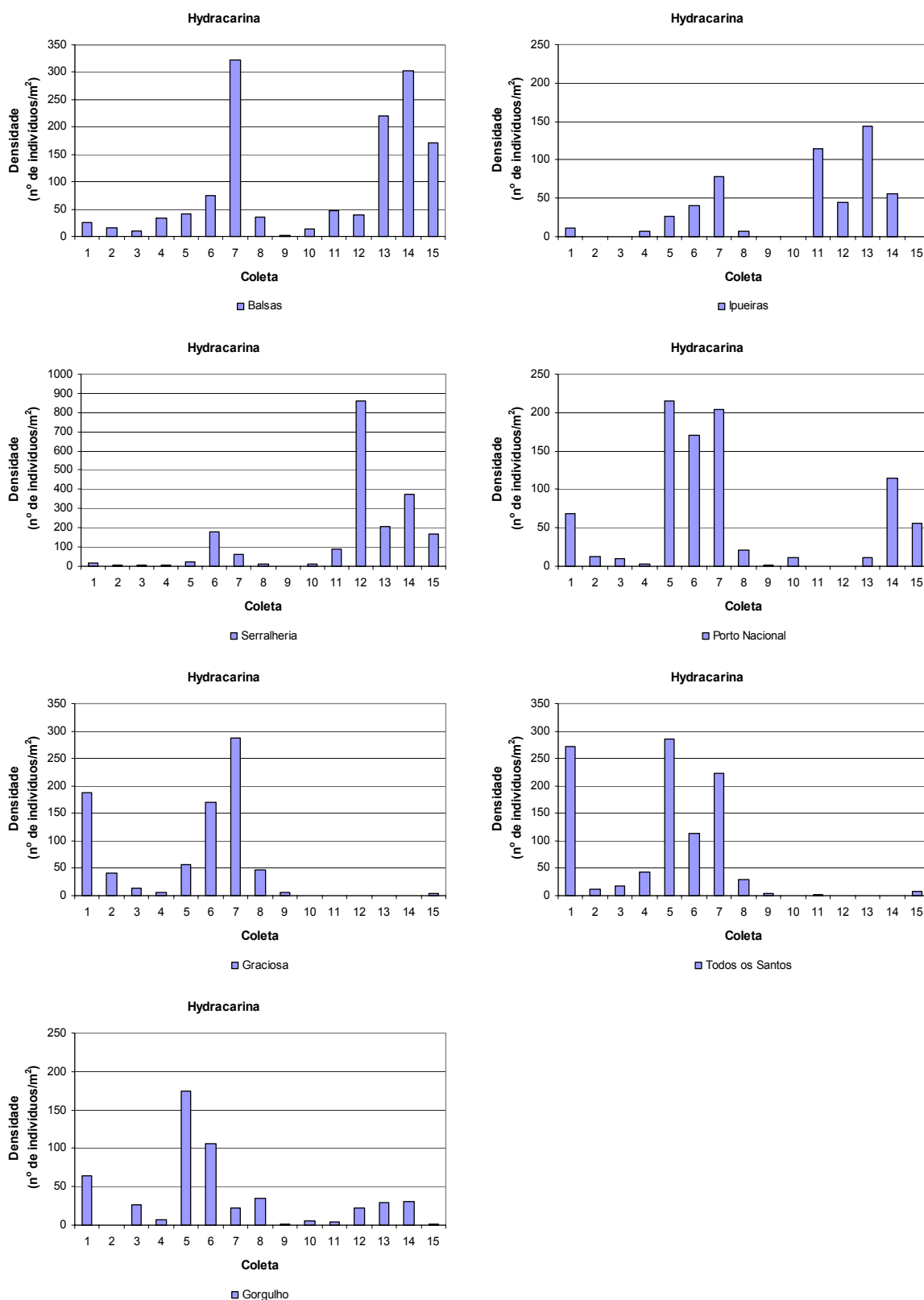


Figura 25. Variação dos valores de densidade de Hydracarina (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

A família Elmidae (Coleoptera) também teve participação importante na comunidade bentônica, em geral, com densidades mais elevadas no período de seca, comparando ao período chuvoso. Esses insetos são característicos de corredeiras e os resultados mostraram o desaparecimento do grupo em todos os pontos no período de enchimento da represa, entretanto nos pontos a montante, Balsas, nos pontos Ipueiras e Serralheria (trecho represa) e a jusante Gorgulho, Elmidae voltou a habitar esses locais. Já nos pontos localizados no trecho represa (Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos), com a redução da velocidade de correnteza e dos teores de oxigênio dissolvido, os elmídeos foram eliminados, conforme pode ser observado na Figura 26.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Elmidae na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com a redução na densidade de Elmidae ou desaparecimento destes na fase represa (anexos 06 e 07).

Os Chironomidae também responderam às alterações decorrentes da construção da barragem. Os resultados mostraram que a densidade de quironomídeos foi maior, em geral no período de seca, e ocorreu uma redução ou ausência na coleta 9 considerando-se todos os pontos. Nos pontos Balsas, Ipueiras e Serralheria, a densidade desse grupo aumentou depois da fase de enchimento, mostrando o restabelecimento do grupo nesses locais. Nos pontos localizados mais próximos à barragem, Graciosa e Todos os Santos, os quironomídeos praticamente desapareceram. No ponto Gorgulho, a jusante da barragem, os resultados indicaram um aumento da densidade desses insetos com formação da represa, conforme pode ser observado na Figura 27.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Chironomidae na interação ponto-coleta demonstram que todos os pontos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa. A densidade de Chironomidae, nos pontos Balsas, Ipueiras, Serralheria, Porto Nacional e Gorgulho aumentou significativamente e nos pontos Graciosa, Todos os Santos ocorreu redução na densidade de Chironomidae ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

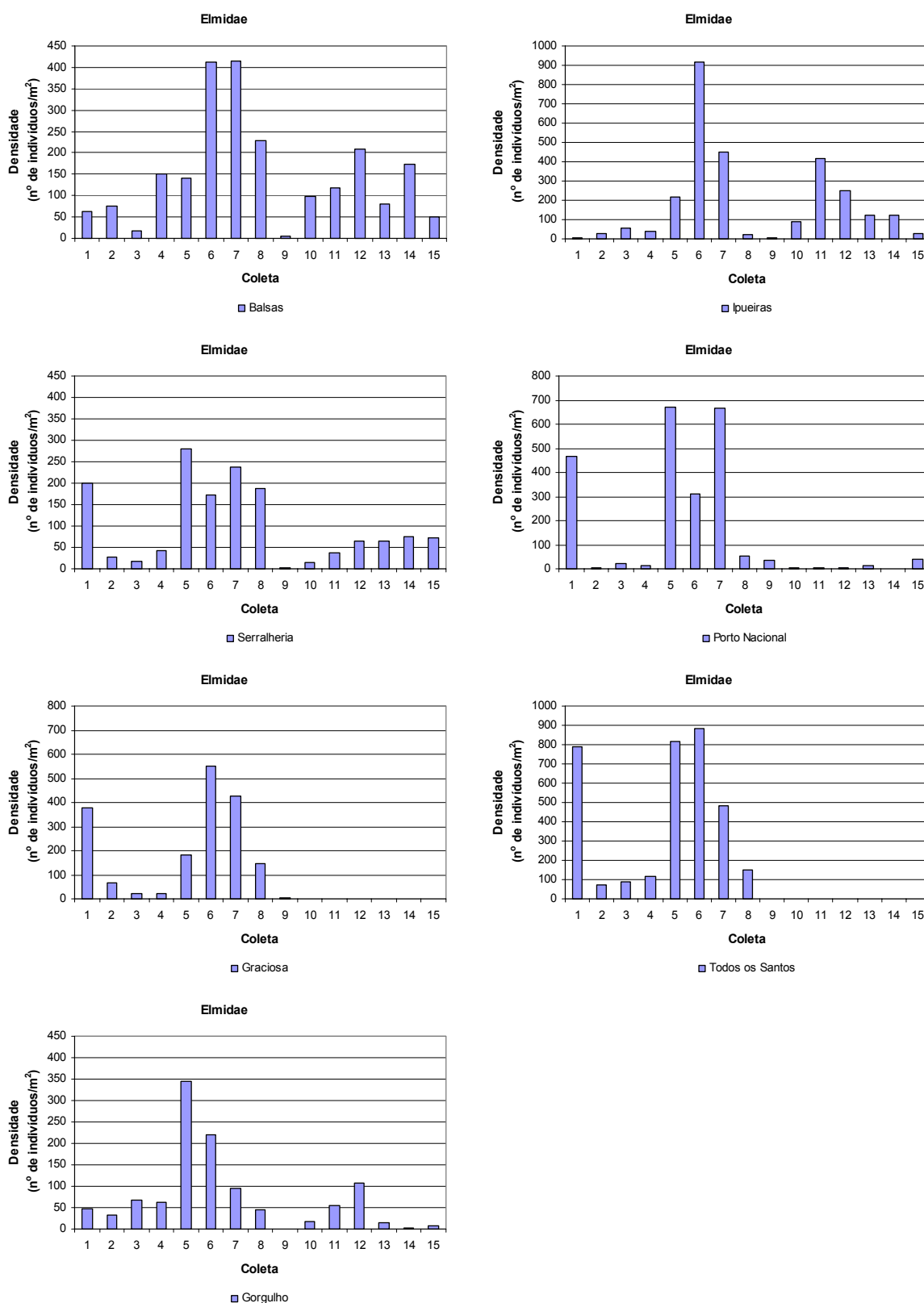


Figura 26. Variação dos valores de densidade de Elmidae (Coleoptera) (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

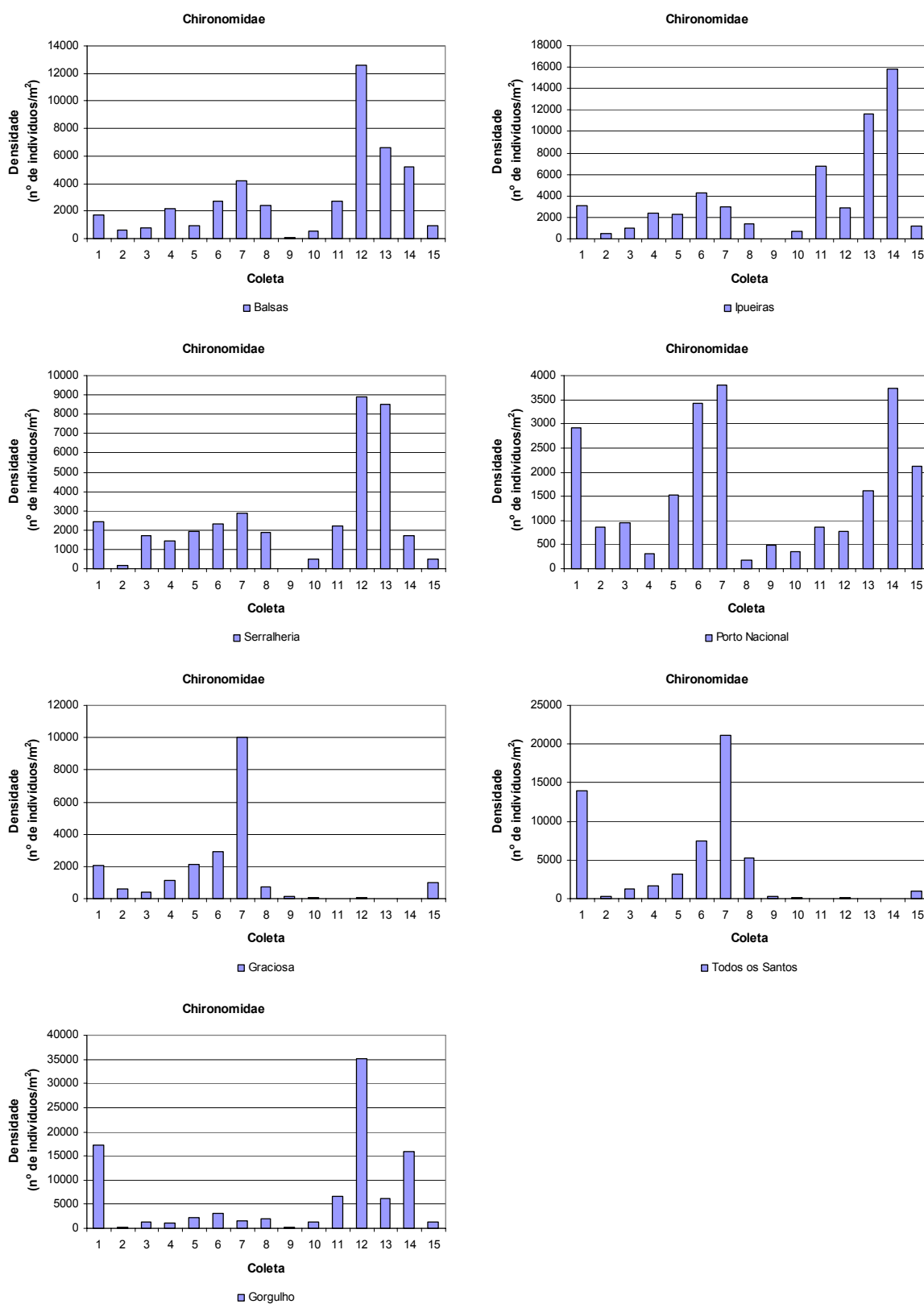


Figura 27. Variação dos valores de densidade dos Chironomidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Os Ceratopogonidae, assim como os grupos anteriores, também foram mais abundantes no período de seca, há flutuações nos pontos a montante no Balsas, Ipueiras e a jusante no Gorgulho, mesmo depois do enchimento da represa, entretanto nos locais da represa, particularmente naqueles mais próximos da barragem, Graciosa e Todos os Santos, esse grupo de dípteros foi eliminado (Figura 28).

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Ceratopogonidae na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução na densidade de Ceratopogonidae ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

Os Chaoboridae, também uma família de Diptera, mas adaptados aos sistemas lênticos, diferentemente dos grupos analisados anteriormente surgiram nos pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos (trecho represa) depois da fase de enchimento e, também foram encontrados em Gorgulho (trecho a jusante da barragem) conforme pode ser constatado na Figura 29.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Chaoboridae na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com aparecimento de Chaoboridae na fase represa (anexos 06 e 07).

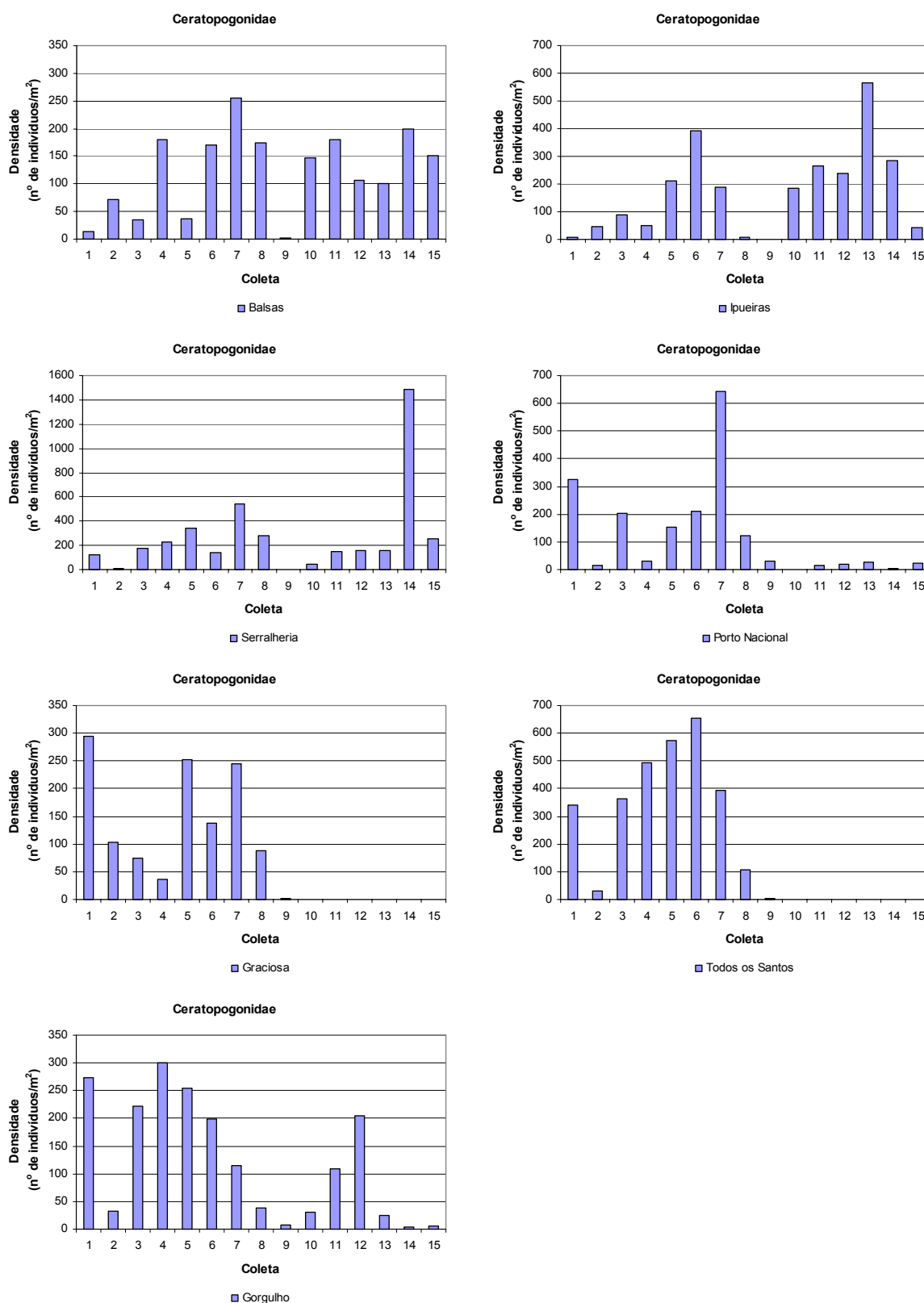


Figura 28. Variação dos valores de densidade de Ceratopogonidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

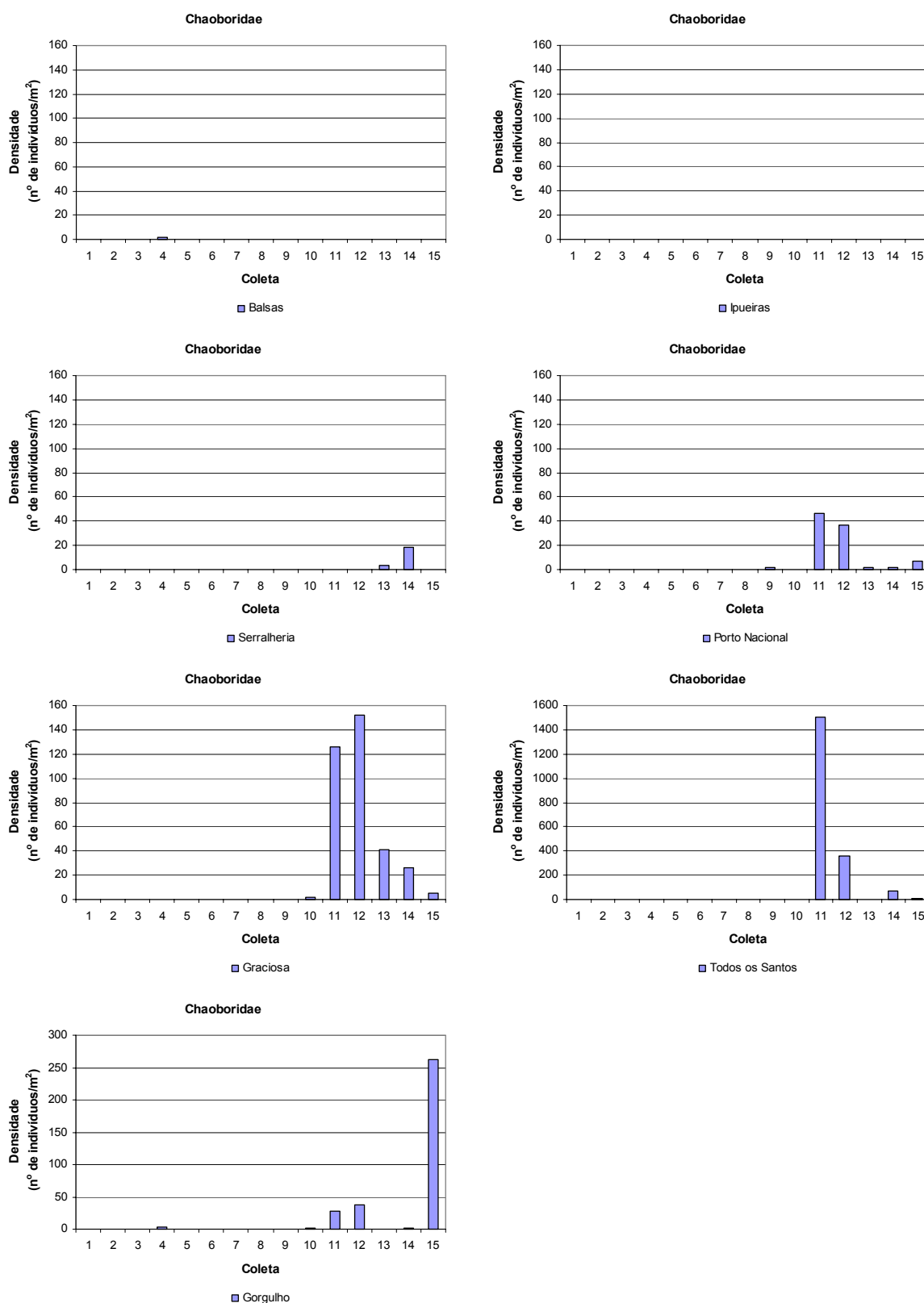


Figura 29. Variação dos valores de densidade de Chaoboridae (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Na Figura 30, observa-se os resultados das variações dos valores da densidade de Empididae. Como outros invertebrados da comunidade bentônica, verificou-se que, em geral, este grupo também atingiu maiores densidades nos períodos de seca, particularmente na fase de pré-inundação e nos pontos Balsas (a montante), Ipueiras (represa) e Gorgulho (jusante). Enquanto que nos pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos (trecho represa), esse grupo praticamente desapareceu depois da formação da represa.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Empididae na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução na densidade de Empididae ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

Os Simuliidae, conforme constatado a Figura 31, tiveram maiores densidades nos períodos de seca, particularmente na fase pré-inundação, bem como no ponto a montante, Balsas e, na cabeceira da represa em Ipueiras. Nos demais pontos estudados verificou-se o desaparecimento dos simúlídeos depois do represamento do rio.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Simuliidae na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução na densidade de Simuliidae ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

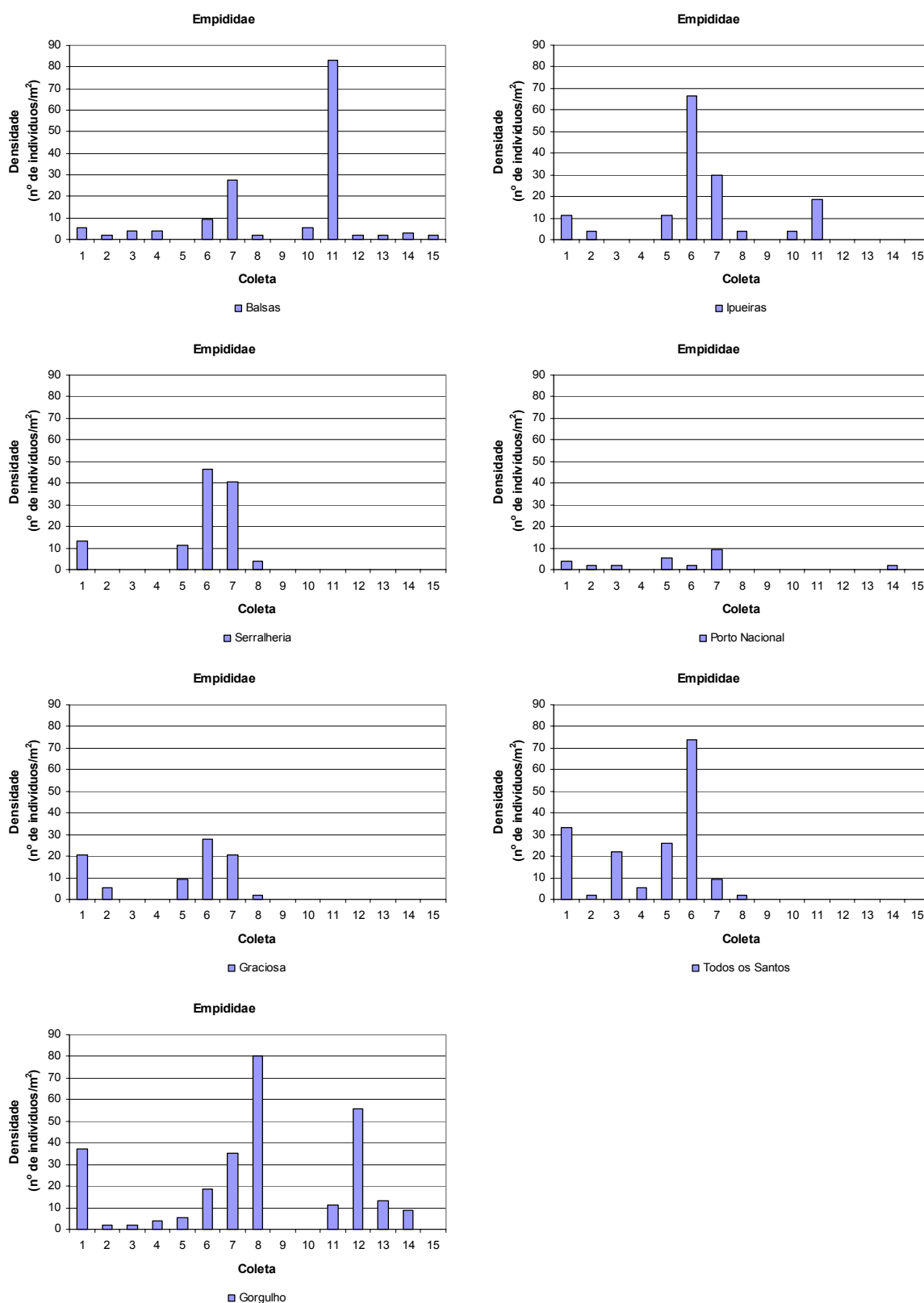


Figura 30. Variação dos valores de densidade de Empididae (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

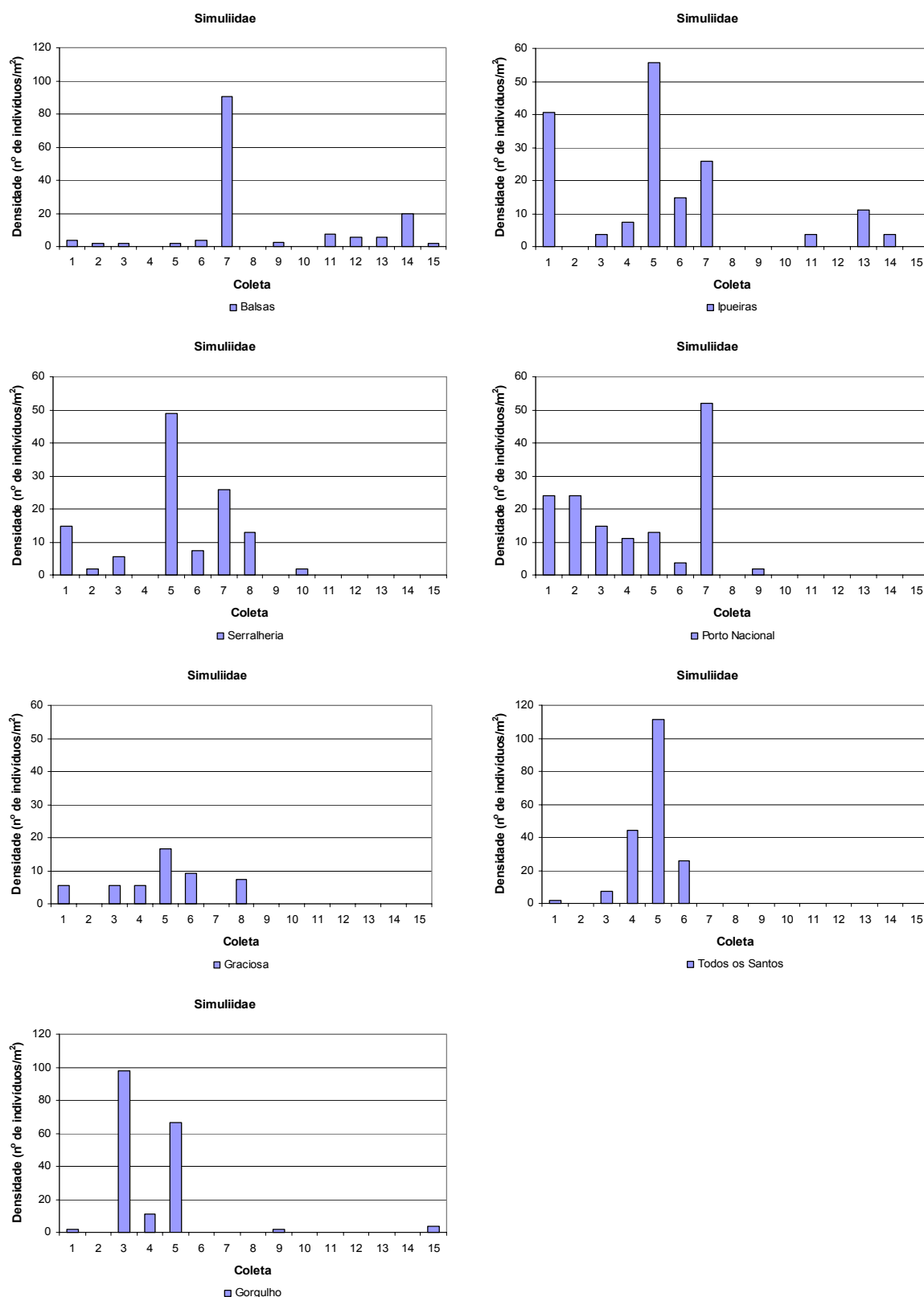


Figura 31. Variação dos valores de densidade de Simuliidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Para Ephemeroptera foram identificadas as famílias Baetidae (Figura 33), Leptohyphidae (Figura 34), Leptophlebiidae (Figura 35) e Polymitarcyidae (Figura 36). Além dessas, muitos organismos não foram identificados por serem muito jovens (Ephemeroptera NI=não identificados, Figura 32). Conforme pode ser constado nas figuras 32 a 36, todos os grupos desta ordem de inseto tiveram comportamento semelhante em decorrência do represamento, ou seja, foram eliminados nos pontos localizados na represa, particularmente aqueles mais próximos da barragem. Nos pontos a jusante e a montante, as densidades das famílias de Ephemeroptera após o represamento foram bem menores comparadas com a fase de pré-inundação.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Ephemeroptera na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução na densidade de Ephemeroptera NI ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

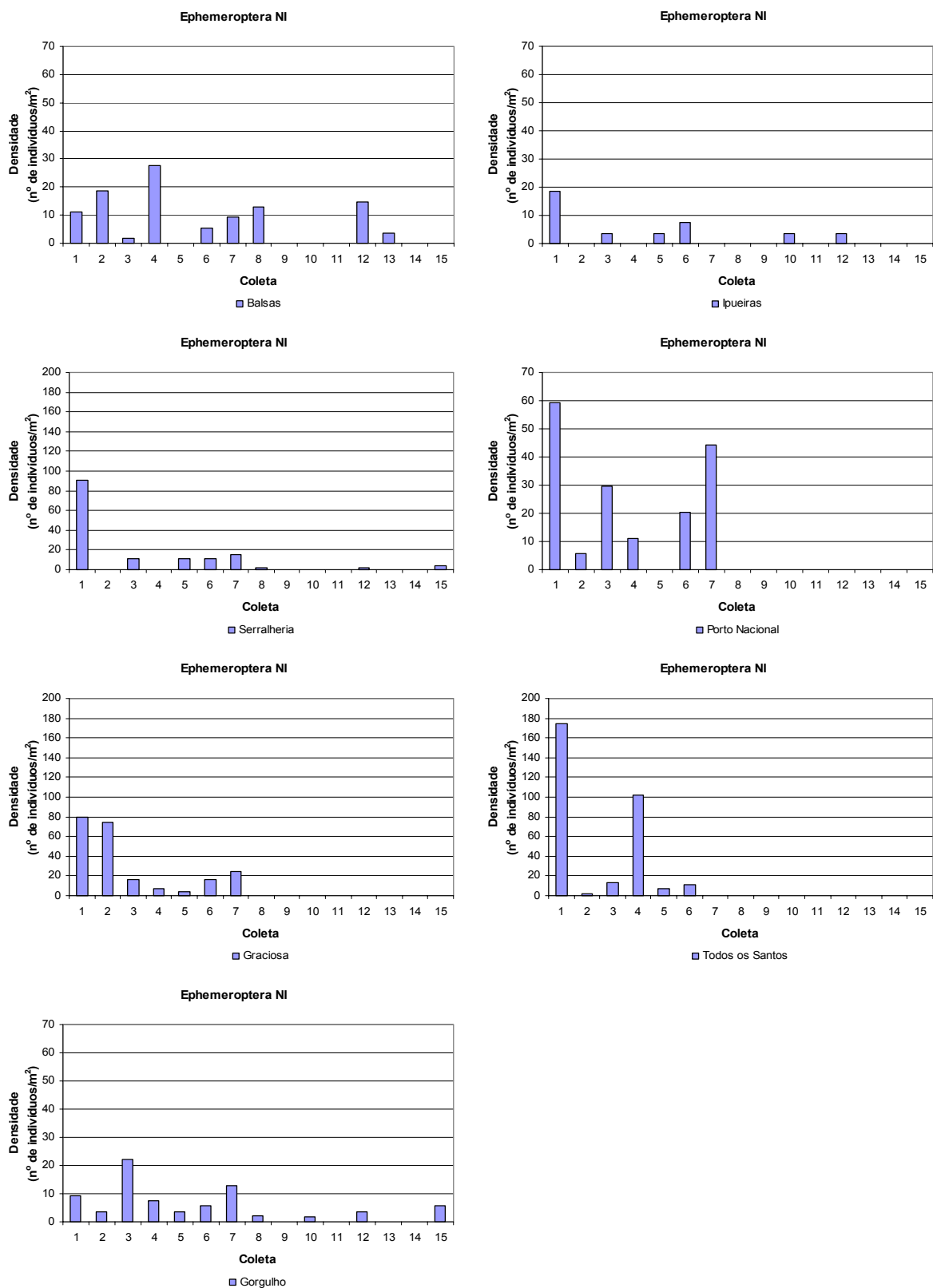


Figura 32. Variação dos valores de densidade de Ephemeroptera (nº de indivíduos/m²) não identificados (NI) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

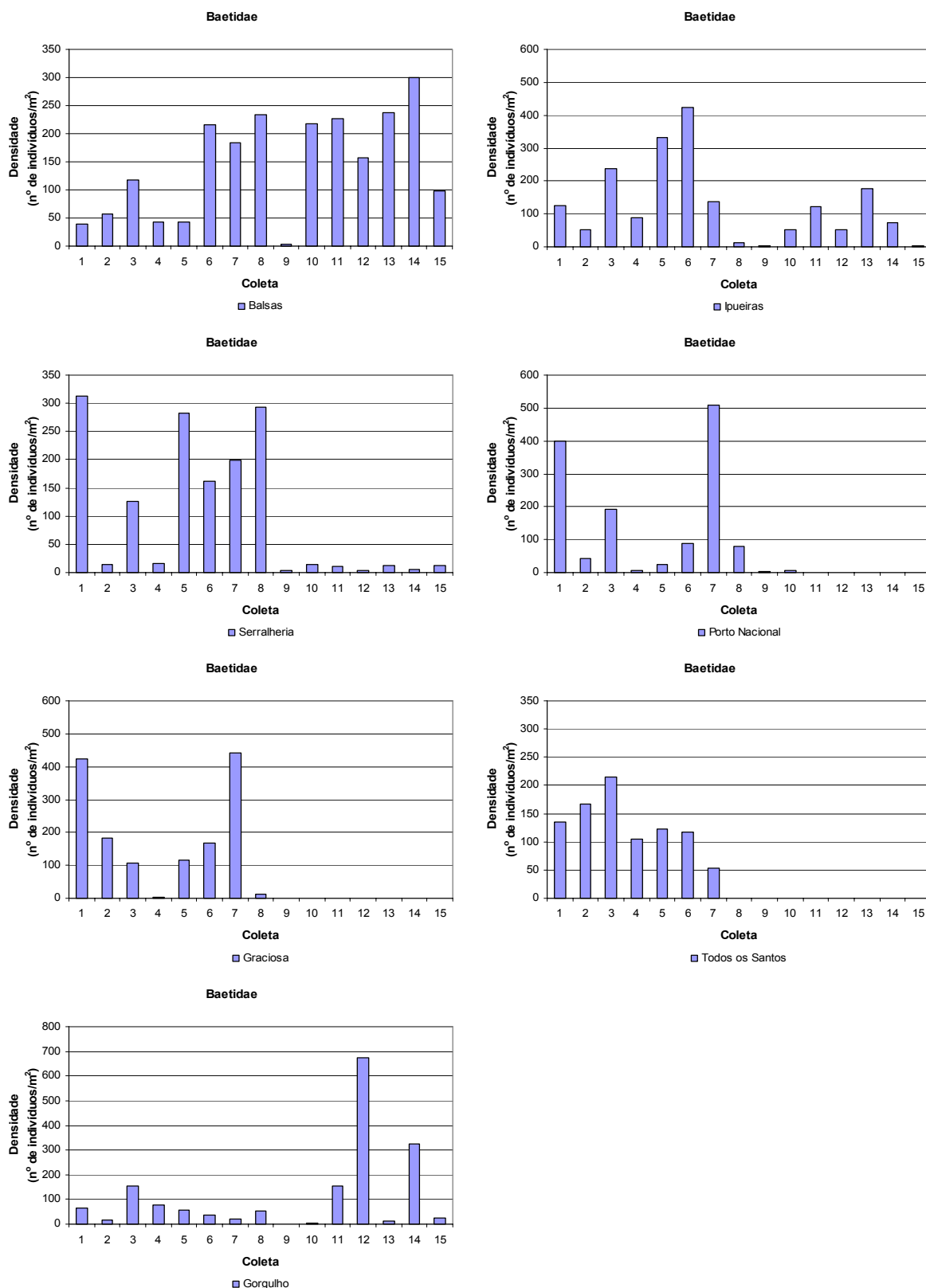


Figura 33. Variação dos valores de densidade de Baetidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

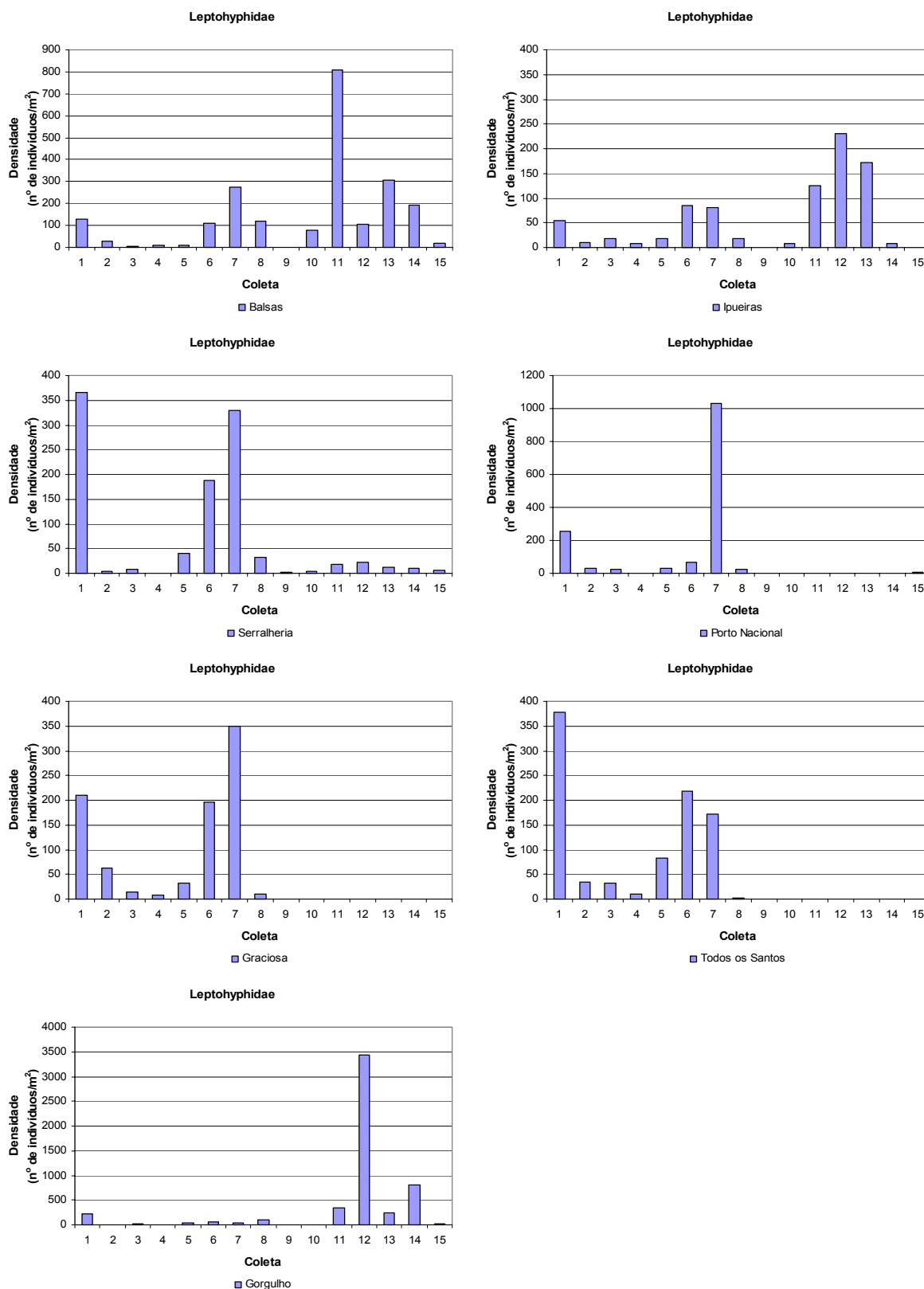


Figura 34. Variação dos valores de densidade de Leptohiphidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

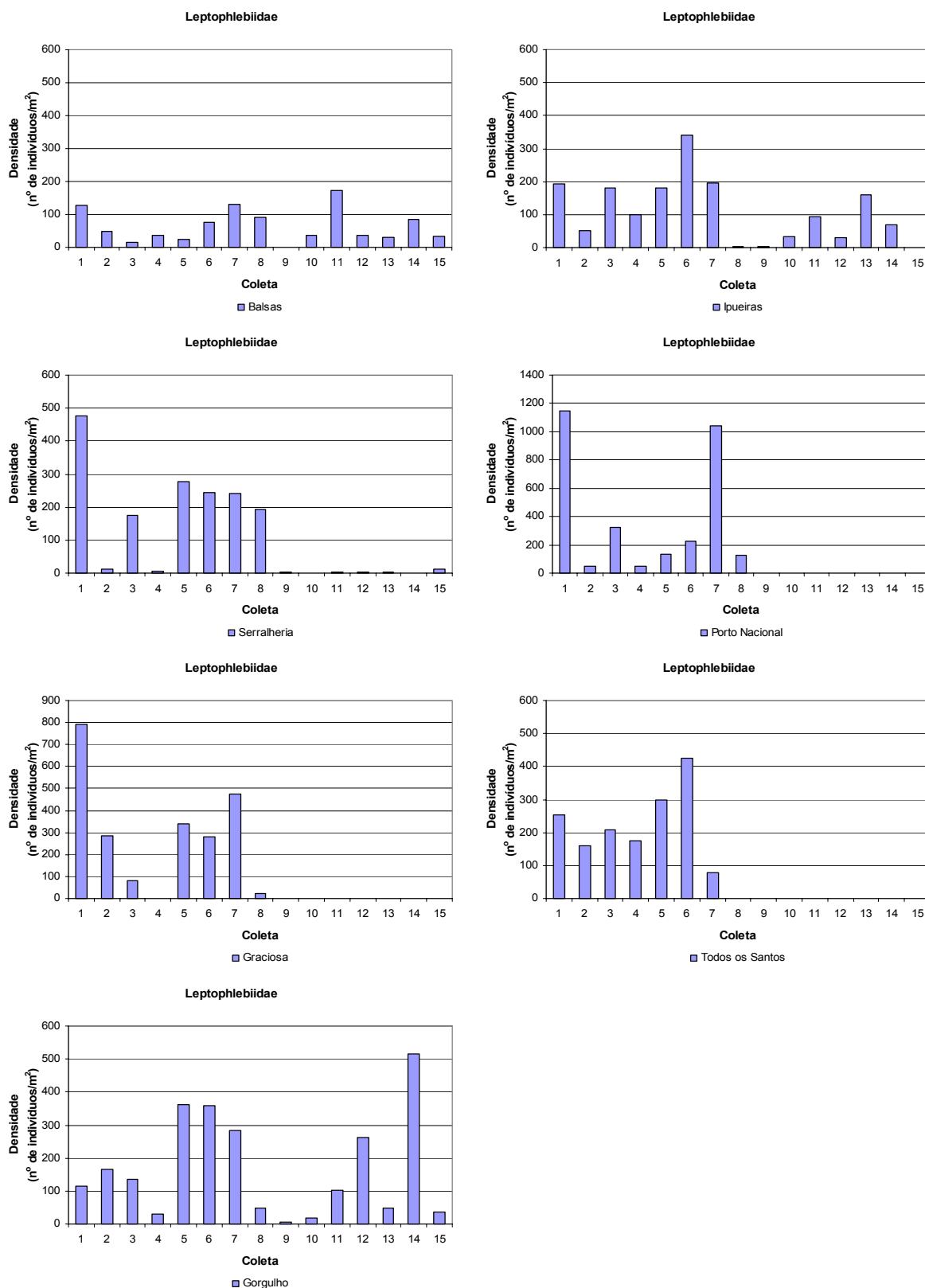


Figura 35. Variação dos valores de densidade de Leptophlebiidae (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

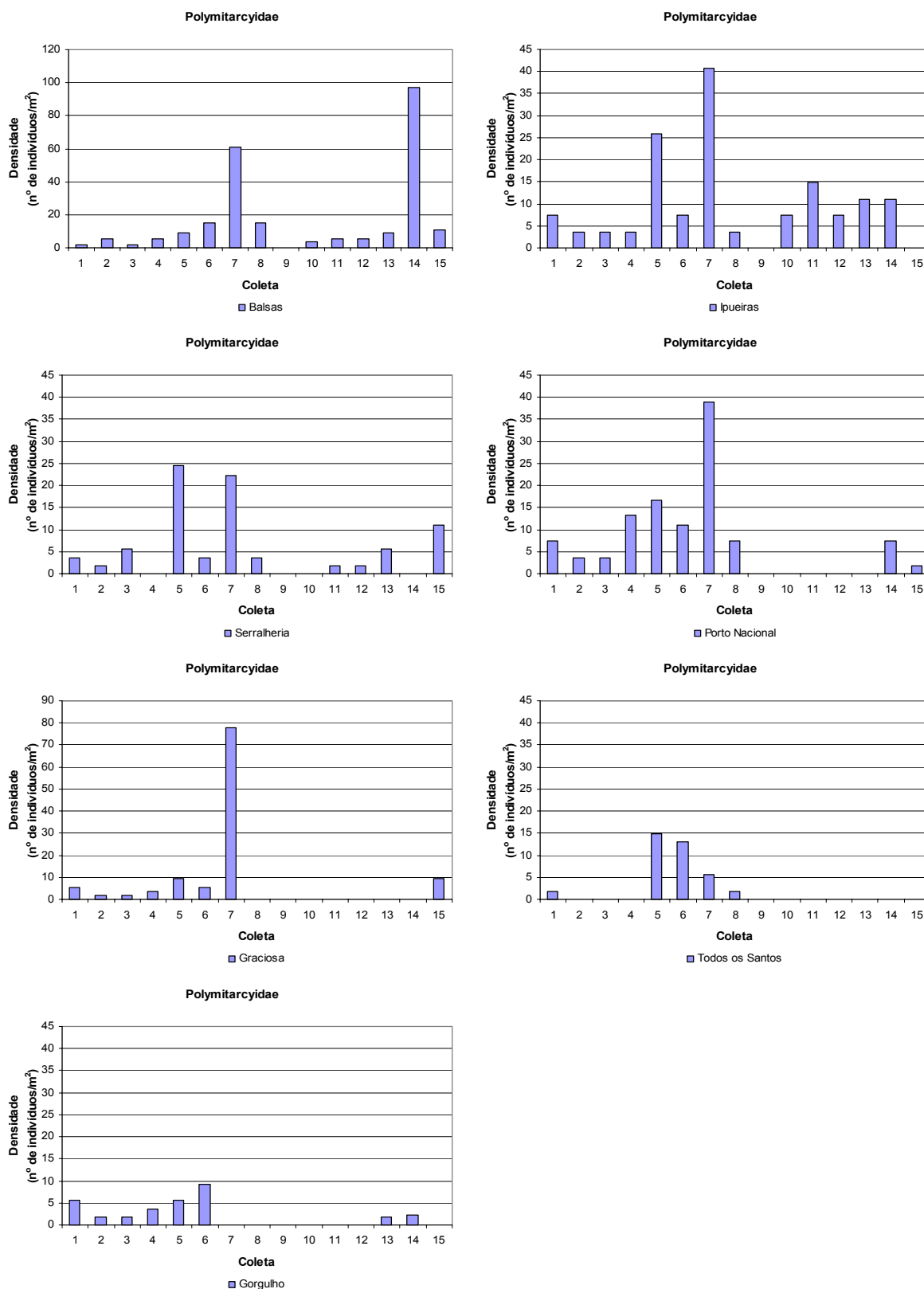


Figura 36. Variação dos valores de densidade de Polymitarciidae (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Entre os Plecoptera foi constada que a família Perlidae teve uma participação importante em todos os pontos de amostragem antes do enchimento do reservatório. Os resultados observados na Figura 37 mostram que esse grupo, assim como os Ephemeroptera são insetos característicos de sistemas lóticos e bem oxigenados, também responderam negativamente ao represamento, com sua eliminação nos pontos da represa e a jusante da barragem, não havendo recolonização posterior a formação da represa.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Perlidae na interação ponto-coleta demonstram que todos os pontos apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com redução na densidade de Perlidae ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

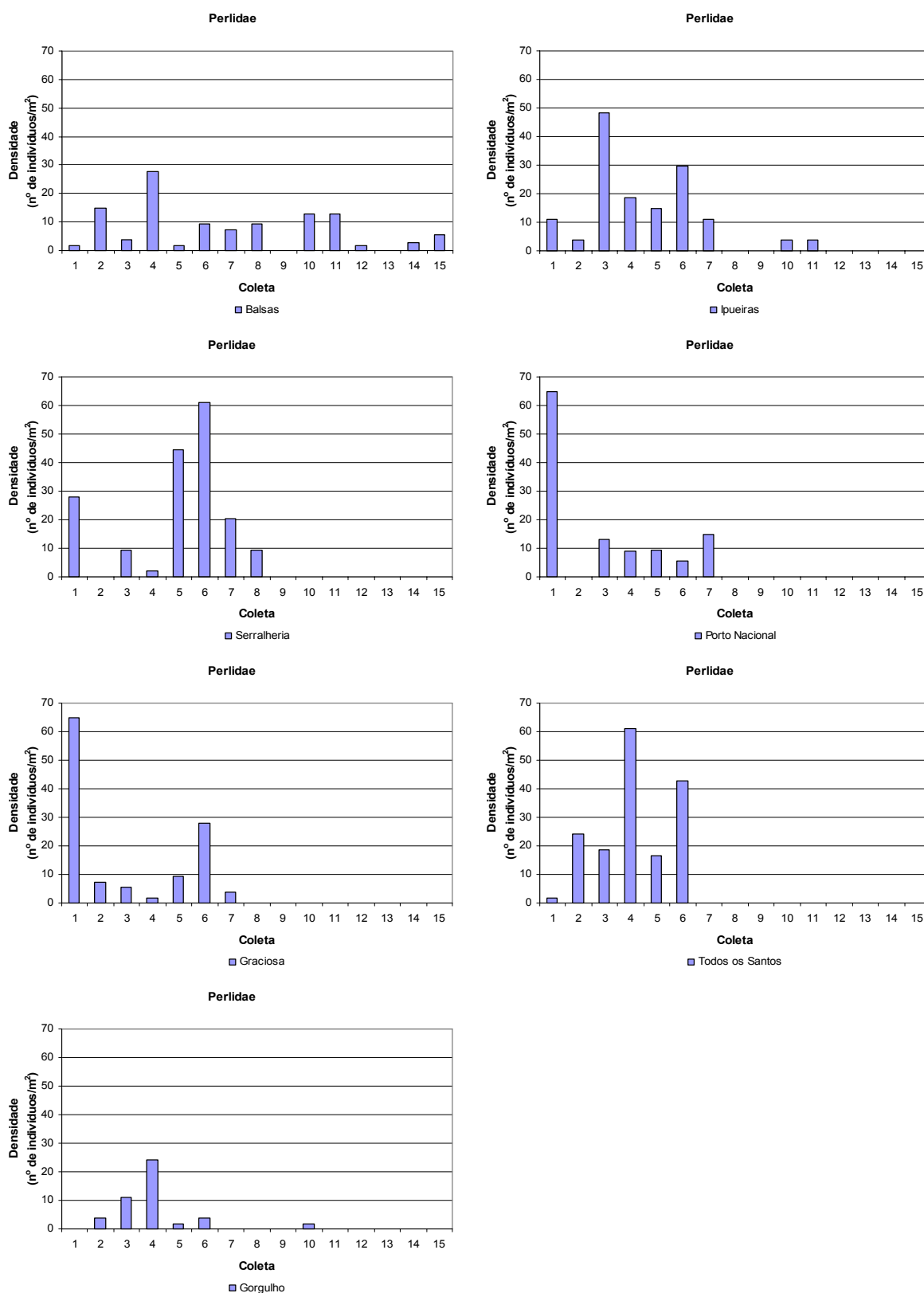


Figura 37. Variação dos valores de densidade de Plecoptera da família Perlidae (n° de indivíduos/ m^2) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Os Trichoptera foram representados por seis famílias: Glossosomatidae (Figura 38), Helicopsychoidea (Figura 39), Hydropsychidae (Figura 40), Hydroptilidae (Figura 41), Leptoceridae (Figura 42) e Odontoceridae (Figura 43). Assim como outros grupos, esses insetos tiveram participação importante em todos os pontos de amostragem, particularmente na fase pré-inundação. Nessa fase, as análises indicaram que as flutuações da densidade foram relacionadas com os períodos sazonais, ou seja, os maiores valores de densidade correspondendo aos períodos de seca. Os resultados demonstraram que com o represamento ocorreu uma redução na densidade de Trichoptera nos pontos a montante e a jusante da represa e o desaparecimento dos mesmos nos pontos localizados no corpo da represa.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Trichoptera na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Serralheria, Porto Nacional, Graciosa e Todos os apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, geralmente com redução na densidade de Trichoptera ou desaparecimento desses na fase represa (anexos 06 e 07).

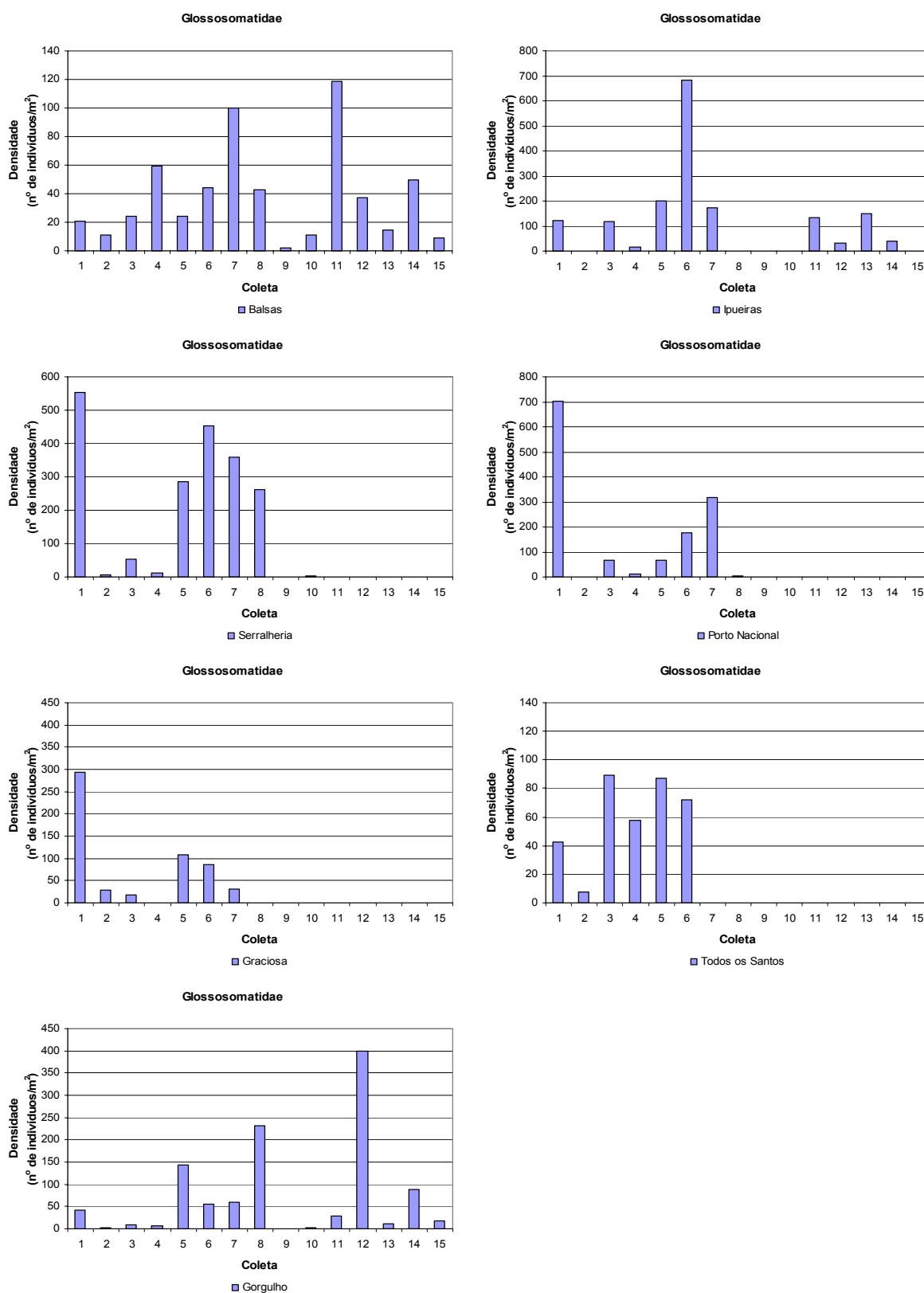


Figura 38. Variação dos valores de densidade de Glossosomatidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

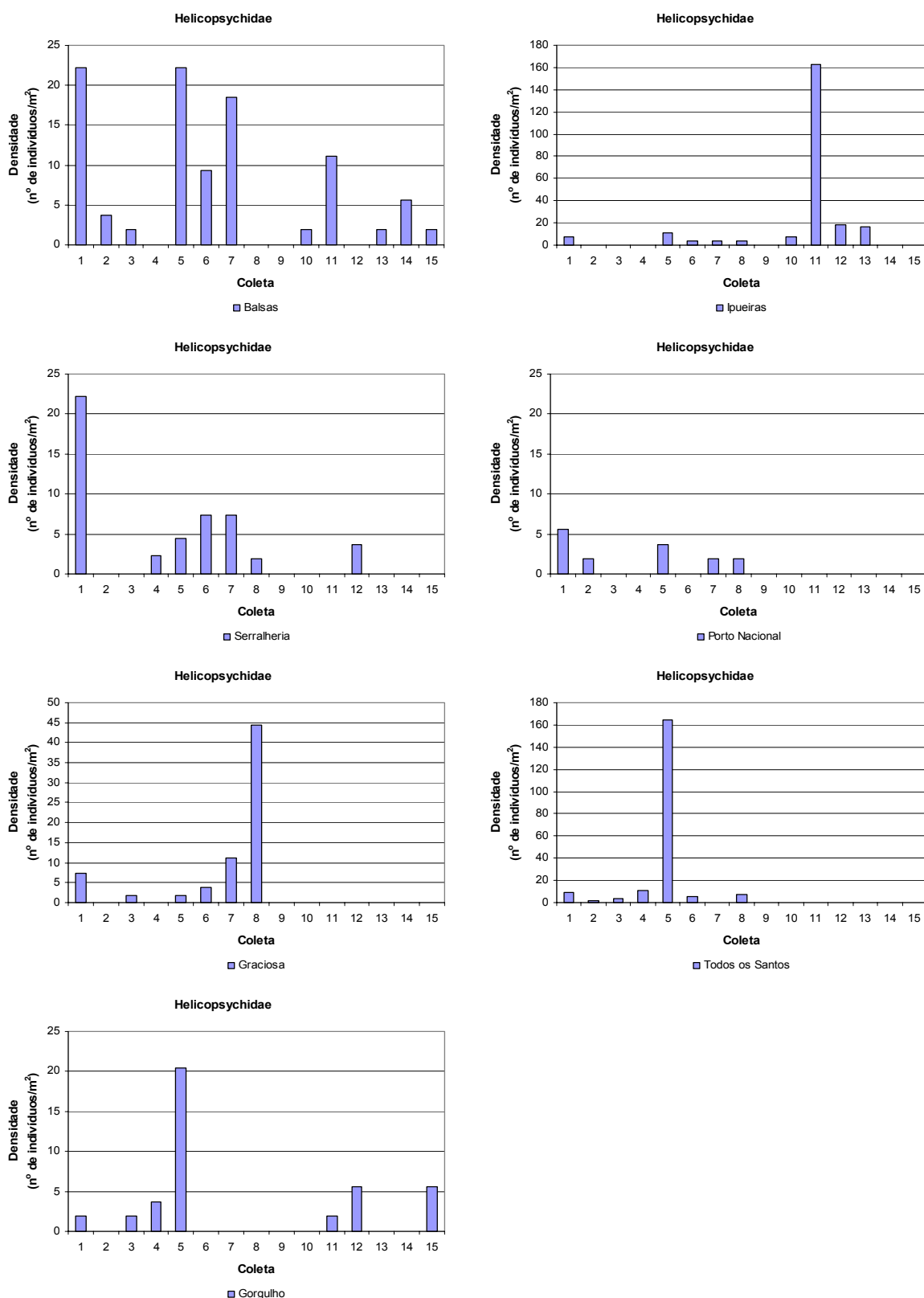


Figura 39. Variação dos valores de densidade de Helicopsychidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

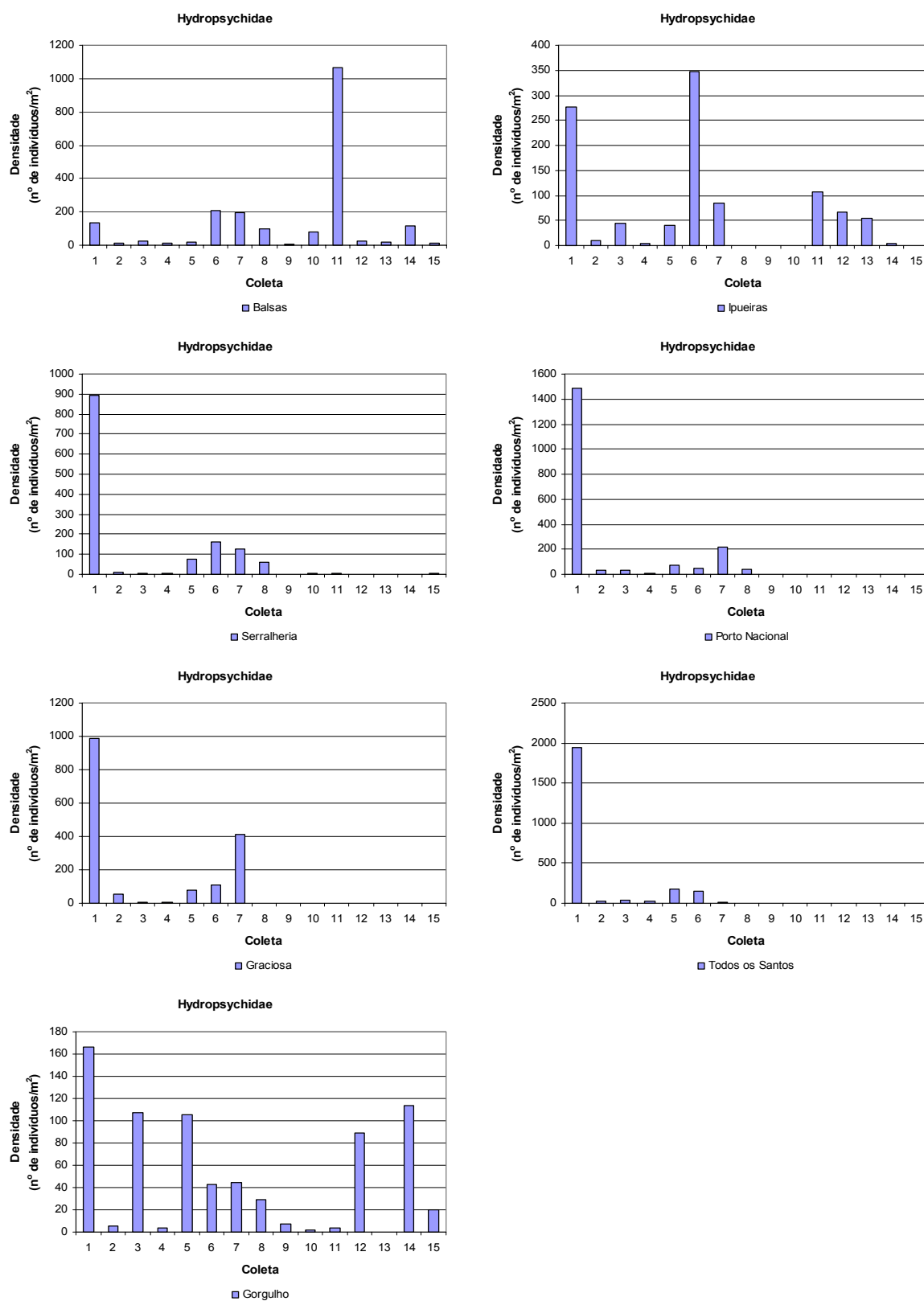


Figura 40. Variação dos valores de densidade de Hydropsychidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

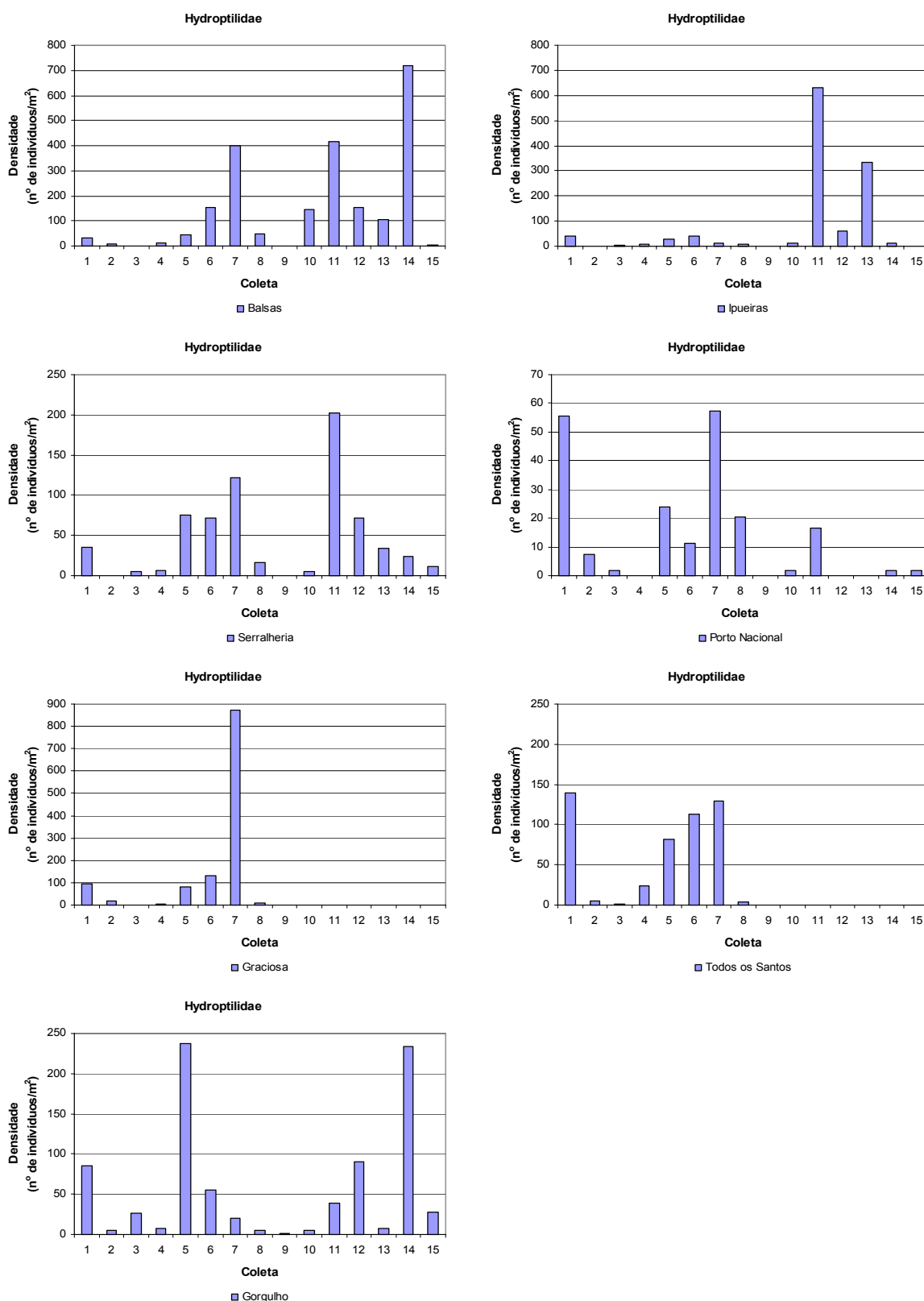


Figura 41. Variação dos valores de densidade de Hydroptilidae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

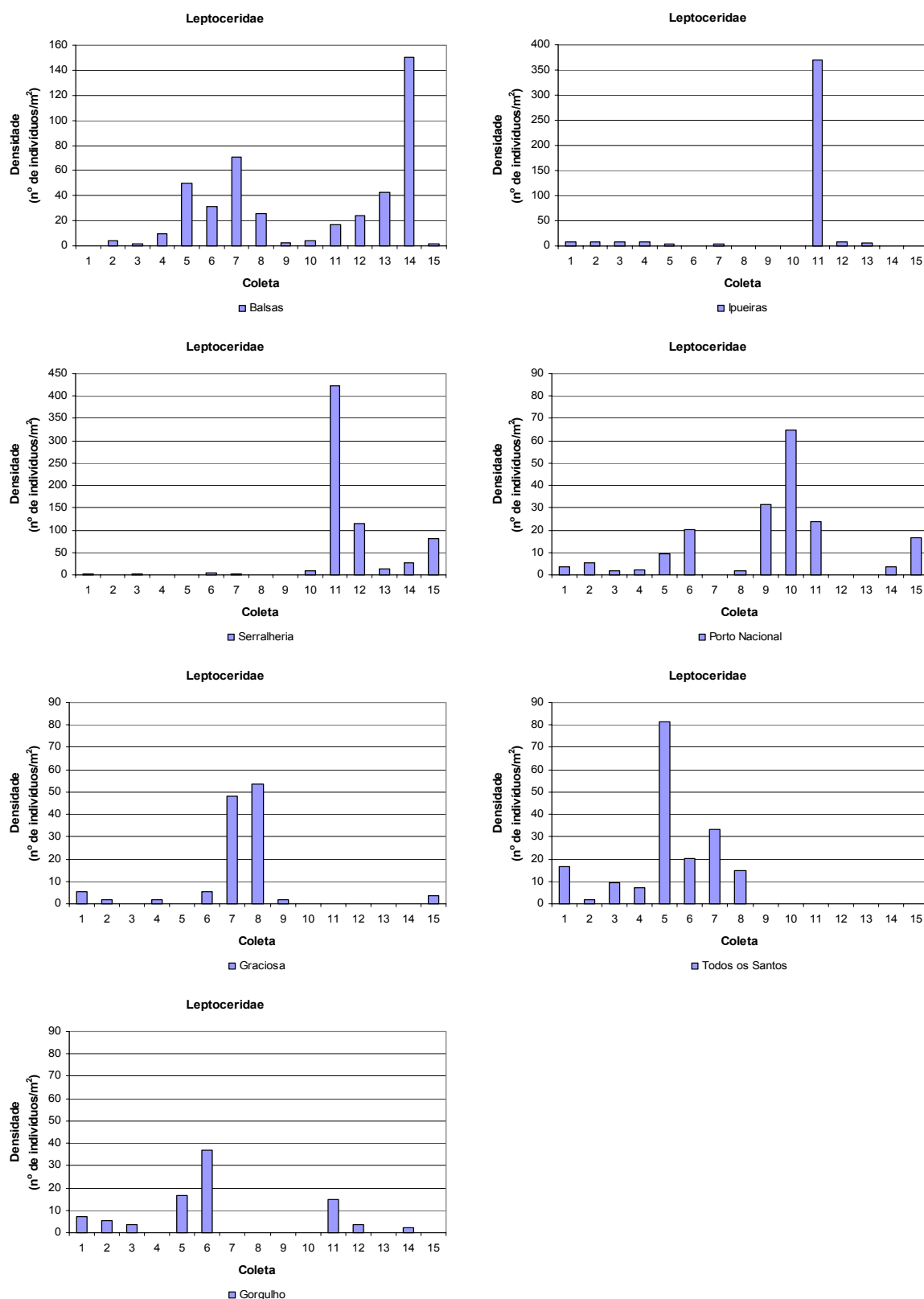


Figura 42. Variação dos valores de densidade de Leptoceridae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

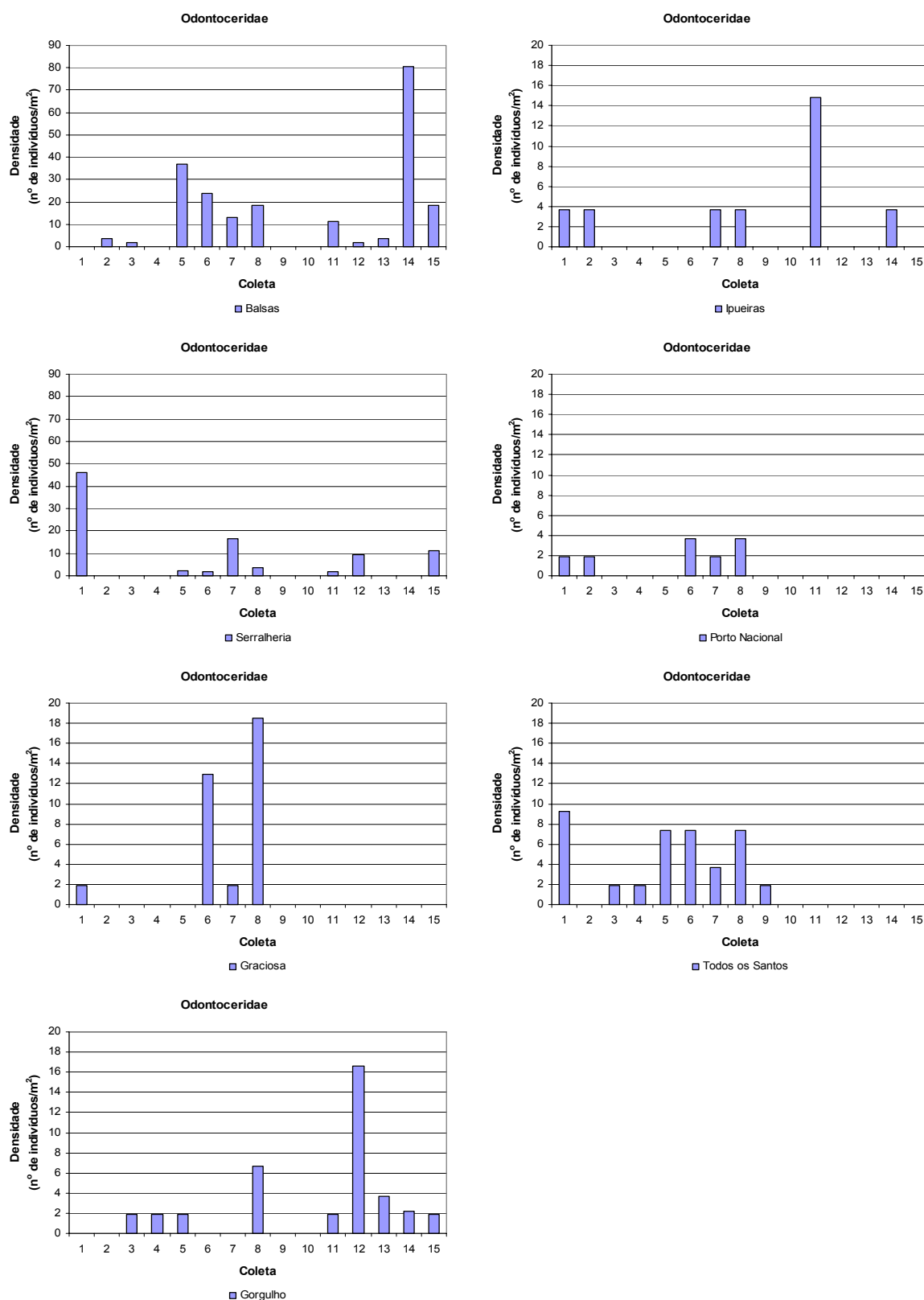


Figura 43. Variação dos valores de densidade de Odontoceridae (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

Os Gastropoda, na fase de pré-inundação não foram coletados na maioria dos pontos, somente foram encontrados em maior densidade no ponto Gorgulho (a jusante). Conforme pode ser observado na Figura 44, nas fases de enchimento e represa esse grupo de invertebrados surgiu em várias localidades em número expressivo, com ausência a partir da coleta 11 nos pontos Graciosa e Todos os Santos. No ponto Ipueiras não foi encontrado Gastropoda.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Gastropoda na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Balsas, Serralheria, Porto Nacional e, Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com aparecimento de Gastropoda principalmente na fase de enchimento ou represa. Com a formação da represa ocorreu o desaparecimento ou a redução significativa de Gastropoda em Graciosa, Todos os Santos e Gorgulho (anexos 06 e 07).

Os Pelecypoda foram amostrados na fase pré-inundação nos pontos Todos os Santos e Gorgulho. Com a formação da represa, nos pontos Balsas (a montante), Ipueiras e Serralheria (trecho represa), observou-se um aumento de pelecípodes (Figura 45), principalmente pelo aparecimento de uma espécie invasora do gênero *Corbicula*.

A análise de variância e teste Tukey realizados para os valores de densidade de Pelecypoda na interação ponto-coleta demonstram que os pontos Balsas, Ipueiras e Serralheria apresentaram diferenças significativas entre as fases pré-inundação e represa, com aparecimento de Pelecypoda principalmente na fase represa. Com a formação da represa ocorreu o desaparecimento ou a redução significativa de Pelecypoda em Graciosa e Todos os Santos (anexos 06 e 07).

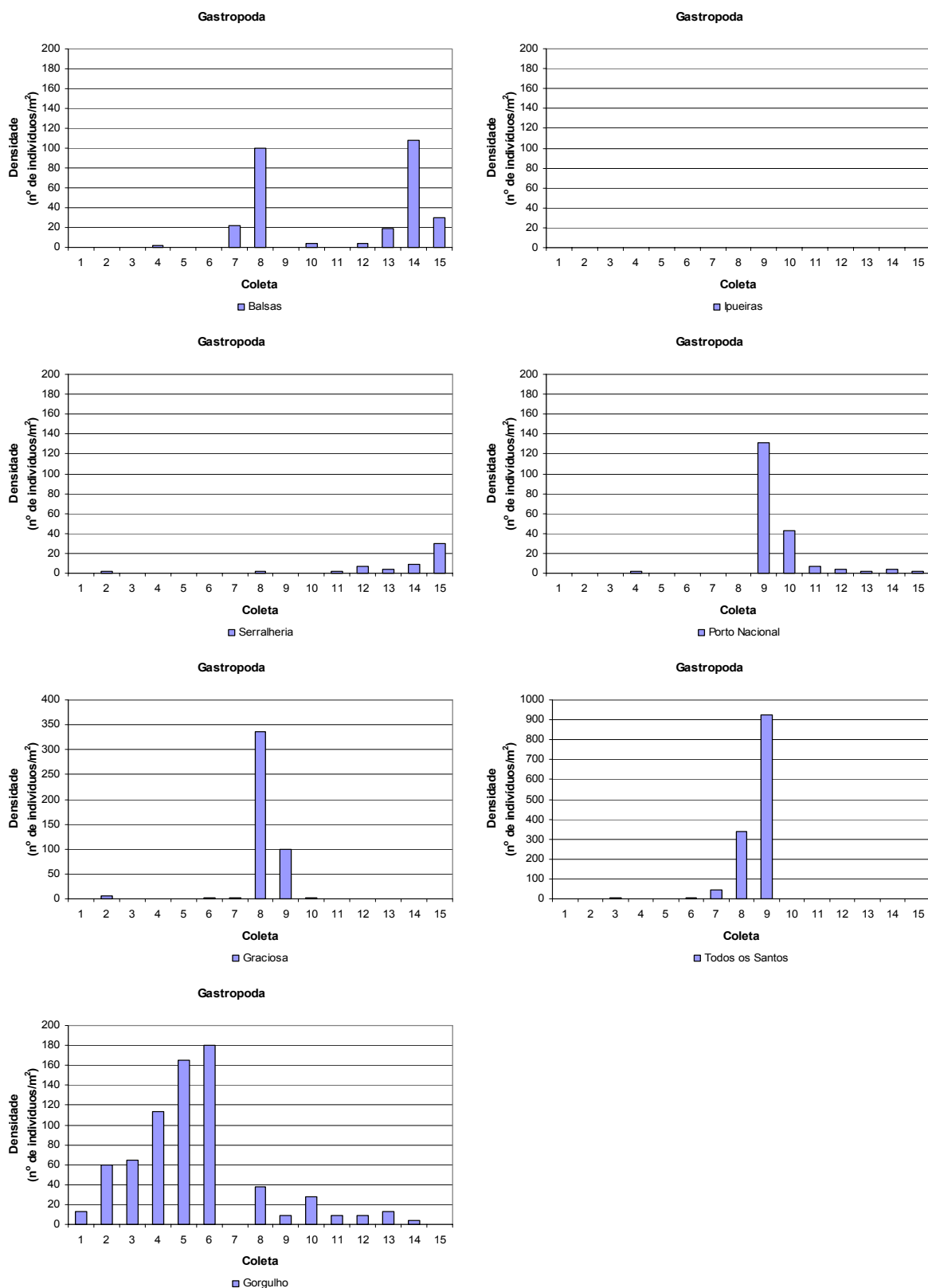


Figura 44. Variação dos valores de densidade de Gastropoda (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

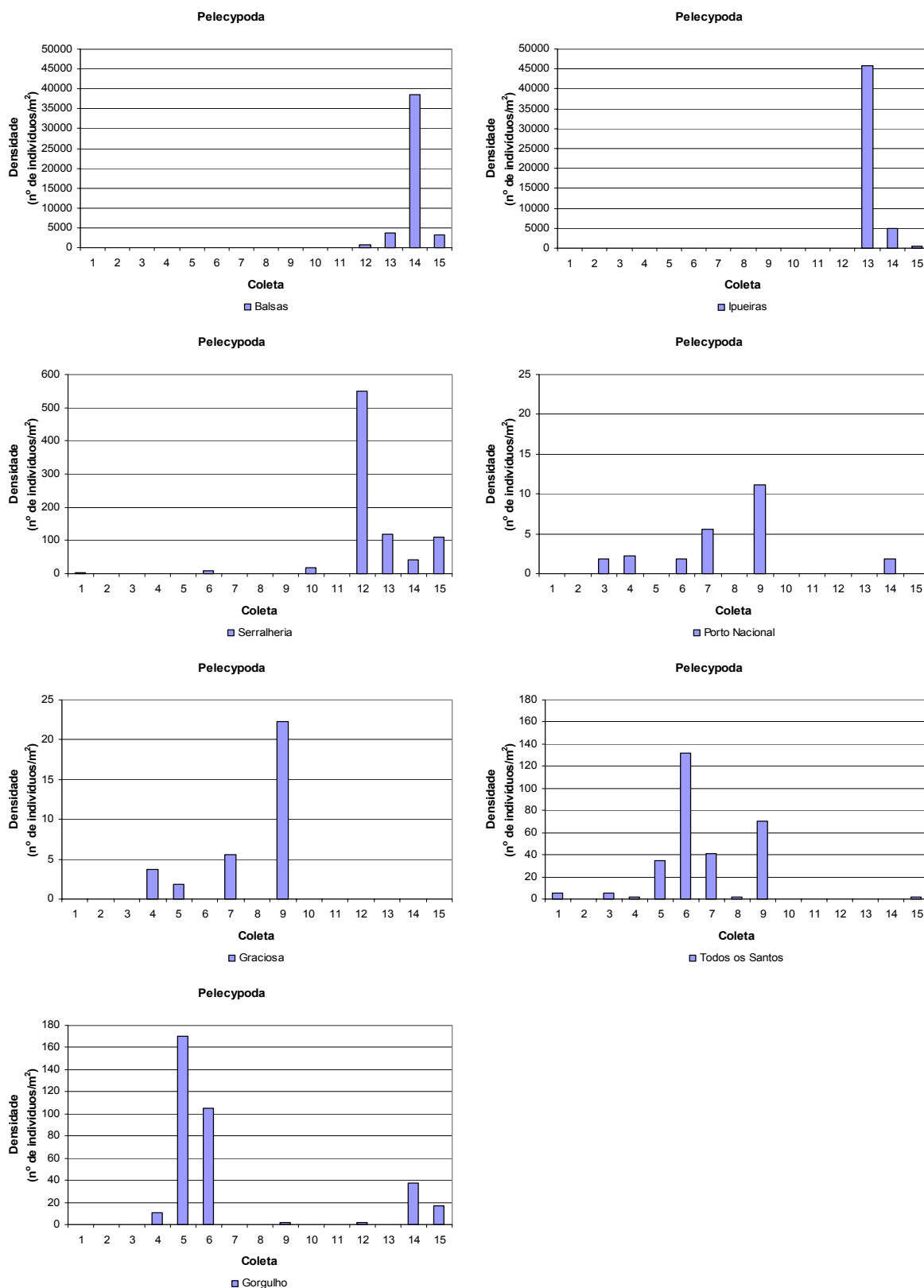


Figura 45. Variação dos valores de densidade de Pelecypoda (nº de indivíduos/m²) nos diferentes pontos de amostragem no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15).

4.2.4. Distribuição dos macroinvertebrados ao longo do Rio Tocantins nas diferentes fases da construção da UHE Luís Eduardo Magalhães

Os resultados das análises da fauna de macroinvertebrados bentônicos, nos pontos amostrados ao longo do Rio Tocantins, mostraram que na fase pré-inundação a comunidade bentônica era muito semelhante, ou seja, com a participação e predominância dos mesmos grupos taxonômicos, destacando-se Oligochaeta, Chironomidae e Ceratopogonidae (Diptera), Ephemeroptera, Trichoptera e Elmidae (Coleoptera), sendo a maioria representada por grupos característicos de ambientes lóticos. Vale ressaltar também a presença de Plecoptera, embora com densidade menor.

Nas fases de enchimento e formação da represa, observou-se modificações na composição faunística dos locais em estudo num grau crescente na direção a montante-barragem.

Nos pontos Balsas e Ipueiras, os resultados indicaram que a estrutura da comunidade e as alterações decorrentes do represamento da água do Rio Tocantins foram semelhantes. Em ambos observou-se a predominância de Oligochaeta, Chironomidae e Ceratopogonidae (Diptera), Ephemeroptera, Trichoptera e Elmidae durante todo o estudo, com algumas oscilações na densidade, mais relacionadas com as estações climáticas, especialmente nas fases de pré-inundação (coletas 1-6) e enchimento (coletas 7 e 8). Foram constatadas alterações a partir da 9ª coleta, evidenciando-se a redução da densidade total de organismos especificamente neste período. Após a formação da represa, na 12ª coleta, registrou-se pelecípodes, representados por uma espécie invasora do gênero *Corbicula sp.*, que se tornou predominante nesses locais (figuras 46 e 47). No ponto Ipueiras (cabeceira da represa) muitos grupos característicos de ambientes lóticos desapareceram com a formação da represa, com destaque para os Diptera das famílias Simuliidae e Empididae, Plecoptera, e muitos Trichoptera e Ephemeroptera.

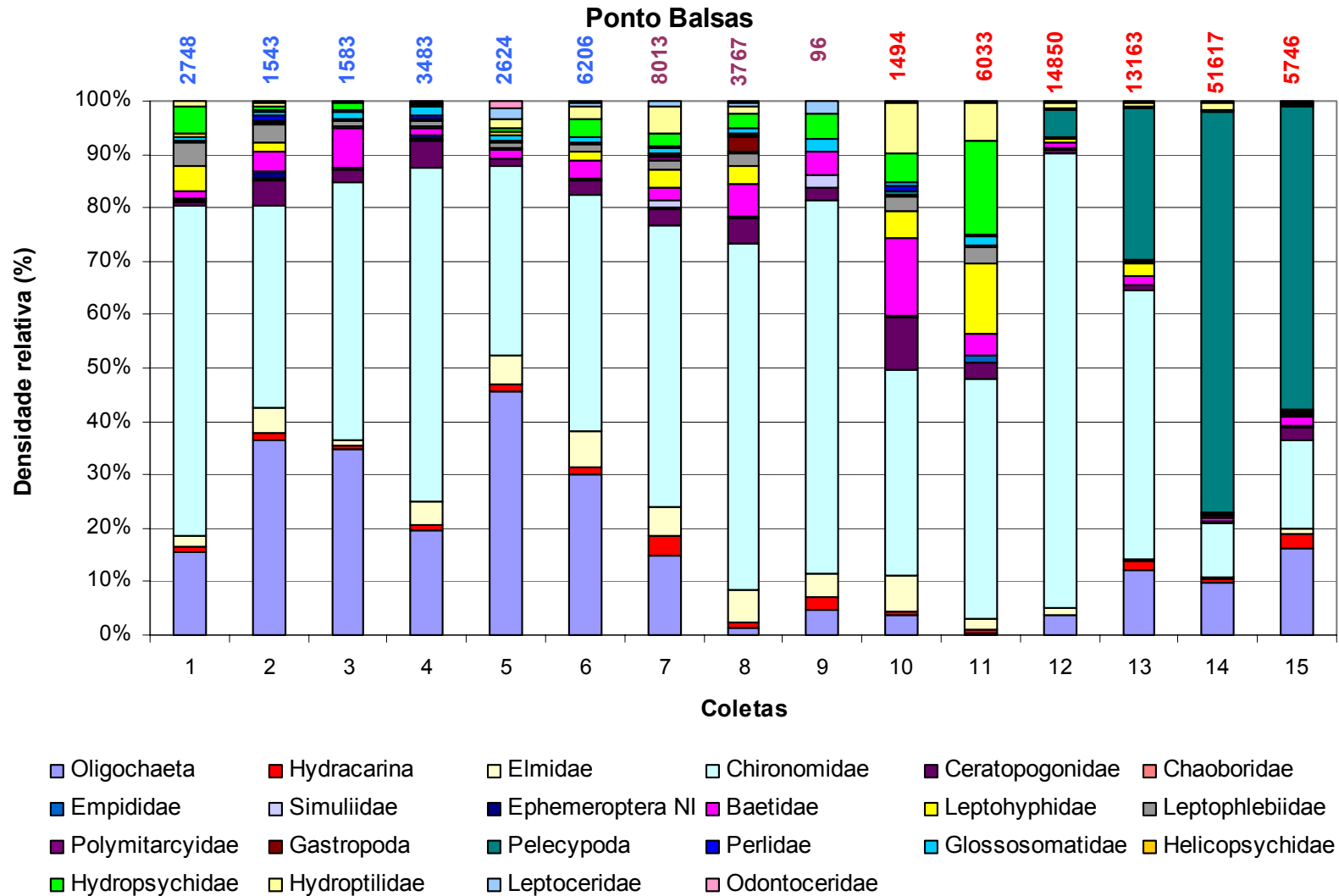


Figura 46. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Balsas no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

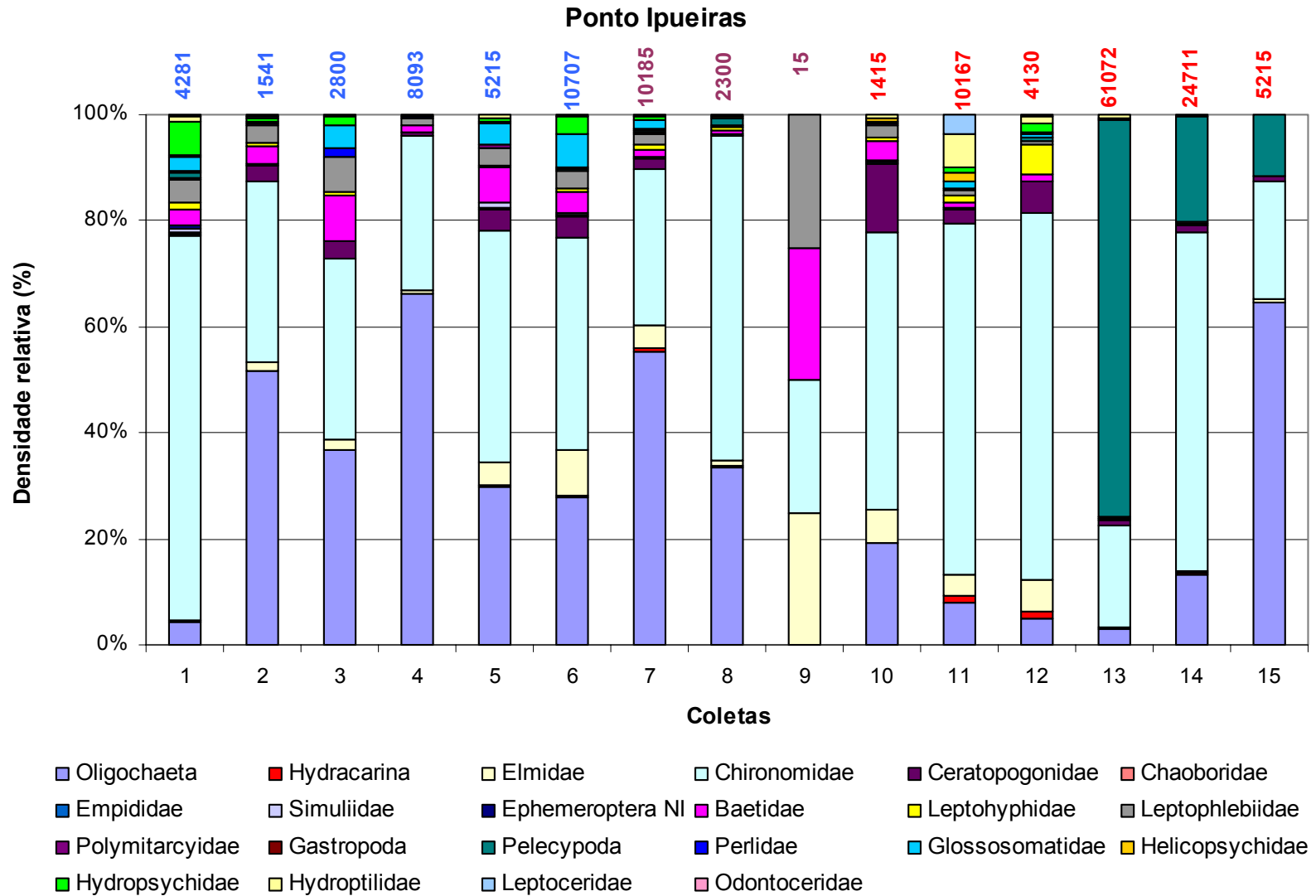


Figura 47. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Ipueiras no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

No ponto Serralheria, em geral a distribuição dos grupos taxonômicos nas fases pré-inundação e enchimento foram semelhantes, já na fase represa, os resultados indicaram modificações, com o desaparecimento de alguns grupos de invertebrados, particularmente Plecoptera, alguns Diptera, Trichoptera e Ephemeroptera além da colonização por bivalves do gênero *Corbicula sp.*, embora em menor densidade que nos pontos anteriores (Balsas e Ipueiras). Ainda, verificou-se um aumento na densidade de ácaros aquáticos (Hydracarina), Chironomidae e Ceratopogonidae, e uma redução na abundância de Oligochaeta (Figura 48).

No ponto Porto Nacional, a composição da comunidade dos invertebrados nas fases pré-inundação e enchimento também foram semelhantes ao observado nos outros locais, com diversos grupos taxonômicos característicos de sistemas lóticos. Na fase represa, os resultados demonstraram alterações como o desaparecimento da maioria dos Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera e Elmidae, o aparecimento de Gastropoda e o aumento de densidade de um Trichoptera (Leptoceridae) (Figura 49).

Nos pontos Graciosa e Todos os Santos, as alterações na composição faunística pode ser constatada já na fase de enchimento, coletas 7, 8 e 9, com o desaparecimento dos diversos grupos taxonômicos característicos de sistemas lóticos, como Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (figuras 50 e 51) e a colonização por Gastropoda cuja participação relativa aumentou na 8ª e 9ª coletas, entretanto praticamente desaparece nos períodos sucessivos. Ainda nesses locais, registrou-se o aparecimento de Chaoboridae (Diptera), característico de sistema lântico e tolerantes a concentrações baixas de oxigênio dissolvido, a partir da 11ª coleta.

No ponto Gorgulho, há uma diversidade de grupos taxonômicos, com predominância de Chironomidae e Oligochaeta, outros grupos como os efemerópteros, tricópteros, elmídeos e outros dípteros alternaram em predominância nas diferentes coletas depois do represamento, com uma participação relativa menor (Figura 52). Os invertebrados da ordem Plecoptera e Simuliidae desapareceram com a formação da represa e na 15ª coleta Chaoboridae teve a segunda maior participação relativa, seguindo os Chironomidae. As densidades nas fases pré-inundação, enchimento e represa (números em azul, roxo e vermelho) variaram sazonalmente com valores maiores nos períodos de seca, assim como para os demais pontos amostrados, a menor densidade foi verificada na 9ª coleta.

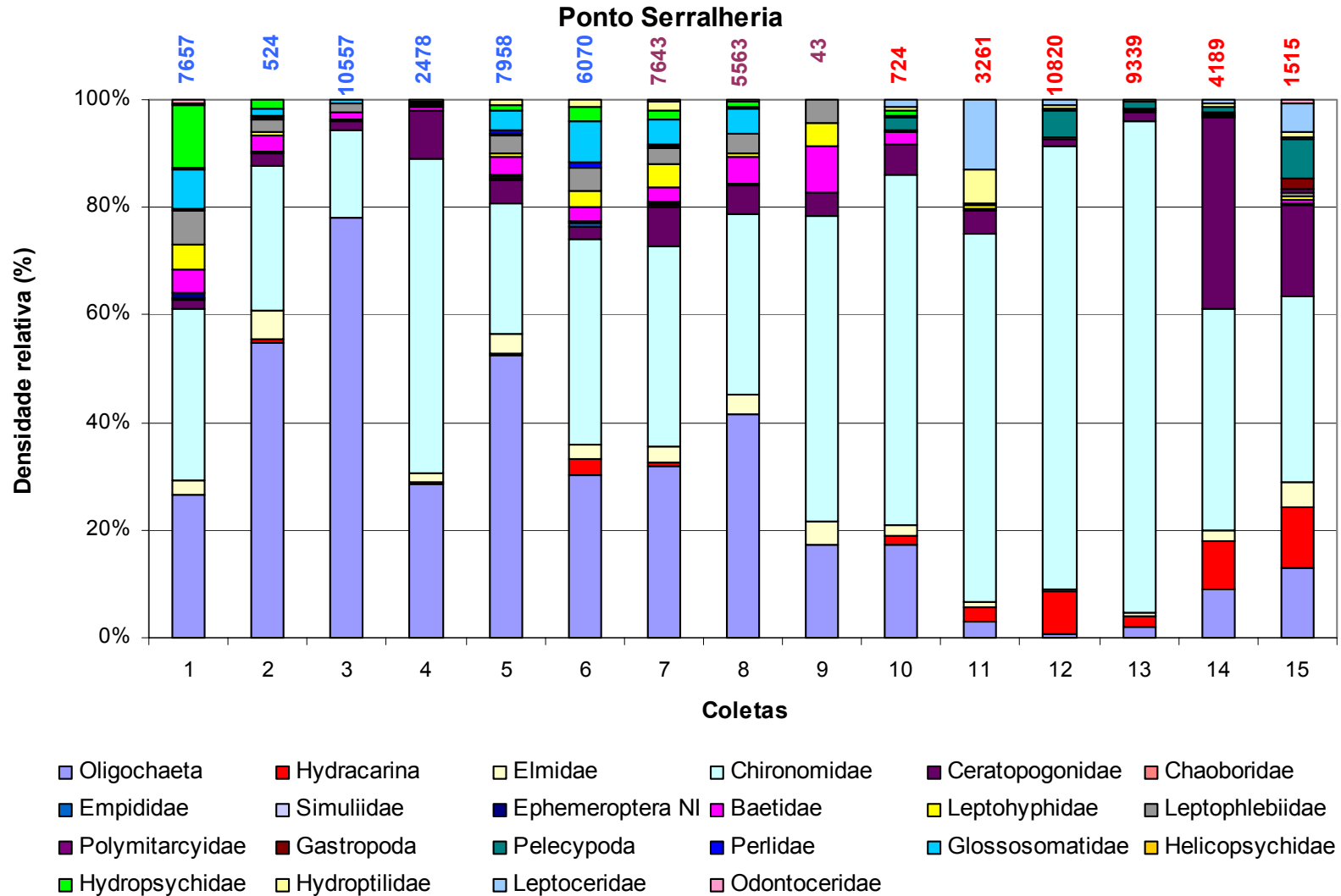


Figura 48. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Serralheria no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

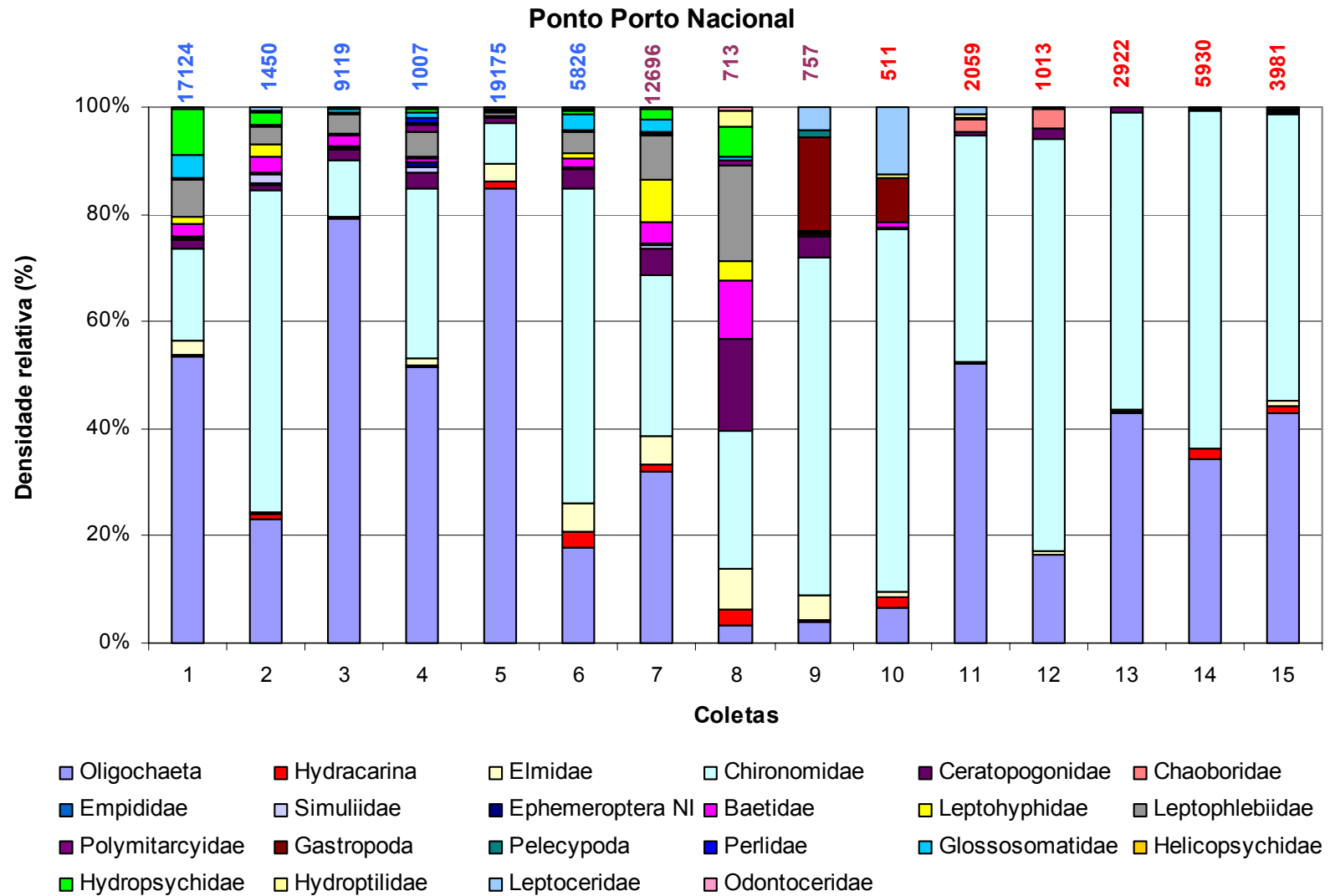


Figura 49. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Porto Nacional no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

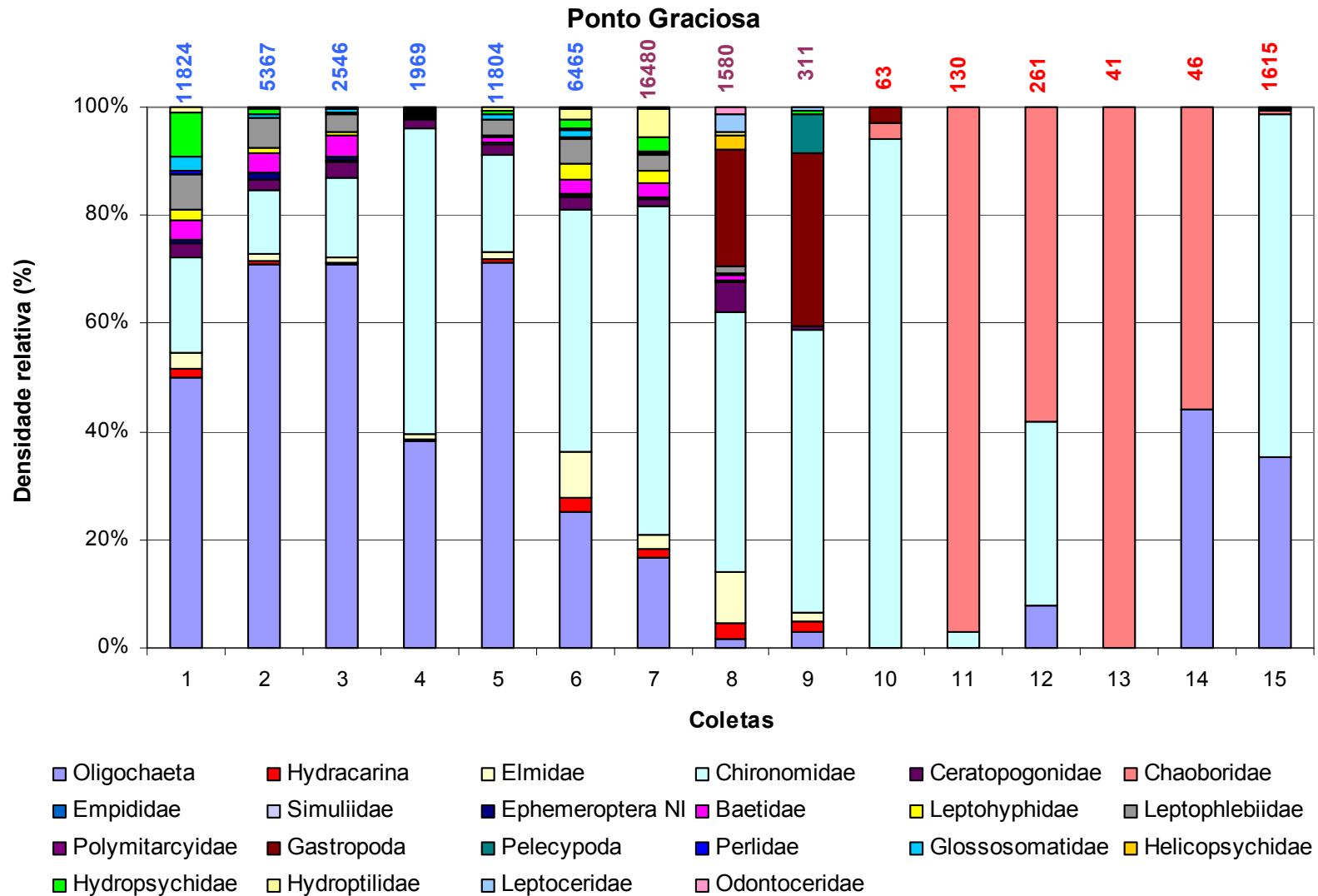


Figura 50. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Graciosa no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

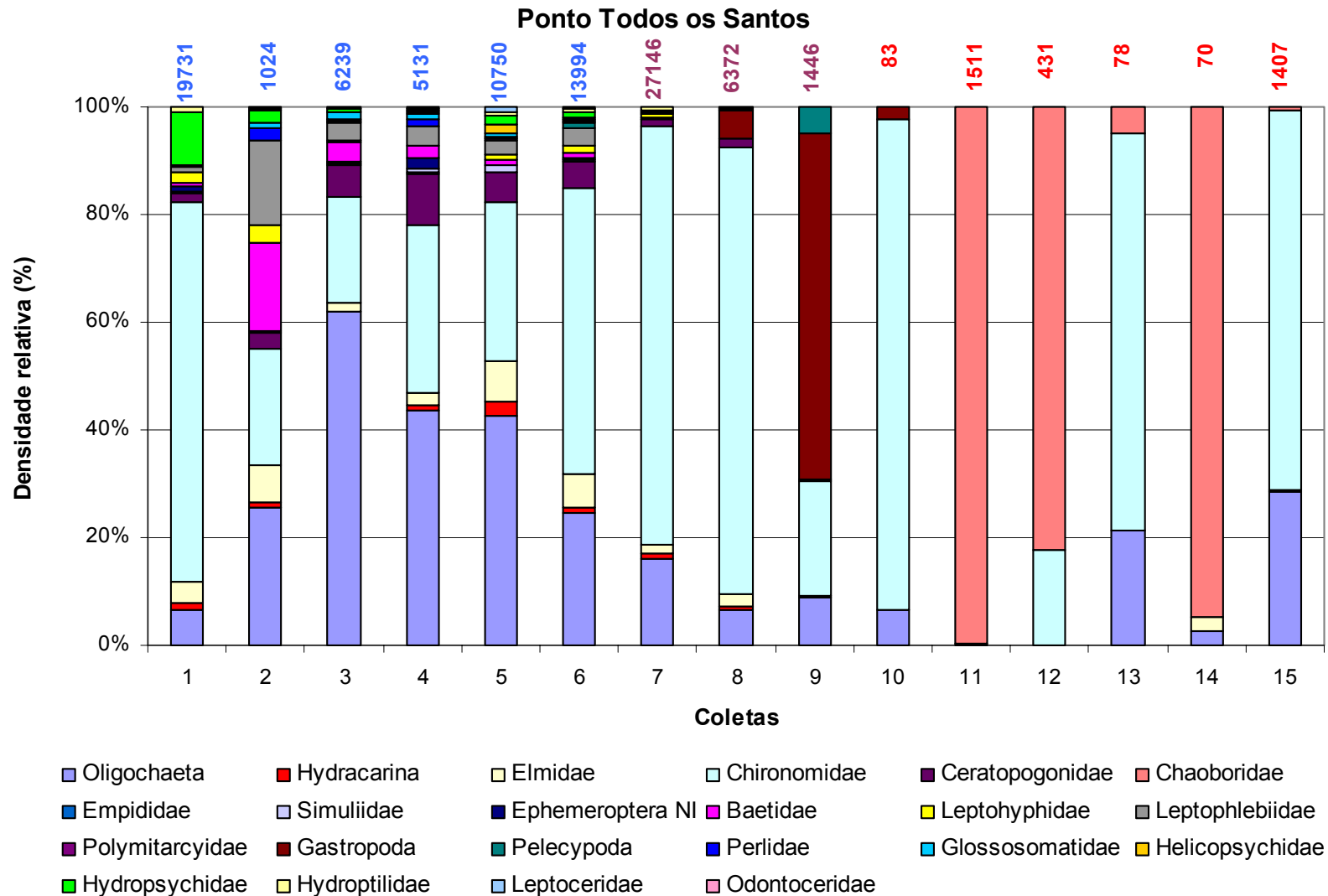


Figura 51. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Todos os Santos no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

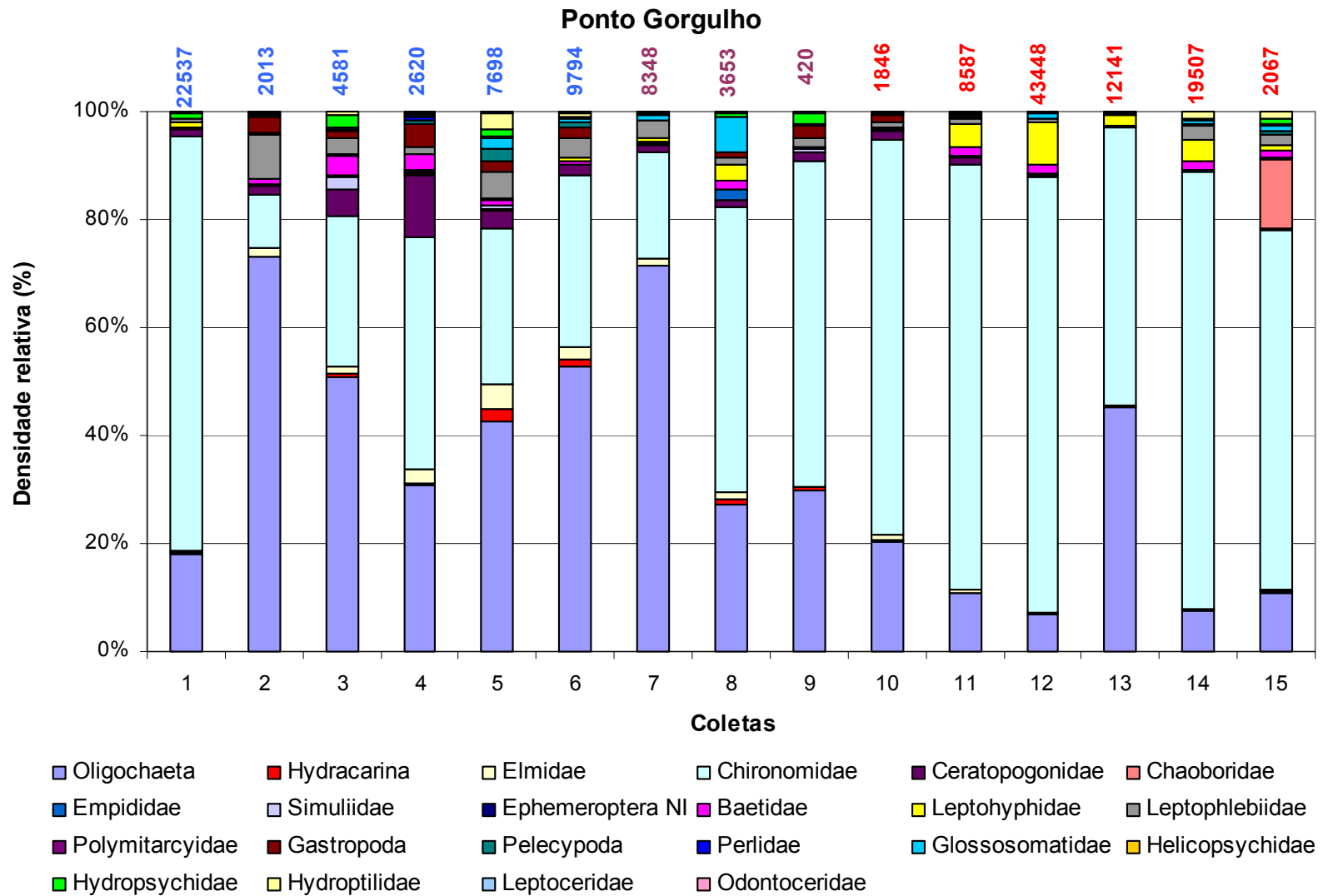


Figura 52. Participação relativa (%) e densidade (nº de indivíduos/m²) de macroinvertebrados bentônicos no ponto Gorgulho no Rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003, nas fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15). Os valores de densidade nas fases de pré-inundação estão em azul, de enchimento em roxo e de represa em vermelho.

Uma vez verificada a alteração da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em diferentes pontos e fases da implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães no Rio Tocantins, a análise de Cluster foi realizada para checar a semelhança entre a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos e definir grupos (Figura 53). Através desta análise observou-se a formação de grupos baseado no nível de alteração decorrente da construção da hidrelétrica, com um grau crescente de modificação, onde as siglas em azul correspondem aos pontos na fase pré-inundação, em roxo se referem aos pontos na fase de enchimento onde se inicia as alterações e em vermelho na fase represa onde ocorrem as maiores modificações. A análise de Cluster dos dados biológicos indicou a formação de três grupos: (1) os pontos na fase pré-inundação (em azul) com espécies tipicamente de ambientes lóticos como Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e alguns Diptera (Simuliidae e Empididae); (2) os pontos na fase represa (em vermelho) e enchimento (em roxo) que apresentaram algumas alterações, onde algumas espécies de ambientes lóticos desapareceram como alguns Trichoptera, Ephemeroptera e Plecoptera; (3) os pontos na fase represa que sofreram as maiores alterações como Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos, onde os grupos predominantes foram Oligochaeta, Chaoboridae e Chironomini (Diptera). No primeiro grupo algumas unidades amostrais em vermelho estão misturadas com as unidades amostrais em azul, mas esses correspondem aos pontos mais a montante (Balsas e Ipueiras) na fase represa onde o nível de alteração é menor, o que explicaria a associação com os pontos na fase pré-inundação (em azul).

Os escores das espécies e das unidades amostrais obtidos pela análise de correspondência “detrended” (DCA) a partir dos valores de densidade de macroinvertebrados bentônicos foram representados graficamente para os dois primeiros eixos (figuras 54 e 55). Os invertebrados que ocorreram na fase pré-inundação e nos trechos de rio (montante e jusante) estão agrupadas à esquerda do quadro, os invertebrados da Classe Gastropoda e Pelecypoda (na parte superior) e da família Chaoboridae (à direita), estão separadas, representando os grupos que apresentam predominância na fase de enchimento e fase represa, respectivamente (Figura 54). Os quironomídeos e os oligoquetos estão centralizados, ocorrem tanto na fase pré-inundação como na fase represa, trecho de rio (montante e jusante) e trecho represa. A disposição das variáveis biológicas e das unidades amostrais nos dois diagramas bidimensionais (figuras 54 e 55) confirmam as diferenças na composição e distribuição da comunidade bentônica dos diferentes pontos ao longo do Rio Tocantins e nas diferentes fases de

implantação da usina hidrelétrica. Na DCA o autovalor não pode ser interpretado como proporção da variância explicada, para avaliar a eficiência de sua ordenação é recomendada o coeficiente de determinação. A DCA tem coeficiente de determinação (r^2) de 0.864 para os dois primeiros eixos.

Os dados de correlação dos dois eixos de DCA (Tabela 02) mostraram que Chaoboridae teve correlação positiva com o primeiro eixo e que Oligochaeta, Hydracarina, Elmidae, Chironomidae, Ceratopogonidae, Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Polymitacyidae, Perlidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae e Hydroptilidae tiveram uma correlação negativa. No segundo eixo Gastropoda e Pelecypoda estão relacionados positivamente. Os grupos de invertebrados Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera e Coleoptera (Elmidae) ocorrem principalmente em ambientes lóticos e/ou na fase pré-inundação e, os grupos de invertebrados Gastropoda, Pelecypoda e Chaoboridae se sobressaem principalmente depois do impacto (na fase de enchimento e/ou reservatório).

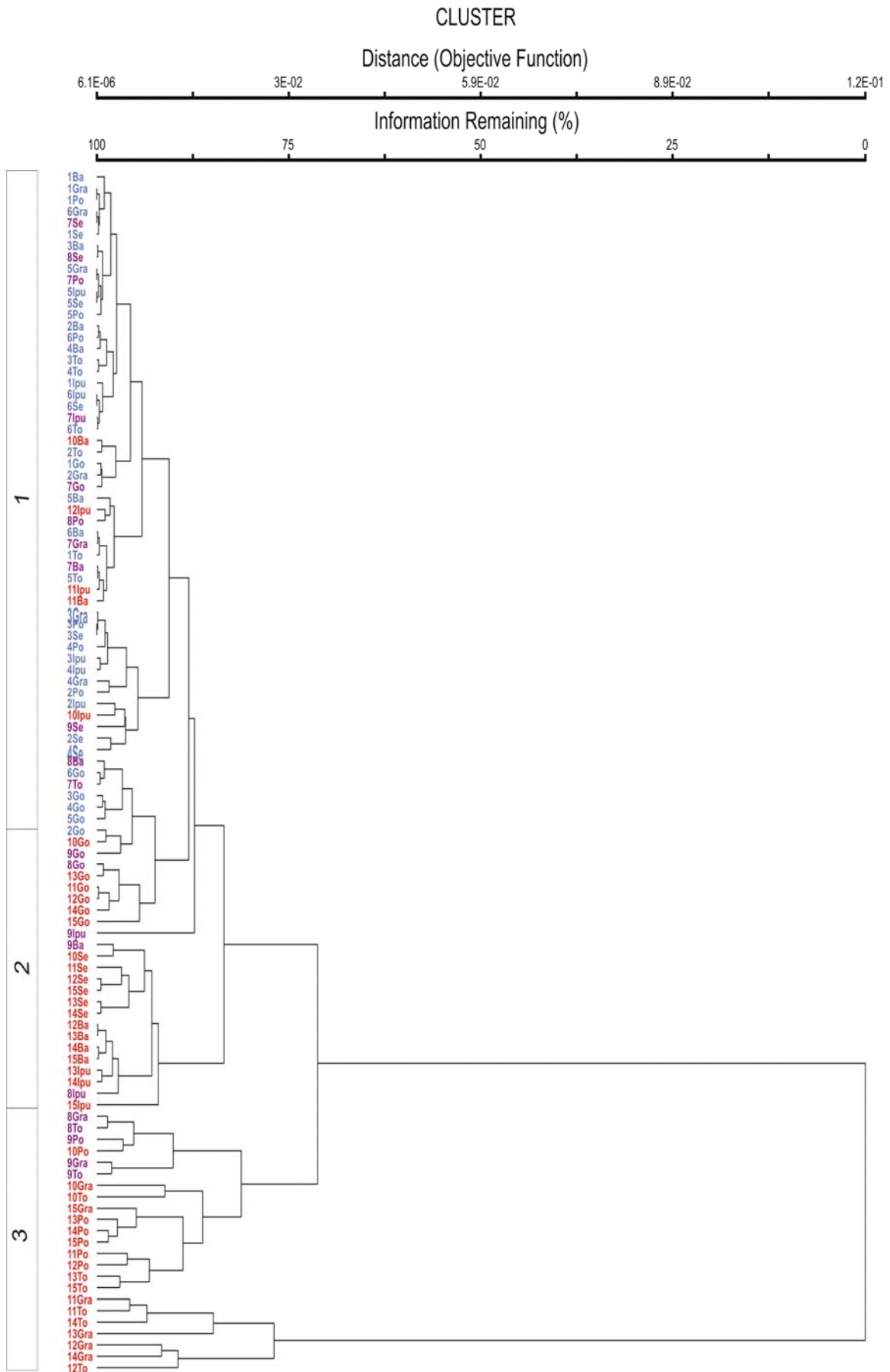


Figura 53. Dendrograma de similaridade entre amostras da comunidade bentônica de diferentes pontos do Rio Tocantins, em diferentes fases da implantação da UHE Luis Eduardo Magalhães. Sendo: Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa, To-Todos os Santos e Go-Gorgulho. As fases de pré-inundação (1-6), enchimento (7-9) e represa (10-15) estão representados em azul, em roxo e em vermelho, respectivamente.

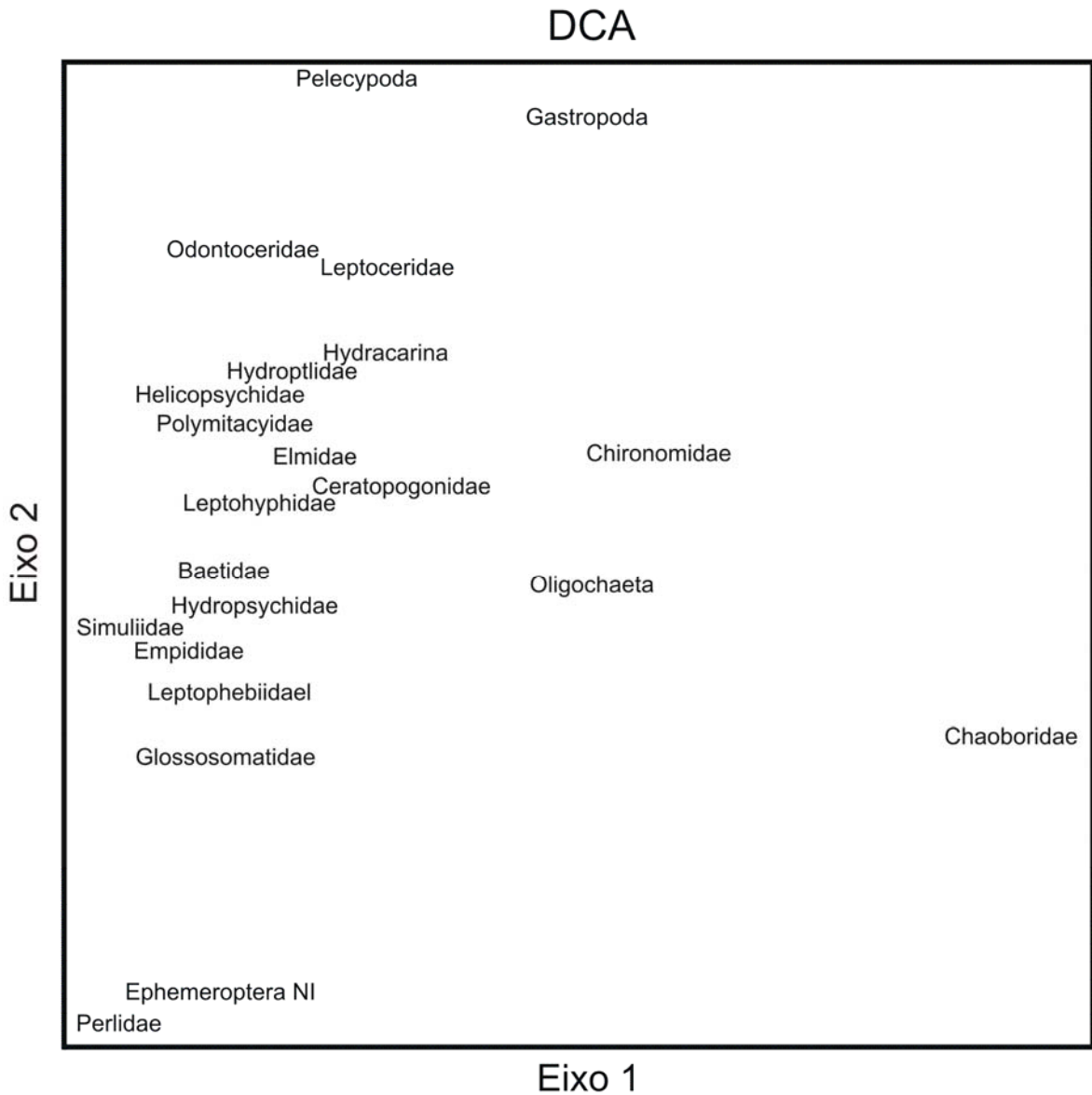


Figura 54. Ordenação da DCA dos taxa de invertebrados, a partir dos dados de densidade, obtidos nas coletas no rio Tocantins durante a construção da UHE Luís Eduardo Magalhães, no período de setembro/2000 a fevereiro/2003.

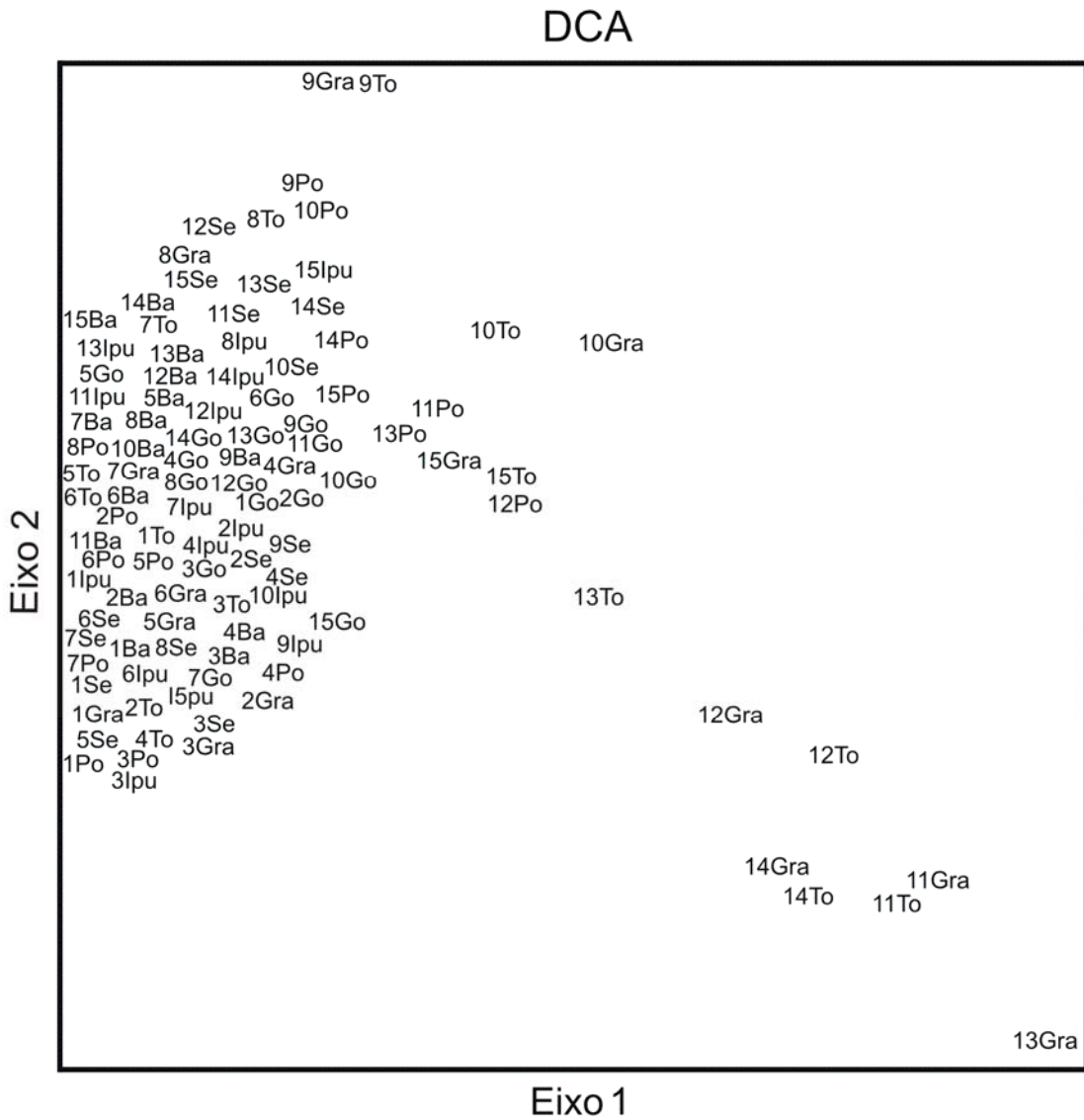


Figura 55. Ordenação da DCA das unidades amostrais, a partir dos dados de densidade de invertebrados, obtidos em coletas no rio Tocantins. Os números de 1 a 15 correspondem as coletas e as siglas com letras correspondem aos pontos de amostragem. Sendo Ba-Balsas, Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos.

TABELA 02. Valores de correlação de Pearson dos principais táxons de invertebrados nos dois primeiros eixos da DCA, com base nas amostras de densidade de macroinvertebrados coletadas no rio Tocantins (valores de correlação maiores que 0,50 foram considerados significativos).

Variáveis biológicas	Eixo I	Eixo II
Oligochaeta	-0,675	0,080
Hydracarina	-0,573	0,311
Elmidae	-0,745	0,117
Chironomidae	-0,726	0,440
Ceratopogonidae	-0,748	0,151
Chaoboridae	0,788	-0,365
Empididae	-0,484	-0,141
Simuliidae	-0,463	-0,171
Ephemeroptera NI	-0,466	-0,323
Baetidae	-0,763	-0,14
Leptohyphidae	-0,647	-0,027
Leptophlebiidae	-0,718	-0,242
Polymitarcyidae	-0,527	0,042
Gastropoda	-0,084	0,576
Pelecypoda	-0,229	0,476
Perlidae	-0,504	-0,356
Glossosomatidae	-0,601	-0,268
Helicopsychidae	-0,431	-0,006
Hydropsychidae	-0,643	-0,174
Hydroptilidae	-0,596	0,129
Leptoceridae	-0,353	0,43
Odontoceridae	-0,383	0,206

4.3 Análise das variáveis biológicas e ambientais

Pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), a ordenação de unidades amostrais e espécies é baseado na sua afinidade com as variáveis ambientais. Nesse caso, os valores de densidade (variáveis biológicas) de macroinvertebrados bentônicos e os valores de dados limnológicos (variáveis ambientais) nas mesmas unidades amostrais foram analisadas pela CCA e com o resultado foi montado um diagrama bidimensional (Figura 56).

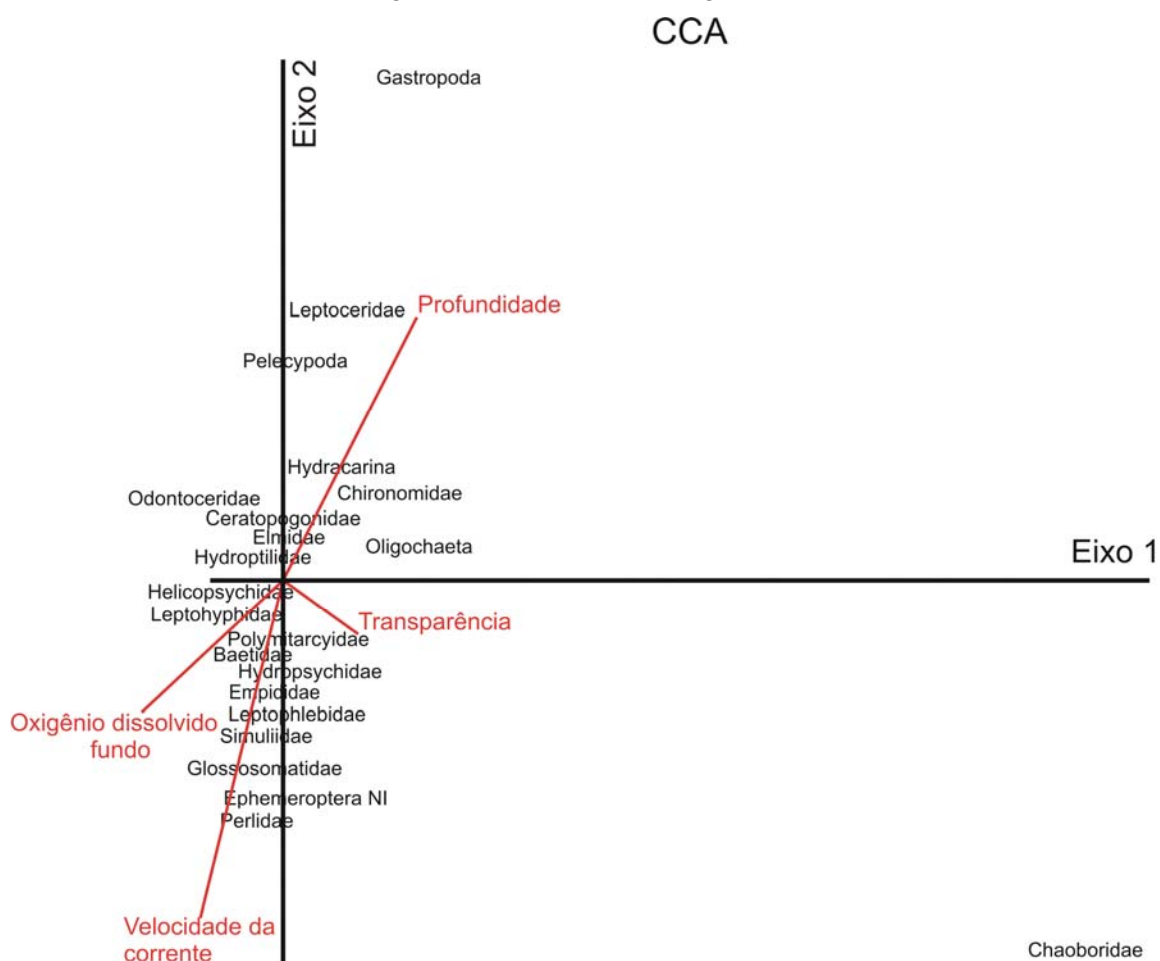


Figura 56. Análise de Correspondência Canônica (CCA) – diagrama de ordenação das variáveis biológicas e ambientais, a partir dos dados de densidade de macroinvertebrados e dados limnológicos obtidos no Rio Tocantins. Somente as variáveis ambientais com maiores valores foram plotadas.

A Figura 56 mostra a ordenação dos táxons de macroinvertebrados em função das variáveis ambientais. Pelos escores da ordenação das variáveis biológicas a maior contribuição positiva para o eixo I está relacionada aos invertebrados Chaoboridae, Gastropoda, Oligochaeta, Hydracarina, Chironomidae e Leptoceridae o restante contribui negativamente. No primeiro eixo a profundidade e

a transparência apresentaram correlação positiva e o oxigênio dissolvido da água do fundo negativa. Assim, os organismos Chaoboridae, Gastropoda, Hydracarina, Leptoceridae, Oligochaeta e Chironomidae estão relacionados aos maiores valores de profundidade e menores valores de oxigênio dissolvido do fundo e foram predominantes (em termos de densidade) principalmente na fase de enchimento e represa.

Os organismos que contribuem negativamente estão relacionados aos menores valores de profundidade e maiores teores de oxigênio dissolvido do fundo, e no geral ocorreram mais na fase rio (pré-inundação) ou nos pontos com características de ambientes lóticos. Invertebrados da classe Oligochaeta e Chironomidae ocorrem nas três fases, pré-inundação, de enchimento e represa, mas os morfotipos eram diferentes nas fases pré-inundação e represa.

No segundo eixo, Gastropoda está relacionado positivamente e os dípteros (Empididae e Simuliidae), os efemerópteros, plecópteros e alguns tricópteros como Hydropsychidae estão relacionados negativamente. No segundo eixo a profundidade apresentou correlação positiva e a velocidade da corrente negativa (Tabela 03). Dessa forma, Gastropoda está relacionado aos maiores valores de profundidade e menores valores da velocidade da corrente e foram predominantes principalmente na fase de enchimento e represa, e os que contribuíram negativamente estão relacionados aos menores valores de profundidade e maiores valores da velocidade da corrente e foram comuns na fase pré-enchimento (rio) em todos os pontos e nos trechos que mantêm as características lóticas após o represamento.

Como verificado anteriormente, pela análise de correlação simples, o oxigênio dissolvido na água de fundo contribuiu negativamente com o primeiro eixo e a profundidade positivamente. No segundo eixo, a velocidade da corrente e a profundidade contribuem respectivamente de forma negativa e positiva (Tabela 03). Pelos escores “biplot” das variáveis ambientais verificou-se que o oxigênio dissolvido do fundo, a profundidade e a velocidade da corrente apresentam maiores valores para a formação dos eixos (Tabela 03 e Figura 56).

A variância total (inércia) nos dados de espécies é de 0,6810. A razão de um autovalor para a variância total indica a proporção da variância explicada por um dado eixo da ordenação. Os dois eixos explicam 42,4% da variância observada. Como alguns criticam esse caminho, uma opção seria o coeficiente de determinação, que seria $r^2 = 0,644$ (Tabela 04).

Os autovalores dos primeiros eixos da CCA para macroinvertebrados (0,232 e 0,056, respectivamente) foram ambos significativos ($p < 0,001$; analisado usando teste de Monte Carlo). As correlações macroinvertebrados-ambiente para o eixo 1 da CCA (0,833) e o eixo 2 (0,743) foram altas, indicando a forte relação entre os macroinvertebrados e as variáveis ambientais.

TABELA 03. Valores de correlação e escores “biplot” das variáveis ambientais utilizados na Análise de Correspondência Canônica (CCA) para os dois primeiros eixos.

Variáveis ambientais	Correlação		Escores “biplot”	
	Eixo I	Eixo II	Eixo I	Eixo II
Profundidade	0,811	0,491	0,712	0,476
Velocidade da corrente	-0,497	-0,632	-0,437	-0,613
pH superficial	-0,244	-0,201	-0,215	-0,195
pH fundo	-0,380	-0,192	-0,334	-0,186
Condutividade superficial	-0,250	-0,287	-0,220	-0,279
Condutividade fundo	-0,250	0,301	-0,219	-0,292
Oxigênio dissolvido superficial	-0,417	-0,415	-0,366	-0,403
Oxigênio dissolvido fundo	-0,848	-0,246	-0,744	-0,238
Turbidez superficial	-0,080	0,233	-0,071	0,226
Turbidez fundo	-0,045	0,341	-0,040	0,331
Temperatura água superficial	0,251	0,137	0,221	0,133
Temperatura água fundo	0,051	0,076	0,045	0,074
Temperatura ar	0,146	0,019	0,128	0,019
Transparência	0,460	-0,102	0,404	-0,099
Material em suspensão	-0,200	-0,129	-0,176	-0,125

TABELA 04. Resultados estatísticos para os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada a partir dos valores de densidade de macroinvertebrados bentônicos e das quinze variáveis ambientais.

	Eixo I	Eixo II
Autovalores	0,232	0,056
Variância explicada (% acumulada)	33,7	42,4
Correlação das espécies-ambiente	0,833	0,743
Coefficiente de determinação R^2 (% acumulada)	0,618	0,644

Como resultado da Análise de Correspondência Canônica, tanto o coeficiente canônico como a correlação simples mostram que o oxigênio dissolvido do fundo apresentou o maior valor, indicando a importância dessa variável em estruturar a ordenação. A ordenação das amostras e das espécies é influenciada por sua afinidade à variável ambiental, oxigênio dissolvido do fundo. Dessa forma, a distribuição dos macroinvertebrados foi afetada pelos teores de oxigênio dissolvido do fundo principalmente, com influência da menor velocidade da corrente e maior profundidade.

5 DISCUSSÃO

Os rios possuem características próprias que podem ser definidas principalmente por fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos, hidráulicos, físicos, químicos e biológicos, os quais ocorrem e interagem dentro da bacia hidrográfica. Esses fatores podem apresentar alterações em seus valores que são definidos em escalas temporais e espaciais, bastante diferenciadas e, em geral variam muito de uma bacia hidrográfica para outra, de região para região, e de acordo com o grau e a forma de utilização das áreas de drenagem principalmente as atividades antrópicas.

Em consequência da construção de uma barragem, um sistema novo é formado ao longo do qual podem ser distintas três regiões num gradiente longitudinal em função dos teores de oxigênio dissolvido e turbulência: condição de rio ou fluvial, quando a concentração de oxigênio dissolvido e turbulência são semelhantes à situação original, região de transição, na qual observa-se menores valores de oxigênio dissolvido e de turbulência e, condição de reservatório ou lacustre, neste estabelece-se um gradiente vertical acentuado, com trocas gasosas restritas às camadas superiores e movimentos convectivos restritos (TUNDISI, 1988; SOBALLE et al., 1992; CALIJURI & OLIVEIRA, 1998).

Considerando-se essa classificação para a represa estudada neste trabalho podem ser identificados os seguintes trechos: (1) na condição de rio, o ponto Ipueiras; (2) na região de transição, os pontos Serralheria e Porto Nacional; e (3) na condição reservatório, os pontos Graciosa e Todos os Santos (Figura 57). A formação desse gradiente longitudinal foi gradual, podendo ser percebido ao final da fase de enchimento da represa. Observando-se o gradiente longitudinal, outras duas regiões podem ser identificadas neste trabalho e que não pertencem ao trecho represa, são os trechos a montante (ponto Balsas) e a jusante (ponto Gorgulho) da barragem. O ponto Balsas apesar de ser área controle, sofreu alterações com a formação da represa, mas retornou aos níveis pré-inundação em termos de densidade e riqueza taxonômica com modificação na composição. Com a formação da represa, no ponto Gorgulho formou-se um ambiente lótico diferente com gradiente de “recuperação”.

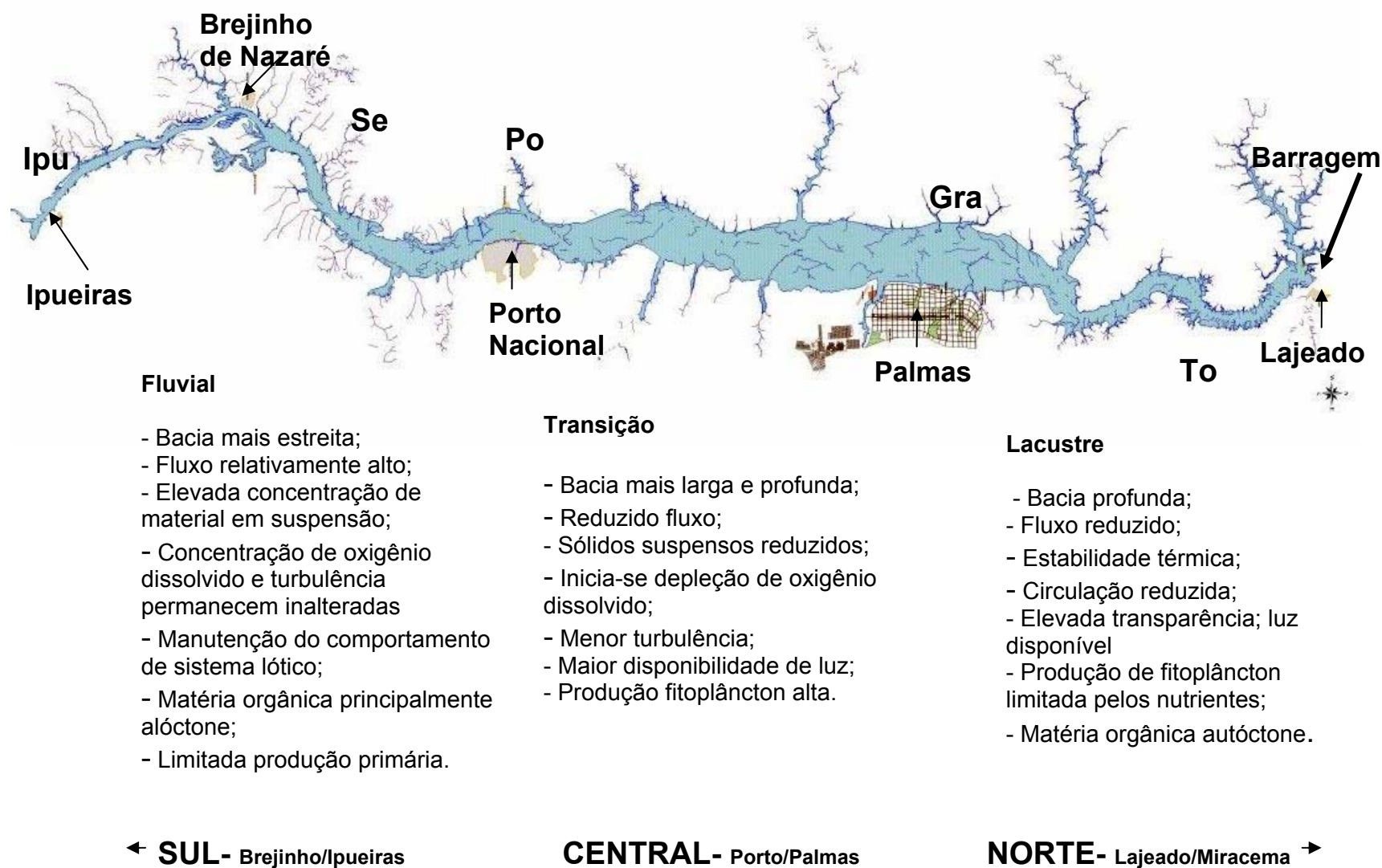


Figura 57. Gradiente longitudinal no Rio Tocantins na região de implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães, com o trecho represa dividido em três regiões: fluvial, transição e lacustre. Sendo Ipu-Ipueiras, Se-Serralheria, Po-Porto Nacional, Gra-Graciosa e To-Todos os Santos.

5.1 Variáveis ambientais

Segundo os resultados deste estudo, na fase anterior ao represamento, as variáveis ambientais e biológicas apresentavam alterações de seus valores em uma escala temporal conforme as estações climáticas. Para a região considerada, são definidas duas estações climáticas: uma chuvosa, com temperatura mais elevada, de outubro a março, e outra seca, com temperatura mais amena, de abril a setembro.

Na região de influência da UHE Luís Eduardo Magalhães os valores médios anuais de chuva variam de 1500-2000mm, sendo que 85% do total anual concentram-se de outubro a março e apenas 15% distribui-se no período de abril a setembro (THEMAG, 1996).

A vazão é uma variável que, em geral, está diretamente relacionada com a precipitação. Neste trabalho, os resultados de vazão do rio, referente à fase pré-inundação, confirmam esta afirmação. Entretanto, na fase represa, a vazão nesse trecho do rio passou a ser controlada pela operação da usina hidrelétrica.

Entre os resultados dos valores das variáveis ambientais obtidos, os que apresentaram maiores alterações com a formação da represa foram: profundidade, velocidade da corrente, pH, concentração de oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e transparência da água, material em suspensão e substrato do fundo. Ainda, outras variáveis: alcalinidade, dureza, demanda bioquímica de oxigênio, variáveis bacteriológicas (coliformes totais e fecais), nutrientes inorgânicos e carbono dissolvido bem como análise do fitoplâncton e zooplâncton, foram analisadas e discutidas por REIS-PEREIRA (2002), a partir de estudos realizados durante a construção da barragem da UHE Luís Eduardo Magalhães.

O processo de enchimento da represa foi lento, conforme pôde ser constatado pelos resultados das alterações dos valores da profundidade e da velocidade de corrente, nos diferentes pontos de amostragem, particularmente naqueles mais distantes da barragem os últimos a serem inundados. Da fase pré-inundação à fase represa os valores de profundidade aumentaram na direção montante jusante, ficando o trecho mais profundo localizado mais próximo da barragem, particularmente entre os pontos Graciosa e Todos os Santos, portanto, à medida que este se distancia da barragem a profundidade diminui na direção inversa nos pontos Porto Nacional, Serralheria, Ipueiras, este último manteve características lóticis. Essa forma de perfil batimétrico-hidrológico se deve ao tipo de barramento, em terreno com desnível pouco acentuado, o que faz dos

reservatórios diferentes dos lagos naturais, onde a região mais profunda encontra-se, geralmente, na região central do corpo de água (BAXTER, 1977).

A construção de barragens em rios geralmente resulta em importantes transformações ecológicas, incluindo mudanças na morfometria do canal principal e variações nas condições de fluxo do rio, tais como redução da velocidade da água e aumento da profundidade na região da barragem (JORCIN & NOGUEIRA, 2005). Segundo BIANCHINI Jr. (1999), os represamentos dos cursos d'água promovem atenuações significativas nas velocidades de corrente para a formação de reservatórios, transformando o sistema com características semelhantes a ambientes lacustres.

Segundo SOBALLE et al. (1992), a diferença na velocidade da corrente, turbidez, material em suspensão, transparência, secção transversal maior ou menor da bacia, produtividade de fitoplâncton, fornecimento de matéria orgânica e disponibilidade de luz e nutrientes determinam a zonação longitudinal ao longo de um rio represado.

De acordo com os resultados deste trabalho e com base nas descrições acima os pontos Todos os Santos e Graciosa destacaram-se pelas maiores transformações, adquirindo características de sistemas lânticos. Entretanto, os pontos Serralheria e Porto Nacional também tiveram alterações na velocidade da corrente superficial, com valores mais baixos no período de seca e no período chuvoso houve um aumento no valor desta variável. Portanto, estes pontos podem ser considerados como zona de transição entre os sistemas fluvial e represa. Dessa forma, o ponto mais a montante da represa, Ipueiras, manteve valores altos de velocidade da corrente, permanecendo com propriedades de rio.

A temperatura da água é um reflexo da temperatura atmosférica da região da bacia hidrográfica e, nos rios de grande porte, que se localiza a uma distância considerável das cabeceiras, a temperatura média mensal da água corresponde aproximadamente à média mensal da temperatura do ar, em um determinado trecho considerado (HYNES, 1970).

Os valores de temperatura da água do Rio Tocantins estiveram sempre acima de 25°C, com pequenas oscilações durante o ano. Em média, os resultados indicaram um aumento da temperatura da água de um a dois graus Celsius depois do represamento, particularmente nos pontos mais próximos à barragem, se comparados com fase pré-inundação.

Segundo REIS-PEREIRA (2002), o aquecimento da água superficial na represa da UHE Luís Eduardo Magalhães está diretamente relacionado com a

temperatura do ar e influenciado pela energia cinética do vento e pela profundidade do sistema. O trecho da represa onde estão localizados os pontos Todos os Santos e Graciosa é o de maior profundidade, localizados em uma área bem encaixada e protegida de ventos, motivo pelos quais pequenas amplitudes de variação da temperatura são suficientes para a determinação de sua estabilidade.

Ainda, a mesma pesquisadora detectou a ocorrência de termoclina temporária junto à barragem, a qual relacionou com o aquecimento da água superficial, isto durante a fase final de enchimento da represa. A termoclina está relacionada com a estabilidade da coluna d'água, ou seja, com a maior resistência à mistura das camadas superiores com as inferiores (WETZEL, 1993).

A termoclina é a camada que separa o epilímnio, ou seja a camada eufótica, do hipolímnio, camada mais profunda, e é caracterizado por um gradiente térmico acentuado (MÜLLER, 1995). MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI (2002) afirmam que a estratificação pode ocorrer em lagos tropicais rasos, mas esta pode ser interrompida pela ação de ventos.

REIS-PEREIRA (2002) afirmou que a completa homogeneização térmica na represa, foi detectada em período chuvoso, quando a elevação da velocidade do vento permitiu uma completa circulação da coluna d'água. O mesmo fenômeno pode também ser explicado pelo esfriamento súbito da água superficial em contato com a chuva.

O rompimento da termoclina em sistemas lênticos pode ser favorecido pela entrada de afluentes, caso as águas sejam mais frias e, dessa forma pode ocorrer a circulação da água possibilitando a oxigenação do fundo.

Durante a fase de enchimento da UHE Serra da Mesa, também no Rio Tocantins, no estado de Goiás, observou-se a reoxigenação da água do fundo daquela represa, mas neste caso, pela penetração de cunha fluvial suspendendo o hipolímnio anóxico (FILIPPO et al., 1999).

O oxigênio dissolvido na água é uma das variáveis limnológicas mais importantes, tanto para a caracterização dos ecossistemas aquáticos como para a manutenção de sua biocenose. As principais fontes desse gás na água são a atmosfera, através da difusão pela superfície, e a atividade fotossintética realizada pelos organismos produtores, sendo a concentração, em geral, dependente da temperatura e da pressão atmosférica (ESTEVES, 1988). Por outro lado, os principais fatores que levam à redução nos teores de oxigênio dissolvido na água são os processos de decomposição da matéria orgânica, respiração dos

organismos aquáticos, perdas pela superfície e oxidação de íons metálicos (WETZEL, 1975; ESTEVES, 1988).

Neste estudo foram observadas alterações nas concentrações de oxigênio dissolvido durante a formação da represa, principalmente na água do fundo nos pontos do trecho represa, decrescendo em direção à barragem e, também em algumas coletas no trecho a jusante da barragem. Quando ocorreu a formação do reservatório, nos trechos mais próximos da barragem o nível de oxigênio diminuiu significativamente, a água do fundo e o sedimento apresentavam um odor característico de enxofre provavelmente pela formação de gás sulfídrico. A jusante da barragem no ponto Gorgulho também foi possível perceber este odor. Na última coleta, deste estudo, esse odor desapareceu.

Com o fechamento da barragem ocorreu a inundação da área do entorno recobrando a vegetação, pelo aumento do nível de água, e uma redução significativa da velocidade da correnteza da água. Esses fatores agregados à baixa luminosidade no fundo, ao aumento da temperatura, à ausência de circulação da coluna d'água e decomposição da vegetação, contribuíram na redução do oxigênio dissolvido na água do fundo nesse ambiente recém criado. Com isso, constatou-se que a concentração de oxigênio dissolvido no fundo da represa é função da proximidade da barragem, da sazonalidade e da operação da usina hidrelétrica. Os resultados deste trabalho mostraram que na fase represa a situação do reservatório em relação ao oxigênio foi mais crítica.

Em represas, a fitomassa inundada, ao se decompor, consome grande parte do oxigênio dissolvido, gerando déficits, principalmente no hipolímnio (ESTEVES, 1988), como observado na represa da UHE Luís Eduardo Magalhães.

Para MORENO (1996), a decomposição da matéria orgânica da floresta inundada pela construção da represa de Balbina, na Amazônia, foi determinante nos mecanismos de funcionamento daquele sistema, cujas variáveis limnológicas apresentaram variações durante o enchimento.

Em grandes barragens, durante os primeiros anos após o enchimento do reservatório, há um consumo elevado de oxigênio devido à decomposição da vegetação inundada (SCHAEFFER, 1986; GUNKEL et al., 2003). Na represa da UHE Luís Eduardo Magalhães, na fase final de enchimento, a estratificação temporária dificultou a circulação na coluna d'água devido à total ausência de ventos que, juntamente com a decomposição da matéria orgânica, acarretou na redução do oxigênio dissolvido com a profundidade. No entanto, os influxos a partir

dos tributários também influenciaram na presença desse gás ao longo da represa (REIS-PEREIRA, 2002).

Segundo ESTEVES (1988), a concentração de matéria orgânica, somada às altas temperaturas, contribui decisivamente para o grau de desoxigenação da água, mais do que a permanência do período de estratificação térmica. Dependendo da profundidade e da temperatura das águas, surgirá a estratificação térmica, produzindo camadas com volumes de sedimentação da matéria orgânica, gerando, em um sistema fechado, o empobrecimento das águas; as conseqüências físicas e químicas mais notáveis dessa estratificação são os aumentos de H₂S e a redução do oxigênio no hipolímnio (MULLER, 1995). Além da desoxigenação da coluna de água, a presença em altas concentrações no hipolímnio de gás sulfídrico (gás do pântano) e metano são desfavoráveis para a fauna aquática, a presença de gás sulfídrico pode ser percebida pelo seu odor característico (ESTEVES, 1988). Segundo PRAT (1993), a falta de oxigênio e a abundância de sulfato em muitos corpos d'água torna a presença de gás sulfídrico comum, por esta razão muitas espécies são eliminadas do fundo em lagos e represas espanholas.

Na fase pré-inundação o pH alcançou valores mais elevados, assim as águas do rio tinham características básicas, com a formação da represa, principalmente nos pontos Todos os Santos e Graciosa, o pH tendeu a diminuir assim a água tornou-se levemente ácido com valor mais baixo em torno de 6,8. No ponto Porto Nacional o pH abaixou com a formação da represa mas ainda se manteve alcalino. Provavelmente, nos pontos Todos os Santos e Graciosa, como apresentam o maior trecho inundado (solo e vegetação), a diminuição dos valores de pH esteja relacionada com a decomposição da matéria orgânica, mas o processo da acidificação não foi muito pronunciado no reservatório. No Rio Tocantins, na fase de enchimento, o pH se manteve levemente ácido segundo REIS-PEREIRA (2002). Segundo GUNKEL et al. (2003) durante a formação de reservatórios, a decomposição de matéria orgânica inundada (como folhas) geralmente além de diminuir a concentração do oxigênio dissolvido aumenta a produção de ácidos orgânicos como o ácido húmico, o que contribui para a diminuição dos valores de pH.

As propriedades ópticas da água constituem um importante elemento para a caracterização limnológica de um sistema aquático. A turbidez e a transparência da água estão relacionadas com as propriedades ópticas, sendo estas modificadas por substâncias dissolvidas e em suspensão (HUTCHINSON, 1957).

A transparência reflete na profundidade de penetração de luz na coluna d'água, sendo essa variável dependente da turbidez e sólidos em suspensão (WELCH, 1952). Nos rios, durante o período de chuvas, grandes quantidades de partículas são removidas do solo no entorno por erosão e carreadas pelas águas, o que resulta em um acentuado aumento dos valores de turbidez e, conseqüentemente, diminuição da transparência da água (MAIER, 1978).

Numa análise temporal, na fase pré-inundação do presente trabalho os resultados da turbidez e transparência mostraram um comportamento semelhante. Em geral, os valores da turbidez da água foram maiores no período chuvoso e como esperado, ocorreu uma diminuição da transparência no mesmo período. Em condições naturais, a turbidez é fortemente correlacionada com a descarga, e na maioria dos casos reflete as variações de fluxo estacionais (PETTS, 1984).

Ainda, na fase de enchimento, constatou-se nos pontos Todos os Santos e Graciosa, um aumento nos valores de turbidez e diminuição da transparência, relacionada com o processo de inundação do ambiente terrestre. Posteriormente, na fase represa, nesses mesmos pontos, os valores da turbidez diminuíram e os da transparência aumentaram, o que pode estar associado com a redução ou ausência de velocidade da corrente responsável pelo transporte de partículas, possibilitando a sedimentação dessas.

Os sólidos suspensos que chegam à represa trazidos pela água do rio depositam-se quando encontram condições de velocidade da corrente reduzida ou ausente e falta de energia cinética para mantê-los em suspensão (PETTS, 1984; ALLAN, 1995; MÜLLER, 1995).

Nos trechos mais a montante, pontos Balsas, Ipueiras e Serralheria, em particular estes dois últimos pontos que fazem parte do trecho represa e mantiveram algumas características de rio, os resultados demonstraram que os valores de turbidez foram semelhantes àqueles da fase pré-inundação com alterações conforme estações climáticas. Os maiores valores de turbidez nesses pontos foram medidos na coleta 8, 9 e 10, que correspondem não só ao período chuvoso mas também ao período de enchimento e formação da represa. Entretanto, no ponto a jusante da barragem (Gorgulho), os valores da turbidez diminuíram e da transparência aumentaram, provavelmente as partículas suspensas podem ter sido retidas pela barragem. Estudos realizados na represa de Itaipu, Rio Paraná (ANDRADE et al., 1988) e Rosana, Rio Paranapanema (ROMANINI et al., 1994), também registraram valores baixos de turbidez e maior transparência nas áreas do corpo da represa, e a jusante da barragem, em relação

aos trechos localizados a montante, semelhante ao verificado na UHE Luís Eduardo Magalhães.

Turbidez e material em suspensão são parâmetros relacionados entre si. Por este motivo, as análises dos resultados do material em suspensão indicaram variações sazonais na fase pré-inundação ao longo de todo o segmento do rio Tocantins, avaliado neste trabalho e, também, na fase represa, nos trechos mais a montante, como Balsas, Ipueiras e Serralheria, sendo os valores maiores medidos nos períodos chuvosos. Na fase de enchimento, o material em suspensão diminuiu e os valores mais baixos desta variável não se alteraram com a variação climática após a formação da represa nos pontos Porto Nacional, Graciosa e Todos os Santos. A jusante da barragem no ponto Gorgulho, nas fases de enchimento e represa, os valores do material em suspensão tiveram pequenas variações sazonais. Os ambientes de água parada (lagos naturais e represas), como já comentado anteriormente, atuam como bacia de depósito para a carga suspensa transportada pelo influxo do rio (GORE, 1994).

A redução do material em suspensão a jusante da barragem geralmente é atribuída à sedimentação e estratificação, mas o aumento da quantidade deste material a jusante da barragem, muitas vezes excedendo aquela a montante da barragem, pode ser atribuída à morte e transporte do plâncton lacustre (SPENCE & HYNES, 1971).

Com a construção da barragem no rio, há redução da velocidade da corrente no corpo de água e, como consequência, diferentes frações de sedimento podem acumular ao longo do eixo longitudinal do rio (JORCIN & NOGUEIRA, 2005). Na área de estudo no Rio Tocantins ocorreu a modificação do leito, que era composto predominantemente por frações grosseiras (matacão, calhaus, cascalho e a areia) na fase pré-inundação, para arenosa e lodosa na fase represa, devido ao processo de sedimentação ocorrido na fase de enchimento, com redução da velocidade da corrente.

A interação entre a morfometria e a hidrologia de uma represa determina, basicamente o seu tempo de retenção que, por sua vez, imprimem as características limnológicas do corpo de água (FILIPPO et al., 1999). Além disso, precipitação, vento, posições das turbinas e vertedouros também imprimem peculiaridades no funcionamento deste ecossistema (TUNDISI et al., 1993).

A UHE Luís Eduardo Magalhães apresenta um baixo tempo de retenção da água (24 dias), por ser do tipo “fio d’água”, e como observado em outros trabalhos no Rio Tocantins (FILLIPO et al., 1999; REIS-PEREIRA, 2002), houve a formação

de gradientes longitudinais nas variáveis físicas e químicas da represa, onde o influxo da água do rio foi importante principalmente no período chuvoso. Nesse período, o fluxo de água provocou o carreamento de material orgânico (como algas) rio abaixo, removeu o gás sulfídrico da represa e aumentou a oxigenação do fundo da represa. O tempo de retenção da água é um índice útil do funcionamento do reservatório, porque reflete a extensão da influência do rio nos processos físicos e biológicos dos reservatórios e está relacionada às características morfométricas, como profundidade da represa, área superficial, área de drenagem (SOBALLE et al., 1992).

5.2 Variáveis biológicas

As atividades antrópicas, incluindo descargas de esgoto, alterações dos hábitos, tão bem quanto alterações no regime de fluxo, são freqüentemente complexas e difíceis de serem descritas em relação às repercussões ecológicas. Entretanto, sugere-se que seus efeitos combinados poderiam ser avaliados pela análise da comunidade biótica (CHOVANEC et al., 2000).

As condições físicas, químicas e biológicas podem ser determinantes dos padrões da macro-distribuição das espécies de macroinvertebrados nos sistemas lóticos. Entre elas, a disponibilidade de alimento, a natureza do sedimento, velocidade de correnteza, concentração de oxigênio dissolvido estão entre os fatores mais importantes que regulam a distribuição e abundância das espécies (CUMMINS, 1975).

A análise geral dos resultados de riqueza taxonômica, neste trabalho, indicou uma elevada diversidade de grupos taxonômicos, sendo que os insetos tiveram maior participação e diversidade de grupos. Os valores de riqueza atingiram, para a maioria dos locais de amostragem valores entre 30 e 40, durante a fase inicial ou seja pré-inundação, o que pode ser considerado elevado, uma vez que a identificação foi em família e níveis taxonômicos superiores para os principais grupos como Chironomidae e Oligochaeta.

Ainda, na fase pré-inundação, a riqueza variou estacionalmente, quando foram constatados os maiores valores dessa variável no período seco em relação ao chuvoso. Nos vários pontos de coleta no Rio Tocantins observou-se representantes de diferentes grupos taxonômicos, sendo que os insetos foram mais diversos.

Consideráveis flutuações nos níveis da água podem ocorrer durante as cheias como uma consequência natural das variações sazonais na vazão, caracterizando os habitats lóticos. Alguns insetos aquáticos são dependentes dessas flutuações naturais nos níveis da água (WARD, 1992). Há citações na literatura relatando que espécies de Elmidae (Coleoptera) dependem de mudanças nos níveis de água para completar o ciclo de vida. Só durante as cheias, a larva madura migra para a superfície para completar o seu desenvolvimento na margem num casulo pupal (WHITE, 1978).

Quando ocorre o aumento da velocidade nos períodos chuvosos acontece o carreamento das partículas e os organismos também são arrastados, isso implica na redução nos valores de riqueza taxonômica, bem como na densidade de indivíduos, como no caso dos Oligochaeta que habitam, geralmente, os substratos arenosos, que são considerados instáveis. Resultados semelhantes foram constatados por LIMA (2002) em estudos realizados no Rio Cuiabá (Mato Grosso).

Durante a fase de enchimento os resultados indicaram alterações na comunidade de macroinvertebrados bentônicos em maior e menor intensidade, dependendo do período e localização do ponto em relação à barragem. Considerando-se que o enchimento da represa foi um processo lento, as primeiras alterações foram observadas nos pontos mais próximos da barragem, tanto nos valores da riqueza taxonômica quanto da densidade de indivíduos. A maior alteração em todo o trecho estudado foi registrada em fevereiro de 2002, no final do enchimento da barragem, que coincidiu com período chuvoso, havendo uma redução tanto da riqueza como da densidade.

Nesta fase, paralelamente à redução da velocidade de correnteza, uma consequência do estancamento do fluxo da água, ocorreu o aumento da profundidade bem como a inundação das áreas adjacentes, assim a vegetação terrestre ficou submersa. Como resultado dessas alterações, outras foram acontecendo, entre elas destaca-se o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido em consequência dos processos de decomposição da vegetação submersa, assim as espécies de macroinvertebrados mais sensíveis foram as primeiras a serem eliminadas.

Na fase de enchimento, principalmente nos pontos Todos os Santos e Graciosa, observaram-se um aumento da densidade e da riqueza, principalmente na coleta 7 (setembro-outubro/2001). Esse fato pode estar relacionado com maior disponibilidade de alimento e por causa da redução da velocidade da correnteza da água nesse trecho do rio, quando menos organismos são arrastados.

Dentre as diferenças ambientais entre sistemas lóticos e lênticos relevantes para as comunidades biológicas, podem se destacar as fontes de energia necessárias para a manutenção da biota desses ambientes. As comunidades de ambientes lênticos, em geral, têm maior disponibilidade de recursos gerados pela fotossíntese, enquanto que nos ambientes lóticos a principal fonte de energia é o material orgânico alóctone que é metabolizado heterotroficamente. Parte dessa matéria orgânica está na forma particulada e pode ser utilizada diretamente por organismos bentônicos ou depois de ser processada por microorganismos; ainda, outra parte está na forma de compostos orgânicos dissolvidos, a maioria lixiviada a partir do solo (BAXTER, 1977).

A atividade heterotrófica provavelmente diminui quando a área do corpo d'água aumenta em relação à extensão das margens que fornecem a serrapilheira. No processo de enchimento de uma represa quase sempre ocorre uma explosão de intensa atividade heterotrófica enquanto a vegetação terrestre que ficou submersa for utilizada (BAXTER, 1977). Estudos realizados por Brandimarte et al. (2005), durante a construção do reservatório de Mogi-Guaçu, relatam que tanto na fase pré-enchimento como pós-enchimento a riqueza taxonômica tendeu a aumentar durante os períodos de menor fluxo, este fato estaria relacionado com uma maior disponibilidade de material orgânico bem como pela menor perda de organismos por arrasto e, a composição da comunidade mudou após o enchimento. Nesse trabalho também foi constatado alterações na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos após o enchimento.

Nos três corpos de água recém-inundados examinados por McLACHLAN (1977), dois na África (Chilwa, Kariba) e um na Inglaterra (Ladyburn), a matéria orgânica alóctone foi o principal componente do trato digestório dos invertebrados bentônicos. Durante o período de inundação, esses animais foram dependentes do ecossistema terrestre, mas seguiu-se uma mudança da cadeia alimentar, de detritos para de pastejo, baseada em produção autóctone, imediatamente após o enchimento.

No Rio Tocantins, REIS-PEREIRA (2002) verificou valores elevados de Clorofila-a no período de enchimento da represa da UHE Luís Eduardo Magalhães, nesse caso valores bem superiores que aqueles da fase pré-inundação.

Os resultados do presente trabalho mostraram que na fase de enchimento, principalmente nos pontos Graciosa e Todos os Santos, ocorreu uma proliferação de Conchostraca. Esses organismos bentônicos são comuns em corpos d'água temporários e em zonas litorâneas de lagos. Permanecem em repouso durante

muito tempo no fundo, mas são capazes de nadar lentamente na coluna d'água até próximo da superfície e, durante a movimentação podem filtrar detritos e plâncton (LOPRETTO & TELL, 1995).

Provavelmente, durante o enchimento da represa, quando ocorreu a inundação das áreas do entorno, inclusive de lagoas marginais, pode ter ocorrido a migração destes conchostracos para o antigo canal do rio, agora com áreas de velocidade da corrente mais lenta e repleta de matéria orgânica. Na fase final do enchimento da represa (especificamente na 9ª coleta), no ponto Graciosa e Todos os Santos, a análise da fauna mostrou que esses invertebrados estavam mortos, encontrando-se somente as carapaças. Esse grupo também apareceu posteriormente, na fase represa, em outros pontos, mais especificamente no ponto Serralheria.

Na fase final do enchimento da represa, verificou-se uma redução dessa riqueza em todos os pontos ao longo do rio. Entretanto, os resultados mostraram que nas áreas mais a montante e na cabeceira do corpo da represa, em um grau decrescente, Balsas, Ipueiras e Serralheria ocorreram a recolonização por espécies reófilas, conseqüentemente os valores dessa variável se elevaram atingindo valores semelhantes aos registrados na fase pré-inundação. Mas a composição da comunidade mudou, principalmente nos pontos Ipueiras e Serralheria com o desaparecimento de alguns invertebrados como dípteros (Simuliidae e Empididae), plecópteros, alguns tricópteros e efemerópteros. Enquanto que, nos pontos da represa essas espécies foram eliminadas e surgiram outros grupos característicos de sistemas lênticos, bem como a menor disponibilidade de oxigênio dissolvido, dos quais pode-se citar Chaoboridae, contudo a riqueza permaneceu com valores inferiores ao observado no início deste estudo.

Nos pontos Porto Nacional e Serralheria, na fase final do enchimento e na fase represa, os resultados demonstraram uma diminuição da densidade de alguns grupos bem como o desaparecimento de outros táxons. Ainda, constatou-se a colonização, sucessão e predomínio por outros invertebrados. Além de Chironomidae e Oligochaeta, predominaram nessa fase, em menor porcentagem, Gastropoda, Leptoceridae, Elmidae, Ceratopogonidae e Hydracarina. Os insetos da família Caenidae (Ephemeroptera) estão entre os primeiros invertebrados que colonizaram na fase de enchimento, o que foi observado principalmente no ponto Todos os Santos. Na família Leptoceridae o gênero predominante foi *Oecetis*, este gênero tem uma distribuição ampla e pode ocorrer em ambientes lótico-erosional ou deposicional e lêntico litoral (PÉREZ, 1988; MERRITT & CUMMINS, 1996). Nas

coletas realizadas no rio Tocantins, o gênero *Oecetis* foi encontrado a 15 metros de profundidade na fase final do enchimento e na fase represa, no ponto Porto Nacional particularmente no período chuvoso entre a 9ª e 11ª coletas, ou seja, entre fevereiro a maio de 2002.

Os primeiros organismos colonizadores de um reservatório recém formado utilizam os componentes do antigo ecossistema terrestre como fonte de alimento e hábitat. Quando os processos autóctones começam a regular as sucessões, a diversidade aumenta e as espécies dominantes se alternam com os segundos colonizadores. Em um trabalho realizado em um reservatório (Lago Anna) na Virgínia, Estados Unidos da América, VOSHELL & SIMMONS (1984) verificaram que os primeiros colonizadores desse reservatório eram Gastropoda, Ephemeroptera (Caenidae), Trichoptera (Leptoceridae, do gênero *Oecetis*) e alguns Chironomidae e os segundos colonizadores eram outros grupos de Gastropoda, Oligochaeta, Trichoptera (Leptoceridae, gênero *Oecetis*), Diptera (*Chaobous*, Chironomini-*Chironomus*, alguns Tanypodinae e Tanytarsini). Muitos desses grupos citados por VOSHELL & SIMMONS (1984) ocorrem na represa da UHE Luís Eduardo Magalhães durante a fase de enchimento ou logo após o enchimento.

A maioria dos primeiros colonizadores é, provavelmente, espécie facultativa originária do antigo ecossistema lótico e espécies lênticas provenientes de lagoas de área inundada, ou espécies cosmopolitas com grande capacidade de dispersão (VOSHELL & SIMMONS, 1984). Ainda estes autores relatam que os segundos colonizadores incluem espécies que, em geral, não são muito abundantes até o segundo ou até terceiro ano após o enchimento do reservatório, sendo essas espécies mais limnofílicas.

O sucesso dos primeiros colonizadores depende dos componentes do ecossistema terrestre que persiste e domina nos estágios iniciais do ecossistema lêntico recém formado. Quando a vegetação terrestre e matéria orgânica particulada ficam submersas pela inundação, inicia-se a decomposição por ação de microorganismos. Assim, a rápida inundação do ecossistema terrestre fornece recursos alimentares para macroinvertebrados bentônicos detritívoros e substrato para organismos haptobentônicos. Quando o ambiente é modificado e novas espécies se estabelecem, os primeiros colonizadores são deslocados ou diminuem nitidamente em abundância. As mudanças na composição e abundância das espécies no segundo e terceiro anos parecem estar correlacionados com os processos do próprio reservatório (VOSHELL & SIMMONS, 1984).

Neste estudo, as análises da fauna conduzidas depois da formação da UHE Luís Eduardo Magalhães indicaram diferenças entre pontos no trecho represa, em um gradiente longitudinal crescente de impacto sobre a comunidade bentônica, constatando-se maiores densidade de indivíduos e riqueza taxonômica nos pontos mais a montante, sob influência da água do rio.

Freqüentemente ocorrem variações longitudinais em bentos de reservatório conforme foi diagnosticado em vários sistemas como Lago Barrier (Canadá), a maior população foi encontrada na parte superior do reservatório onde sedimento era rico em matéria orgânica pelo constante depósito. De modo semelhante, no Lago Volta (África), após a redução da biomassa bentônica do lago como um todo, uma densidade mais elevada foi mantida em áreas sob influência direta do influxo (BAXTER, 1977).

Ainda, segundo SANTOS & HENRY (1997 *apud* HENRY & NOGUEIRA, 1999), na represa de Jurumirim-SP, os pesquisadores verificaram que a diversidade e a densidade de organismos bentônicos era aumentada na afluência dos rios, ou seja, constatou-se um gradiente decrescente na colonização de organismos na direção rio-barragem.

No rio Tocantins, com a formação do reservatório, os moluscos bivalves, particularmente do gênero *Corbicula*, colonizaram algumas áreas mais a montante da UHE Luís Eduardo Magalhães, conforme observado neste estudo, ou seja, nos pontos de amostragem: Balsas, Ipueiras e Serralheria, os dois últimos fazendo parte da represa. Segundo informação pessoal de MANSUR⁵, os pelecípodes coletados na fase rio (pré-inundação) no ponto Todos os Santos, eram de uma espécie nativa *Mytilopsis lopesi*, enquanto que a espécie que dominou na fase represa, nos trechos mais a montante da barragem é uma espécie invasora do gênero *Corbicula*. Esse invertebrado foi considerado comum no reservatório de Bung Borapet (Tailândia) em áreas pouco profundas e sedimento estável sem ação das ondas (PAYNE, 1986). Essas características abióticas foram observadas nas áreas mais a montante da represa aqui estudada. Vale ressaltar que, a colonização desse trecho do Rio Tocantins pode ser uma consequência da formação da represa em estudo, bem como um processo de invasão desta espécie às bacias hidrográficas brasileiras como observado por pesquisadores da malacofauna dulcícola brasileira.

De acordo com SIMONE (2002), mais da metade das amostras límnicas enviadas ao Museu de Zoologia da USP para serem identificadas são de espécies

⁵ Profa. Dra. da Pontifícia Universidade Católica – Porto Alegre, Rio Grande do Sul)

invasoras, assim em pouco tempo muitas espécies nativas podem ser extintas, algumas antes mesmo de serem conhecidas. Com relação à espécie *Corbicula fluminea*, esse autor confirma ser uma espécie invasora provenientes do continente euro-asiático, e ressalta a sua colonização em usinas hidrelétricas, onde o fluxo de água poupa os indivíduos de um esforço extra.

Neste estudo detectou-se o predomínio de *Corbicula*, espécie invasora nas áreas mais a montante, principalmente em Balsas e Ipueiras depois da formação do reservatório e, em menor intensidade no ponto Serralheria. Esse grupo também foi registrado na fase pré-inundação mas não como predominante. O predomínio dessa espécie nos pontos mais a montante pode estar relacionado a três fatores: a) impacto pela própria construção da UHE Luís Eduardo Magalhães; b) impacto da construção da UHE Serra da Mesa; e c) impacto da construção da UHE Cana Brava. As três usinas hidrelétricas construídas ao longo do Rio Tocantins. A UHE Serra da Mesa localizada mais a montante, no município de Minaçú-GO, a uma distancia de cerca de 500km de Palmas, regulariza a vazão, sendo que o efeito da operação dessa hidrelétrica foi detectado, neste estudo, ainda na fase pré-inundação, de forma que o nível da água variou cerca de um metro ou mais conforme o seu funcionamento. A UHE Cana Brava, apesar de não regularizar a vazão, está localizada a montante e mais próximo da UHE Luís Eduardo Magalhães e há uma possibilidade do ponto Balsas estar sendo impactado por essa represa.

Com a formação da represa, a riqueza e densidade de organismos diminuíram drasticamente, principalmente nos pontos mais próximos da barragem, como Todos os Santos, Graciosa e Porto Nacional. Este fato, provavelmente está relacionado com a diminuição da velocidade da corrente; mudança do tipo de substrato de fundo; diminuição do oxigênio dissolvido e formação do gás sulfídrico. Estes dois últimos em consequência dos elevados processos de decomposição.

O material autóctone, aliado ao material orgânico alóctone (da vegetação inundada e do influxo das águas rio), e a estratificação temporária, provavelmente contribuíram para a diminuição de oxigênio dissolvido na represa, como visto anteriormente.

REAL & PRAT (1992) afirmam que a produção primária autóctone, juntamente com o material orgânico alóctone, submetidos a longo período de estratificação, resultaram na baixa tensão de oxigênio no fundo. Esses autores, em seus estudos correlacionaram inversamente organismos bentônicos e biomassa fitoplactônica, indicando um processo de eutrofização e, conseqüentemente na falta de oxigênio no hipólímnio. De acordo com as observações realizadas por GUNKEL

et al. (2003), a eutrofização do Reservatório Curuá-Una conduziu ao desenvolvimento de massa de vegetação flutuante e a falta de oxigênio em camadas profundas de água, responsáveis pelos prejuízos à vida aquática (principalmente peixes e organismos bentônicos).

Segundo PAYNE (1986) em lagos artificiais, a inundação de grandes áreas de terra poderia fornecer riqueza de novas oportunidades para aqueles animais adaptados a viver no fundo do lago, por exemplo: sedimento, troncos e galhos de árvores que ficam submersos. Entretanto, existem limitações, pois em geral a natureza do solo logo após a inundação não é oportuna para a maioria desses organismos e durante os estágios iniciais do processo de enchimento a elevada decomposição da vegetação terrestre pode causar a desoxigenação da água do fundo, principalmente se ocorrer a estratificação da coluna d'água (PAYNE, 1986). Segundo ESTEVES (1988), a extensão do período de estratificação térmica e a concentração de matéria orgânica (dissolvida e particulada) da água são os dois fatores principais que atuam indiretamente determinando a magnitude dos déficits de oxigênio dissolvido na coluna d'água.

Os invertebrados bentônicos têm uma relação linear direta com substrato de fundo, portanto a disponibilidade, a qualidade e a composição do sedimento, do lodoso, arenoso ao argiloso e/ ou do substrato como pedras e madeiras, além de outros fatores ambientais como a temperatura do meio, concentração de oxigênio e gás sulfídrico, controlam a distribuição desses invertebrados. Segundo ESTEVES (1988), mais importante do que a baixa concentração de oxigênio é a presença de gás sulfídrico (H_2S); assim, na ausência de oxigênio, o gás sulfídrico acumula-se no hipolímnio, tornando esta porção da coluna de água nociva à maioria dos organismos aquáticos.

Ainda com relação ao solo recém submerso, embora este tenha características da rocha de origem; ele pode mudar rapidamente sob influência da erosão de margem, e do processo de sedimentação, sendo mais um fator de interferência sobre a fauna bentônica (McLACHLAN & McLACHLAN, 1971).

Na fase pós-enchimento, McLACHLAN (1977) discute que a disponibilidade de alimento para a cadeia alimentar é baseada em material autóctone, que pode sustentar uma pequena fauna característica de lodo. Segundo REAL & PRAT (1992), as mudanças na comunidade bentônica em cinco reservatórios espanhóis foram relacionadas com as características do sedimento e da condição de oxigênio do hipolímnio, e parcialmente relacionadas com a composição e produção de plâncton epilimnético. Dessa forma, os reservatórios com altos teores de oxigênio e

baixo conteúdo de clorofila no epilímnio foram os que a comunidade bentônica é mais rica (REAL & PRAT, 1992). Segundo SANTOS & HENRY (1997 *apud* HENRY & NOGUEIRA, 1999), o estudo da comunidade bentônica da represa da UHE Jurumirim-SP, mostrou que havia correlação da fauna bentônica (densidade) com profundidade, oxigênio dissolvido, transparência e coeficiente de extinção da luz. A disponibilidade de oxigênio e a profundidade da água atuam como fatores dominantes para zoobentos, enquanto que a Clorofila-a tem importância secundária e esta inversamente correlacionada com abundância de bentos (REAL & PRAT, 1992). Segundo PRAT (1993), a densidade total de macroinvertebrados bentônicos diminui à medida que a profundidade aumenta, e isso em geral está relacionado ao déficit de oxigênio dissolvido ou ao estado do alimento que sedimenta no fundo.

Quando um rio é represado forma-se um novo sistema, as espécies que vivem em áreas de remansos do rio têm maiores oportunidades de se adaptarem, inicialmente de forma desordenada e depois ajustando seu metabolismo ao ciclo energético do reservatório (MÜLLER, 1995). Anterior a um represamento, as comunidades bentônicas são dominadas por grupos de espécies reofílicas, especialmente em áreas onde há maiores velocidades de correnteza, e depois do fechamento da barragem observa-se que a maioria das espécies que coloniza o novo sistema possui características lênticas e termofílicas (DOLÉDEC et al., 1996). Alguns autores constaram que com a formação de represas ocorrem mudanças da fauna de espécies lóticas como Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera para Chironomidae (McLACHLAN & McLACHLAN, 1971; PETR, 1971; BAXTER, 1977).

Nos presente trabalho, nos pontos na represa a diversidade diminuiu naqueles mais próximos à barragem, sendo predominantes Chironomidae, Chaoboridae e Oligochaeta.

Os quironomídeos são considerados como organismos *r*-estrategistas por serem um dos principais colonizadores de novas áreas inundadas, podendo ocupar a região através da deriva das larvas ou como adultos voadores. Sua fecundidade é alta e, como mencionados anteriormente, apresentam espécies resistentes à baixa tensão de oxigênio, sendo propícios a colonizar novos represamentos (BAXTER, 1977).

BRANDIMARTE & SHIMIZU (1996), pesquisando a comunidade bentônica litoral da represa de Paraibuna, em São Paulo, verificaram que no período de elevação do nível d'água ocorreu um aumento na densidade total da fauna, principalmente de Chironomidae, Ostracoda e Copepoda. Os quironomídeos sendo

r-estrategistas e adaptados a colonizar novas áreas inundadas, rapidamente tomam vantagem com o aumento do nível de água.

As larvas de Chironomidae foram encontradas em todas as fases da implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães, no Rio Tocantins, e em todos os pontos de amostragem, sempre com participação dominante. Isso confirma a sua ampla distribuição e importância nas comunidades bentônicas (ARMITAGE et al., 1995). Entretanto, foram constatadas alterações na riqueza e densidade de indivíduos. Na fase pré-inundação, de modo geral, os resultados demonstraram maiores densidades de indivíduos e riqueza de morfotipos representados por espécies das tribos Chironomini, Tanytarsini, ambas pertencentes à subfamília Chironominae e das subfamílias Tanytopodinae e Orthoclaadiinae. Essa última desapareceu com o fechamento da barragem, as espécies de Orthoclaadiinae, em geral, são mais adaptadas aos sistemas lóticos (OLIVER, 1971; PINDER, 1995). Ainda, a análise dos resultados indicou o predomínio das espécies do gênero *Chironomus sp.* nos pontos Graciosa e Todos os Santos, na fase represa, diferente das fases anteriores quando se observa maior diversidade de morfotipos dessas larvas, sem predomínio de *Chironomus*.

No rio Tocantins, *Chironomus* foi encontrado em locais do reservatório recém formado com baixos níveis de oxigênio dissolvido. Segundo PAYNE (1986), *Chironomus* possui cor vermelha devido a sua capacidade de sintetizar facultativamente o pigmento respiratório hemoglobina em condições de baixa concentração de oxigênio dissolvido. A capacidade de produzir hemoglobina significa que essas larvas podem viver em regiões de hipoxia comum no hipolímnio.

Mudanças sazonais foram refletidas na maior abundância de quironomídeos em zonas profundas durante o período de chuva e inundação, provavelmente devido à melhora na oxigenação de camadas de água do fundo (PETR, 1971), como foi possível observar na represa da UHE Luís Eduardo Magalhães na 15ª coleta.

Outro grupo de dípteros que se destacou, após a formação da represa, nas áreas de maiores profundidades e baixas concentrações de oxigênio dissolvido foram os Chaoboridae. As larvas de primeiro e segundo instares são planctônicas enquanto que as larvas de terceiro e quarto instares têm comportamento bentônico. Essas larvas habitam sistemas lênticos e possuem um comportamento de migração vertical, permanecendo no fundo junto ao sedimento durante o dia e migrando à noite para a superfície, onde se alimentam do zooplâncton (MENZEL & COOPER, 1992; ARCIFA, 1997, ARCIFA, 2000). Os autores discutem que a busca por regiões

mais profundas do sistema está relacionado com a fuga de predadores, particularmente peixes, os quais são impedidos de chegarem a esses locais quando as concentrações de oxigênio dissolvido são muito baixas (PAYNE, 1986, LEWIS, 2000).

Segundo STRAYER (1985 *apud* ESTEVES, 1988) a forte redução de diversidade de espécies com a profundidade é atribuída às condições anaeróbias do hipolímnio conforme constatado em vários estudos citados na literatura, entre as espécies zoobentônicas vivendo em condições anaeróbias foram detectadas *Chaoborus* sp. e *Chironomus* sp. (PAYNE, 1986; PRATT, 1993). Em um estudo de tipologia de lagos realizado por Thienemann, a classe três refere-se aos Lagos *Chaoborus* sem *Chironomus*, e a concentração de oxigênio em águas profundas era de 6 a 12% (BRINKHURST, 1974).

Em um trabalho realizado em lagoas de mineração de areia, SHIMIZU et al. (1995) encontraram Chaoboridae em locais com baixos teores de oxigênio no fundo, altas proporções de argila no sedimento e baixos valores de pH. Em trabalhos realizados em pequenas barragens BOODEY et al. (1985 *apud* MENZEL & COOPER, 1992) encontraram que organismos bentônicos são geralmente mais diversos em águas rasas do que em águas profundas, sendo que *Chaoborus* foi o único táxon encontrado em águas profundas, onde os teores de oxigênio eram baixos.

A presença de larvas vermelhas de Chironomidae (*Chironomus*) e de *Chaoborus* no trecho lago e fase reservatório foram indicadoras das condições do local, naquele período. Esses dois táxons são considerados segundos colonizadores por VOSHELL & SIMMONS (1984) e reconhecidos como tolerantes à baixa concentração de oxigênio.

Embora não tenham sido identificados em níveis taxonômicos inferiores as análises dos oligoquetos mostraram morfotipos diferentes entre as fases pré-inundação e represa. Esses anelídeos são conhecidos por ocuparem sistemas lênticos e algumas espécies, particularmente os tubificídeos, pela tolerância às baixas concentrações de oxigênio dissolvido (JOHNSON, WIEDERHOLM & ROSENBERG, 1992). A maioria dos oligoquetos vive em águas eutróficas, sobre fundo lodoso e com abundante quantidade de detritos, como os tubificídios que podem viver a vários metros de profundidade onde o oxigênio é escasso; mas há aqueles que vivem em águas tanto correntes como calmas, sobre pedras, restos de plantas e sobre a vegetação, como os membros das famílias Aelosomatidae, Naididae e Opistocystidae (PÉREZ, 1988).

Uma característica dos anelídeos é a presença de hemoglobina no sangue. Entre os Oligochaeta aquáticos são reconhecidas espécies mais tolerantes que as larvas de *Chironomus*, como exemplos são citados: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hofmeister* entre outros.

Com a construção da barragem no Rio Tocantins, os resultados indicaram também alterações na composição e densidade na comunidade bentônica a jusante, no ponto Gorgulho, apesar deste estar localizada a 50 km abaixo da barragem e da contribuição de três tributários de médio porte nesse trecho. Essas alterações podem estar relacionadas com a operação da barragem, qualidade da água liberada, ou com alimento disponível.

As condições ambientais do rio no trecho a jusante da barragem variam em função de: (1) qualidade da água liberada do reservatório, (2) dos fenômenos limnológicos dentro do reservatório, e (3) mudanças operacionais na barragem (WARD, 1982). Os efeitos do represamento de um rio podem se estender por dez ou centenas de quilômetros a jusante da barragem.

Estudos realizados no Rio Mogi-Guaçu (SP) por BRANDIMARTE et al. (1999) verificaram que a comunidade bentônica a jusante da barragem foi seriamente impactada em termos de densidade total e riqueza de grupos taxonômicos pela operação da barragem. A operação de barragens pode influenciar fortemente áreas rio abaixo e podem também alterar o funcionamento e a estrutura ecológica dentro do próprio reservatório, especialmente das comunidades mais próximas à barragem (SOBALLE et al., 1992).

Modificações na composição faunística a jusante da barragem são decorrentes da regularização do regime de fluxo, contudo os efeitos secundários desse controle parecem exercer um importante papel sobre uma determinada composição de espécies, que envolve a estabilidade do substrato, a sedimentação e o crescimento de algas (PETTS, 1984). Por causa da redução na magnitude e freqüência de descargas a jusante da barragem, o sedimento aumenta na confluência do canal principal com os tributários (BAXTER & GLAUDE, 1980; WARD, 1982). Segundo LENAT et al. (1981), as alterações de volume influenciam a estabilidade do substrato e a densidade de invertebrados bentônicos, por outro lado, a regulação do fluxo causa o assoreamento no canal, por eliminar a alta velocidade da corrente que poderia periodicamente lavar o substrato do sedimento fino. A sedimentação enche os interstícios do substrato, fechando o microhabitat, afetando o perifíton, a heterogeneidade do habitat e os organismos lóticos (PETTS, 1984). Segundo ARMITAGE & BLACKBURN (1990), se as condições do rio

represado tornam-se mais estáveis, resultando em um ambiente mais homogêneo, o ambiente é oportuno para poucos táxons de forma que há um aumento da densidade desses grupos.

Segundo ESTEVES (1988), a região a jusante da represa muitas vezes é alterada produzindo inúmeras conseqüências com grandes implicações ecológicas, afetando a biota aquática. Os dois fenômenos principais são: a alteração no regime hidrológico que passa a ter regime de cheia e seca aperiódica, portanto independente do regime pluviométrico da região e alterações da qualidade física e química da água, ou seja, mudanças nos valores de pH e na oxigenação do meio. A jusante da barragem os níveis de oxigênio dissolvido podem ser normal ou baixo, dependendo do estado trófico da água acima da barragem e da operação da usina hidrelétrica (BOLES, 1981).

As alterações a jusante da barragem podem ser ao nível hidrológico, químico e termal, e os componentes bióticos no rio abaixo dessa refletem estas modificações (WARD, 1982). A fauna bentônica muda a jusante da barragem em qualquer local, em relação a: padrão de liberação da represa, a qualidade química, física e biológica da água liberada, a mudança na morfologia do canal, a composição e estabilidade do substrato, e a distribuição de plantas aquáticas. Portanto respostas diferentes dos macroinvertebrados podem ser observadas em represas de diferentes tipos, ou seja, a reorganização da comunidade de invertebrados a jusante da barragem estaria relacionada às características hidrológicas do rio represado e à profundidade do reservatório a partir da qual as liberações das descargas são feitas. Ainda, a diminuição de oxigênio dissolvido e, conseqüente aumento de gás sulfídrico e manganês podem deixar a água hipolimnética com características danosas para os seres vivos a jusante da barragem (BAXTER & GLAUDE, 1980).

No presente trabalho constatou-se que o oxigênio dissolvido diminuiu no ponto a jusante da barragem. Foi possível sentir um odor característico de enxofre e observar o escurecimento das águas a jusante da barragem em algumas coletas depois da formação do reservatório. Na 15ª coleta o odor característico desapareceu nos pontos da represa, percebeu-se que o lodo e as algas que se depositavam no sedimento tinham sido lavados e alguns grupos de invertebrados retornaram, depois de ausentes na 14ª coleta, mas não nos níveis de densidade e diversidade da fase pré-inundação. Provavelmente esse fato está relacionado a sazonalidade, assim no período chuvoso o volume e velocidade da corrente aumenta (comprovado pelos dados de vazão e velocidade da corrente do trecho em

estudo) e ao atingir a cota a barragem, abrem-se as comportas, sendo que o ponto de liberação da água da barragem se localiza próximo ao fundo. Para reforçar esse fato, as algas depositadas no sedimento do reservatório e larvas de Chaoboridae foram encontradas no ponto a jusante da barragem (Gorgulho) na 15ª coleta.

No ponto Gorgulho, com a formação da represa alguns organismos registrados na fase pré-inundação não foram mais coletados depois do represamento do rio, Plecoptera e Simuliidae.

A ausência de plecópteros a jusante da barragem foi constatada por BOLES (1971), SPENCE & HYNES (1971) e MARCHANT & HEHIR (2002). Segundo BOLES (1971) e SPENCE & HYNES (1971), este fato pode ser relacionado à baixa quantidade de oxigênio dissolvido, desde que Plecoptera é suscetível à diminuição do oxigênio dissolvido.

Há muitos fatores que podem causar modificações biocenóticas a jusante da barragem, e esses estão inter-relacionados. Segundo SPENCE & HYNES (1971), as alterações na comunidade podem ser devidas a: (1) alteração de temperatura; (2) desenvolvimento do perifiton; e (3) saída de material orgânico, particularmente zooplâncton e fitoplâncton, a partir da represa. Apesar de BOLES (1981) citar que a temperatura da água anormal e aperiódica a jusante da barragem pode alterar o período de emergência de alguns insetos, algumas vezes somente um grau Celsius acima do normal; isto não parece afetar a comunidade bentônica a jusante da UHE Luís Eduardo Magalhães, desde que essa variação é comum na região por diferença sazonal.

ARMITAGE (1977) verificou que a jusante da barragem Cow Green no Rio Tees, o seston consistia de algas filamentosas derivadas do rio e microcústáceos a partir do reservatório. Segundo BOLES (1981), o plâncton de rios são substituídos por espécies de lagos, que são liberados a jusante da barragem como organismos inteiros ou decompostos. Apesar disso, ARMITAGE (1978) verificou uma baixa densidade de invertebrados coletores filtradores a jusante da barragem apesar do fornecimento de alimento da barragem, esse fato foi relacionado às condições do substrato (fino) ou o plâncton hipolimnial não é seguro o bastante como alimento. Segundo SCULLION et al. (1982), ausência ou escassez de Simuliidae pode ser explicada pela deposição de finas partículas inorgânicas. Talvez isto explique a baixa quantidade de simulídeos no Rio Tocantins a jusante da barragem na fase represa.

As análises de PCA, DCA e CCA demonstraram as alterações nas variáveis ambientais e biológicas ao nível espacial e temporal em função da implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães no Rio Tocantins e como essas variáveis estão interrelacionadas, reforçando o que foi verificado anteriormente. As análises demonstraram que para os macroinvertebrados bentônicos o teor de oxigênio dissolvido na água do fundo foi o principal fator a determinar sua distribuição, mas as outras variáveis como a velocidade da corrente, profundidade, temperatura, substrato, material em suspensão, turbidez, transparência e pH, também têm sua importância, uma vez que estão direta ou indiretamente relacionados ao oxigênio dissolvido e à comunidade bentônica.

A partir dos dados de macroinvertebrados bentônicos, a análise de cluster definiu grupos baseadas em suas similares em função das modificações ocasionadas pela implantação da usina hidrelétrica no Rio Tocantins, principalmente destacando as fases pré-inundação e represa, reforçando as observações anteriores.

De maneira geral, neste estudo foi possível acompanhar as alterações na fauna de macroinvertebrados bentônicos num gradiente longitudinal a montante jusante, com a implementação da UHE Luís Eduardo Magalhães, no Rio Tocantins.

6 CONCLUSÃO

Concluindo, foi observado um gradiente longitudinal crescente de impacto sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos sete pontos de amostragem. Nas áreas a montante (ponto Balsas) e na cabeceira da represa (ponto Ipueiras) apesar de menor intensidade que o trecho represa também ocorreram alterações na comunidade bentônica. Vale destacar que no final do enchimento da represa, nesses pontos, detectou-se uma redução na riqueza taxonômica e densidades dos indivíduos, entretanto a recomposição foi bastante rápida. Nos pontos Balsas e Ipueiras ocorreu a invasão de moluscos do gênero *Corbicula*, que contribuíram para o aumento de densidade nas três últimas coletas. E particularmente no ponto Ipueiras alguns organismos de ambientes lóticos foram afetados como dípteros (Simuliidae e Empididae), plecópteros, alguns tricópteros e efemerópteros.

Nos pontos Serralheria e Porto Nacional houve alterações na comunidade, com a formação da represa. Nesses pontos alguns organismos de ambientes lóticos foram eliminados como dípteros (Simuliidae e Empididae), plecópteros, alguns tricópteros e efemerópteros e aqueles grupos adaptados a menor velocidade de correnteza reapareceram. No ponto Serralheria também foi verificada a presença do molusco invasor *Corbicula*, nas últimas coletas.

Os maiores impactos foram visíveis nos pontos Graciosa e Todos os Santos, mais próximos da barragem, houve uma modificação na estrutura da comunidade com o desaparecimento de espécies lóticas e a colonização por grupos lênticos, particularmente por aqueles adaptados a maiores profundidades e baixas concentrações de oxigênio dissolvido como *Chironomus* e *Chaoborus*.

O principal fator que determinou a distribuição dos organismos na represa foi o oxigênio dissolvido e depois a formação do gás sulfídrico. Associadas ao oxigênio dissolvido estão a profundidade, a temperatura, a velocidade da corrente, a transparência, a matéria orgânica, o substrato e a Clorofila-a.

A jusante da barragem foram detectadas alterações, embora com a presença de grupos taxonômicos de ambientes lóticos semelhante ao ponto a montante, esse local está exposto à perturbações decorrentes do manuseio da barragem. Portanto os fatores que determinaram as mudanças da comunidade bentônica nessa região foram: qualidade da água, alimento disponível oriundos do próprio local e da represa, variação do fluxo a jusante da barragem em função dos processos operacionais, sedimentação e lavagem.

Das variáveis ambientais mensuradas e analisadas estatisticamente as que mais contribuíram para a distribuição da comunidade bentônica foram: oxigênio dissolvido do fundo, velocidade da corrente e profundidade.

Pela extensão da barragem, pelos locais de coleta estarem localizados em diferentes pontos longitudinais no Rio Tocantins (a montante, represa e a jusante da barragem) e pelo tempo de enchimento do reservatório, as coletas bimestrais atenderam ao propósito do trabalho que é verificar o impacto da construção da barragem.

Os padrões estacionais foram preservados antes e depois do represamento principalmente na porção lótica. O período chuvoso foi muito importante para melhorar as condições da água do fundo e do sedimento no trecho represa, principalmente na 15ª coleta, com a recolonização de comunidade bentônica por espécies de ambientes lênticos.

7 REFERÊNCIAS

ALLAN, J.D. **Stream ecology. Structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995. 388p.

ANAYA, M. **Impacto de um represamento sobre a comunidade de invertebrados bentônicos do Rio Mogi-Guaçu e seu tributário, Rio do Peixe (SP, Brasil)**. 1997. 140f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANDRADE, F.L.; BRUNKOW, R.F.; XAVIER, C.F.; DOMINGUES, L.L. Fitoplâncton e características físico-químicas do reservatório de Itaipu, Paraná – Br. In: Tundisi, j.g. (Ed.) **Limnologia e manejo de represas**. São Paulo: ACIESP, v.1, 1988. p.205-268.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2002. 1ª ed. 1 CD-ROM. Windows 95.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) & ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). **Glossário de termos hidrológicos**. Brasília, 1999. Edição Comemorativa ao dia Mundial das Águas, 22 de março. CD-ROM. Windows 95.

ARCIFA, M.S. Flutuations and vertical migration of Chaoboridae in a tropical brazilian reservoir: Lake Monte Alegre. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.9, p.93-103, 1997.

ARCIFA, M.S. Feeding habitats of Chaoboridae larvae in a tropical brazilian reservoir. **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.4, p.591-597, 2000.

ARMITAGE, P. D. Invertebrate drift in the regulated River Tees, and an unregulated tributary Maize Beck, below Cow Green dam. **Freshwater Biology**, v.7, n.2, p.167-183, 1977.

ARMITAGE, P.D. Downstream changes in the composition, numbers and biomass of bottom fauna in the Tees below Cow Green Reservoir and in an unregulated tributary Maize Beck, in the first years after impoundment. **Hydrobiologia**, v.58, n.2, p.145-156, 1978.

ARMITAGE, P.D.; BLACKBURN, H. Environmental stability and communities of Chironomidae (Diptera) in a regulated river. **Regulated Rivers: Research & Management**, v.5, p.319-328, 1990.

ARMITAGE, R., CRANSTON, P.S. & PINDER, L.C.V. **Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges**. London: Chapman & Hall, 1995. 572p.

BAIN, M.B. Study designs and sampling techniques for community-level assessment of large rivers. In: NABS (Ed.), **Biological Assessments in Large Rivers**. 5th Annual Technical Information Workshop, 1992. p.63-74.

BAXTER, R.M. & GLAUDE, P. Environmental effects of dams and impoundments in Canada: experience and prospects. **Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.205, p.1-34, 1980.

BAXTER, R.M. Environmental effects of dams and impoundments. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.8, p.255-283, 1977.

BENTON, W. **Enciclopédia Barsa**. Rio de Janeiro: Encyclopaedia Britannica Editores Ltda., 1970.

BIANCHINI, Jr. I. A decomposição da vegetação e o consumo de oxigênio nos reservatórios: implicações ecológicas. In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: FUNDBIO, FAPESP, 1999, p.627-650.

BOLES, G. L. Macronvertebrate colonization of replacement substrate below a hypolimnial release reservoir. **Hydrobiologia**, v.78, n.2, p.133-146, 1981.

BRANCO, S.M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Editora Moderna, 1991. 96p.

BRANDIMARTE, A.L. **Impactos limnológicos da construção do reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP, Brasil)**. 1997. 97f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M. Flotation of bottom fauna using chloride solution. In: Congress of International Association of Theoretical and Applied Limnology, 26; São Paulo. *Abstracts*. São Paulo, International Association of Theoretical and Applied Limnology, 1995. p.227.

BRANDIMARTE, A.L. & SHIMIZU, G. Y. Temporal and spatial variations in littoral benthic communities of Paraibuna reservoir (São Paulo, Brazil). **Tropical Ecology**, v.37, n.2, p.215-222, 1996.

BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M. & SHIMIZU, G. Y. Comunidades de invertebrados bentônicos nas fases pré e pós enchimento e, reservatórios: estudo de caso no Reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP). In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: FUNDBIO, FAPESP, 1999. p.378-407.

BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M. & SHIMIZU, G. Y. Downstream impact of Mogi-Guaçu River damming on the benthic invertebrates (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.17, n.1, p.27-36, 2005.

BRINKHURST, R.O. **The benthos of lakes**. London: MacMillan, 1974. 190p.

BRISMAR, A. River systems as providers of goods and services: A basis for comparing desired and undesired effects of large dam projects. **Environmental Management**, v.29, n.5, p.598-609, 2002.

CALIJURI, M.C.; OLIVEIRA, H.T. Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. In: CASTELLANO, E.G. (Ed.), **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. p.31-54.

- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Normatização Técnica L5.309. **Determinação de bentos de água doce – macroinvertebrados: métodos qualitativo e quantitativo**. 1^a ed., São Paulo, 1978. 13p.
- CHAUDHRY, F.H. Aproveitamento de recursos hídricos. In: CASTELLANO, E.G. (Ed.), **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. p.55-68.
- CHOVANEC, A.; JÄGER, P.; JUNGWIITH, M.; KOLLER-KREIMEL, V.; MOOG, O., MUHAR, S.; SCHUMUTZ, St. The Austrian way of assessing the ecological integrity of running waters: a contribution to the EV water framework directive. **Hydrobiologia**, n.422/423, p.445-452, 2000.
- CORTES, R. M. V.; FERREIRA, M. T.; OLIVEIRA, S. V.; GODINHO, F. Contrasting impact of small dams on the macroinvertebrates of two Iberian mountain rivers. **Hydrobiologia**, n.389, p.51–61, 1998.
- CUMMINS, K.W. Macroinvertebrates. In: Whitton, B.A. (Ed.). **River ecology**. England: Blackwell, 1975. p.170-198.
- DOLÉDEC, S.; DESSAIX, J.; TACHET, H. Changes within the upper Rhône River macrobenthic communities after the completion of three hydroelectric schemes: anthropogenic effects or natural change? **Archiv für Hydrobiologie**, v.136, n.1, p.19-40, 1996.
- DUPAS, M.A. **Pesquisando e normalizando. Noções básicas e recomendações úteis para a elaboração de trabalhos científicos**. São Carlos: EdUFSCAR, 2002. 73p. Apontamentos.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda., 1988. 575p.
- FILIPPO, R.; GOMES, E.L.; LENZ-CÉSAR, J.; SOARES, C.B.P.; MENEZES, C.F.S. As alterações na qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa – GO. In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: FUNDBIO, FAPESP, 1999. p.324-345.
- GARSCHAGEN, D.M. **Enciclopédia Barsa**. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Ltda., 1997.
- GORE, J.A. Hydrological change. In: CALOW, P.; PETTS, G.E. (Eds.), **The rivers handbook: hydrological and ecological principles**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994. p.33-54.
- GUNKEL, G.; LANGE, U.; WALDE, D.; ROSA, J. W. C. The environmental and operational impacts of Curuá-Una, a reservoir in the Amazon region of Pará, Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v.8, p.201–216, 2003.
- HENDERSON, J.; MÜLLER, K. Stream regulation in Sweden with some examples from Central Europe. In: WARD, J.V.; STANFORD, J.A. (Eds.), **The ecology of regulated streams**. New York: Plenum Press, 1979. p.183-199.

HENRY, R.; NOGUEIRA, M.G. A Represa de Jurumirim (São Paulo): primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. In: HENRY, R. (Ed.), **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: FUNDBIO, FAPESP, 1999. p.653-685.

HOUAISS, A. **Enciclopédia Mirador Internacional**. São Paulo: Encyclopedia Britannica do Brasil Publicações Ltda. 1979.

HUTCHINSON, G.E. **A treatise on limnology. I Geography, physics, and chemistry**. New York: John Wiley, 1957. 1015p.

HYNES, H.B.N. **The ecology of running waters**. 3^a ed., Canada: Toronto Press, 1970. 555p.

JOHNSON, R.K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M.; Resh, V.H. (Eds.), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1992. p.40-158.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Temporal and spatial patterns based on sediment and sediment–water interface characteristics along a cascade of reservoirs (Paranapanema River, south-east Brazil). **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v.10, p.1–12, 2005.

KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York: Harper and Row, Publishers, 1989. 625p.

LENAT, D.R., PENROSE, D.L.; EAGLESON, K.W. Variable effects of sediment addition on stream benthos. **Hydrobiologia**, v.79, p.187-194, 1981.

LEVIN, P. S., TOLIMIERI, N. Differences in the impacts of dams on the dynamics of salmon populations. **Animal Conservation**, v.4, p.291–299, 2001.

LEWIS, W. M. JR. Basis for the protection and management of tropical lakes. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 5, p.35–48, 2000.

LIGON, F.K; DIETRICH, W. E.; TRUSH, W. J. Downstream ecological effects of dams. **BioScience**, v.45, p.183-92, 1995.

LIMA, J.B. **Impactos das atividades antrópicas sobre a comunidade dos macroinvertebrados bentônicos do Rio Cuiabá no perímetro urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande-MT**. 2002. 106f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

LOPRETTO, E.C.; TELL, G. **Ecosistemas de águas continentales. Metodologias para su estudio**. Tomo III, Argentina: Ediciones Sur, 1995. 1401p.

MAIER, M.H. Considerações sobre características limnológicas de ecossistemas lóticos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 5, n. 2, p. 75-90, 1978.

MARCHANT, R.; HEHIR, G. The use of AUSRIVAS predictive models to assess the response of lotic macroinvertebrates to dams in south-east Australia. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1033–1050, 2002.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. **Lagos e reservatórios. Qualidade da água: o impacto da eutrofização**. São Carlos: UNEP-IETC/ILEC/IIIE, 2002. v.3, 28p.

McCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data**, version 4.0. Gleneden Beach, Oregon, USA: MJM Software Design, 1999.

McLACHLAN, A.J. The changing role of terrestrial and autochthonous organic matter in newly flooded lakes. **Hydrobiologia**, v. 54, n. 3, p. 215-217, 1977.

McLACHLAN, A.J.; McLACHLAN, S.M. Benthic fauna and sediments in the newly created Lake Kariba (Central Africa). **Ecology**, v. 52, n. 5, p. 800-809, 1971.

MEFFE, G.K.; SHELDON, A.N. The influence of habitat structure on fish assemblage composition in southeastern blackwater streams. **The American Midland Naturalist**, v.120, n.2, p.225-241, 1988.

MENZEL, R.G.; COOPER, C.M. Small impoundments and ponds. In: HACKNEY, C.T.; ADAMS, S.M.; MARTIN, W.H. (Eds.), **Biodiversity of the Southeastern United States: aquatic communities**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992. p.389-420.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2^a ed., Dubuque: Kendall/Hunt, 1984. 722p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3^a ed., Dubuque: Kendall/Hunt, 1996. 862p.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, BRASIL. **Brasil: um importante produtor de energia hidrelétrica**. Disponível em: http://www.dams.org/news_events/press308.htm. 1999.

MIRANDA, J.R., MANTOVANI, L.E., SANTOS, R.Z., COUTINHO, A.C.; MANGABEIRA, J.A.C. **Mapeamento ecológico da Reserva da Serra do Lajeado (TO)**. São Paulo: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (NMA), 1992. 38p.

MORENO, I.H. **Estrutura da comunidade planctônica do Reservatório da UHE Balbina (floresta tropical úmida – Amazônia) e sua relação com as condições limnológicas apresentadas na fase de enchimento e pós-enchimento (1987-1990)**. 1996. 285f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MÜLLER, A.C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412p.

NELL, J.K. Impact of reservoirs. In: FREY, D.G. (Ed.), **Limnology in North America**. Madison: The University of Wisconsin Press, 1966. p.575-593.

- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434p.
- ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 6ª ed. Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005. 927p.
- OLIVER, D.R. Life history of the Chironomidae. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.211-230, 1971.
- PAYNE, J. **The Ecology of tropical lakes and rivers**. Chichester: John Wiley & Sons, 1986. 303p.
- PÉREZ, G.R. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Colombia, Bogotá**. Colombia: Editorial Presencia Ltda., 1988. 217p.
- PETR, T. Establishment of Chironomids in a large tropical man-made Lake. **The Canadian Entomologist**, v.103, p. 380-385, 1971.
- PEET, R.K.; KNOX, R.G.; CASE, J.S.; ALLEN, R.B. Putting things in order: the advantages of detrended correspondence analysis. **The American Naturalist**, v.131, n.6, p.924-934, 1988.
- PETTS, G.E., **Impounded rivers: perspectives for ecological management**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 326p.
- PINDER, L.C.V. The habitats of chironomid larvae. In: ARMITAGE, P. CRANSTON, P.S.; PINDER, L.C.V. (Eds.), **The Chironomidae: the biology and ecology of non-bitingmidges**. London: Chapman & Hall, 1995. p.107-135.
- POFF, N. L; HART, D. D. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. **BioScience**, v.52, n.8, p.659-669, 2002.
- PRAT, N. El zoobentos de los lagos y embalses españoles. In: CONGRESO ESPAÑOL DE LIMNOLOGIA, 4., 1993. Granada. **Actas...** Granada: 1993. p.11-22.
- REAL, M; PRAT, N. Factors influencing the distribution of Chironomids and Oligochaetes in profundal areas of Spanish reservoirs. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v.26, n.(2-4), p.405-410, 1992.
- REIS-PEREIRA, V.L. **A Limnologia e o gerenciamento integrado do Reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE Lajeado. Tocantins**. 2002. 261f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo-São Carlos.
- RESH, V.H. & ROSENBERG, D.M., 1984. **The Ecology of Aquatic Insects**. 1ª ed., New York, Praeger Publishers, 625p.
- RICHTER, B. D.; BAUMGARTNER, J.V.; POWELL, J.; BRAUN, D. P. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. **Conservation Biology**, v.10, n.4, p.1163-1174, 1996.
- ROMANINI, P.U.; SHIMIZU, G.Y.; CRUZ, J.A.; FONTANA, S.C.; CARVALHO, M.A.J. & BICUDO, C.E.M. **Alterações ecológicas provocadas pela construção**

da barragem da UHE de Rosana sobre o baixo Rio Paranapanema. São Paulo: Companhia Energética de São Paulo, 1994. 153p.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. **Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** New York: Chapman & Hall, 1993. 488p.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Use of aquatic insects in biomonitoring. In: MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. (Eds.), **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3ª ed., Dubuque: Kendall/Hunt, 1996. p.87-97.

SCHAFFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre: Editora UFRGS, 1985. 532p.

SCULLION, J.; PARISH, C.A.; MORGAN, N. & EDWARDS, R.W. Comparison of benthic macroinvertebrate fauna and substratum composition in riffles and pools in the impounded River Elan and the unregulated River Wye, Mid-Wales. **Freshwater Biology**, v.12, n.6, p.579-595, 1982.

SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I.C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos.** 3ª ed. Brasília: ANEEL, ANA, 2001. 328p.

SHIMIZU, G.Y. **Métodos de amostragem de macroinvertebrados bentônicos, em especial para monitoramento biológico.** São Paulo: Departamento de Ecologia, 1997. 13p. Apostila.

SHIMIZU, G.Y.; CARVALHO, M.A.J.; SENDACZ, S.; LEMOS, M.M.G.; GARCIA, E.; EYSINK, G.G.J. Lagoas de mineração de areia: impactos sobre os parâmetros ambientais e comunidades bióticas. **XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa**, v. 3, p. 269-273, 1995.

SIMONE, L.R.L. Terminado o levantamento sobre a biodiversidade de moluscos continentais do Brasil. Rio de Janeiro: **Informativo Sociedade Brasileira de Malacologia**, p.6-6, 2002

SIMONS, D.B. Effects of stream regulation on channel morphology. In: WARD, J.V.; STANFORD, J.A. (Eds.), **The ecology of regulated streams.** New York: Plenum Press, 1979. p.95-111.

SOBRALLE, D.M.; KIMMEL, B.L.; KENNEDY, R.H.; GAUGUSH, R.F. Reservoirs. In: HACKNEY, C.T.; ADAMS, S.M.; MARTIN, W.H. (Eds.), **Biodiversity of the Southeastern United States: aquatic communities.** New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992, p.421-474.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry.** 3ª ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1995. 887p.

SPENCE, J.A.; HYNES, H. B. N. Differences in benthos upstream and downstream of an impoundment. **Journal Fisheries Research Board of Canada**, v. 28, n. 1, p.35-43, 1971.

STANFORD, J.A.; WARD, J.V. Dammed rivers of the world: Symposium Rationale. In: WARD, J.V.; STANFORD, J.A. (Eds.), **The ecology of regulated streams.** New York: Plenum Press, 1979. p.1-5.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J.G.; KUTNER, M.B. Plankton studies in a Mangrove II; The standing-stock and some ecological factors. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 24, p. 23-41, 1965.

TER BRAAK, C.J.F. Ordination. In: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. (Eds.), **Data analysis an community and landscape ecology**. Cambridge: University press, 1995. p.91-113.

TER BRAAK, C.J.F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v.67, p.1167-1178, 1986.

TER BRAAK, C.J.F. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods. **Ecoscience**, v.1, p.127-140, 1994.

TER BRAAK, C.J.F.; PRENTICE, I.C. A theory of gradient analysis. **Advantages in Ecological Research**, v.18, p.272-330, 1988.

THEMAG. **Relatório de impacto sobre o meio ambiente**. Tocantins: Themag Engenharia-Celtins. 1996. 143p. Relatório.

TOMAN, M.J.; STEINMAN, F. **Biological assessment of stream water quality**. Ljubljana: University of Ljubljana, 1995. 145p.

TUNDISI, J.G. **Produção primária, “standing-stock” e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia**. 1969. 131f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, SP.

TUNDISI, J.G. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI, J.G. (Ed.). **Limnologia e manejo de represas**. Série: Monografia em Limnologia, v.1, Tomo 1. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1988. p.1-75.

TUNDISI, J.G. Tropical South America: present and perspectives. In: MARGALEF, R. (Ed.), **Limnology now: a paradigm of planetary problems**. New York: Elsevier Science B.V., 1994. p. 353-424.

TUNDISI, J.G. **Plano de conservação e usos múltiplos do reservatório da UHE – Luis Eduardo Magalhães – Lajeado – estado de Tocantins e seu entorno**. Tocantins: Empresa Investco, 2003. 95p. Relatório

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T.; CALIJURI, M.C.. Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: STRASKRABA, M., TUNDISI, J.G.; DUNCAN, A. (Eds.), **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.25-55.

VALENTIN, J.L. Agrupamento e ordenação. In: PERES NETO, P.R.; VALENTIN, J.L.; FERNANDEZ, F. (Eds.), Tópicos em tratamentos de dados biológicos. **Oecologia brasiliensis II**. Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. p.27-55.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2000. 117p.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHIENG, C.E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.37, p.130-137, 1980.

VIANA, J. P. Physical and chemical post-dam alterations in the Jamari River, a hydroelectric-developed river of the Brazilian Amazon. **Hydrobiologia**, n.472, p.235–247, 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2^a ed., Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996. 243p.

VOSHELL, Jr.J.R.; SIMMONS, Jr. G.M. Colonization and succession of benthic macroinvertebrates in a new reservoir. **Hydrobiologia**, n.112, p-27-39, 1984.

WARD, J.V. Ecological aspects of stream regulation: responses in downstream lotic reaches. **Water Pollution and Management Reviews**, v.2, p.1-26, 1982.

WARD, J.V. **Aquatic insect ecology. 1. Biology and Habitat**. New York: J. Wiley & Sons, Inc., 1992. 438p.

WARD, J.V.; STANFORD, J.A., The Serial Discontinuity Concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE, T.D.; BARTELL, S.M. (Eds.), **Dynamics of lotic ecosystems**. Michigan: Ann Arbor Science Publishers Inc., 1983. p.29-42.

WARD, J.V.; STANFORD, J.A. **The ecology of regulated streams**. New York: Plenum Press, 1979. 398p.

WELCH, P.S. **Limnology**. 2^a ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1952. 538 p.

WETZEL, R.G. **Limnology**. Philadelphia Sauders. 1975. 743p.

WETZEL, R.G. **Limnologia**. Portugal: Fundação Calouse Gulbenkian, 1993. 919pp.

WHITE, D.S. Life cycle of the riffle beetle, *Stenelmis sexlineata* (Elmidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.71, p.121-125, 1978.

WHITTON, B.A. **River ecology**. England: University of California Press, 1975. 725p.

ZALEWSKI, M.; PUCHALSKI, W., FRANKIEWICZ, P.; BIS, B., Riparian ecotones and fish communities in rivers - Intermediate complexity hypothesis. In: COWX, I.G. (Ed.), **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Great Britain: Fishing News Books. 1994. p.152-160.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 3a ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.121p.

ANEXOS

Amostrador de sucção para coleta de macroinvertebrados bentônicos em ambientes aquáticos continentais diversos.

R. M. KIKUCHI⁽¹⁾; A. A. FONSECA-GESSNER⁽²⁾ & G. Y. SHIMIZU⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, CP 676 CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. rmkikuchi2000@yahoo.com.br

⁽²⁾ Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Hidrobiologia, CP 676 CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. gessner@power.ufscar.br

⁽³⁾ Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, SP, Brasil. yuka@ib.usp.br

Abstract

The difficulty of collecting benthic samples in turbulent, deep water, stony substrate and high flow rivers, is known. Thus, the aim of this article is to describe a suction sampler, its operation, as well as demonstrate its efficiency for collecting benthic macroinvertebrates in several substrates of a river, from large boulder to muddy substrata and varied depths of the water column and current velocity. This sampler was developed and tested in the Tocantins River, in the Luís Eduardo Magalhães hydroelectric power station influence area, during the phases: before flood, reservoir filling and reservoir, but in this article, just the results of the before flood phase are presented, regarding the period of September 2000 to August 2001. Suction sampler had a good performance concerning Hess and Surber samplers, and therefore could be used in most varied conditions, also allowing comparisons between points with different characteristics and sampling periods.

Key words: suction sampler, benthic macroinvertebrates, benthic collecting.

Resumo

A dificuldade de coletar amostras de bentos em rios caudalosos, profundos, rochosos e com alta correnteza é conhecida. Assim, este trabalho tem como objetivo descrever um amostrador tipo sucção, seu funcionamento, bem como demonstrar sua eficiência na coleta de macroinvertebrados bentônicos em um rio com leito diverso, de bloco rochoso a substrato lodoso e profundidade da coluna d'água e velocidade da corrente variadas. Esse amostrador foi desenvolvido e testado no rio Tocantins, na área de influência da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, nas fases de: pré-inundação, enchimento e represa, mas no presente trabalho somente os resultados da fase pré-inundação são apresentados, referente ao período de setembro de 2000 a agosto de 2001. O amostrador de sucção teve desempenho bom em relação aos de Hess e de Suber, podendo ser usado nas mais variadas condições, e também, permitindo comparações entre pontos de diferentes características e períodos de amostragem.

Palavras-Chave: amostrador de sucção, macroinvertebrados bentônicos, coleta de bentos.

INTRODUÇÃO

Segundo ROSENBERG & RESH (1993), os macroinvertebrados bentônicos referem-se a organismos que habitam o substrato de fundo (sedimento, fragmentos, troncos, macrófitas, algas filamentos, etc.). Essa comunidade é constituída por invertebrados de grupos taxonômicos diversos. Esses invertebrados habitam ambientes aquáticos, desde pequenas poças de água a grandes lagos, córregos ou ribeirões a grandes rios. As amostragens quantitativas são dificultadas pela distribuição contagiosa dos macroinvertebrados bentônicos, o que requer um grande número de unidades amostrais visando uma maior precisão na estimativa da abundância das populações que participam da comunidade (ROSENBERG & RESH, 1993). Segundo BRANDIMARTE et al. (2004), o uso de vários tipos de amostradores em um mesmo local de coleta se faz necessário em explorações amplas de um mesmo sistema aquático; entretanto, isso dificulta comparações entre pontos de diferentes locais, considerando-se a heterogeneidade de substratos de fundo e/ou períodos de amostragem, particularmente os sistemas suscetíveis às variações da altura da coluna d'água. Assim, para assegurar a possibilidade de comparações entre as amostras, o amostrador a ser usado deve ser igualmente efetivo nos mais diferentes tipos de habitat (BROWN et al., 1987). Os problemas de comparabilidade dos dados obtidos surgem em várias ocasiões quando diferentes métodos de amostragem são usados (MACKEY, 1972).

Em geral, a maior dificuldade é a escolha de um equipamento que garanta a padronização das amostras. O amostrador deve ser eficiente na obtenção da amostra, ou seja, penetrar no substrato para coletar os invertebrados presentes no sedimento, ter sempre uma mesma área superficial assim como de profundidade constante, não revolver o sedimento e perturbar os organismos durante a descida do equipamento e evitar perdas de material durante o fechamento e recolhimento do amostrador (BRANDIMARTE et al., 2004).

As técnicas de amostragem escolhidas dependem das características físicas do sistema investigado (DOWNING, 1984), assim como do objetivo da pesquisa, levando em consideração a realidade de recursos disponíveis e as limitações de tempo impostas ao estudo (WEBER, 1973).

A dificuldade de coletar amostras de bentos em rios caudalosos, profundos e fundo rochoso é conhecida entre os pesquisadores. Segundo BRANDIMARTE et al. (2004), o uso de amostradores de sucção permite estimativas populacionais com maior exatidão do que pegadores e podem ser utilizados em substratos diversos,

desde os rochosos (cascalho, seixo, calhaus, blocos) até os substratos moles (areia e lodo).

Os amostradores de sucção podem ser classificados em dois tipos dependendo do mecanismo: se a sucção for realizada por uma bomba de água ou por compressor de ar (bomba de *air-lift*) (DRAKE & ELLIOTT, 1982). O primeiro tipo refere-se aos amostradores que usam o bombeamento da água, freqüentemente através de um tubo, sugando o sedimento (amostra) através desse tubo; o segundo tipo inclui os que usam o ar sob pressão para elevar o sedimento para dentro da rede coletora (ELLIOTT et al., 1993). Esses autores subdividem os amostradores de sucção em outras categorias, dependendo da necessidade ou não de mergulhadores durante a coleta, ou se a sucção é por vácuo ou por diferença de pressão entre o ar dentro do equipamento e da água.

Segundo ROSTRON (2001) os amostradores de sucção apresentam as seguintes vantagens: i) o aparelho pode ser totalmente portátil e de fácil manipulação, dependendo do modelo usado; ii) o pessoal técnico deve receber instruções simples do uso do equipamento; iii) as condições exatas do habitat podem ser registradas, e dados do sedimento e da biota podem ser obtidos no mesmo local. No caso dos pegadores, freqüentemente ocorre impacto e perda, já que são lançados várias vezes; iv) esses amostradores podem ser jogados a partir de um pequeno bote, dependendo do tamanho e peso do amostrador; v) a eficiência de amostragem é alta e pode-se amostrar em profundidades diferentes, bem como substratos diversos, mesmo naqueles difíceis de coletar por outros meios.

Nesse contexto, o amostrador de sucção avaliado neste trabalho busca maximizar a padronização das amostras e a sua eficiência na coleta da fauna, considerando a avaliação das alterações ambientais, em decorrência do represamento do rio Tocantins pela construção de uma usina hidrelétrica (UHE Luís Eduardo Magalhães). Mas neste artigo, somente os dados da fase pré-inundação são discutidos uma vez que os amostradores utilizados (Hess e Surber) para comparar com o amostrador de sucção são impróprios nas outras fases (enchimento e represa) da construção da usina hidrelétrica.

Assim, este trabalho tem como objetivo descrever um amostrador tipo sucção, o seu funcionamento em diversos habitats, bem como demonstrar a sua eficiência na coleta de macroinvertebrados bentônicos em um rio com leito diverso (de blocos rochosos a substrato lodoso), profundidade da coluna d'água e velocidade da corrente variadas, frente aos amostradores Surber e Hess.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no rio Tocantins, no trecho denominado Médio Tocantins, em uma extensão de 250 km, na região corresponde à área de influência da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães. O rio Tocantins apresenta uma vazão média anual de 10.900m³/s. Nos trechos amostrados a profundidade do rio na fase pré-inundação variou de 0,47m a 6,0m, e a velocidade da corrente de 2,09m/s a 17,08m/s.

A partir das dificuldades enfrentadas na amostragem da fauna bentônica no Rio Tocantins, buscou-se a construção de um amostrador que fosse mais eficiente na obtenção de amostras durante todo o processo de construção da usina hidrelétrica. Um amostrador que fosse adequado aos diversos substratos de fundo do rio, bem como às mudanças do substrato, da profundidade da coluna d'água e da velocidade da corrente, em função das diferentes fases do represamento (fase pré-inundação, fase de enchimento e fase represa).

Para avaliar a eficiência do amostrador de sucção foram comparados dados de densidade (indivíduos por m²) e de riqueza (somatória dos grupos taxonômicos) obtidos pelas amostragens usando-se três equipamentos a saber: de sucção, de Hess e de Surber; durante a fase pré-inundação da construção da represa no rio Tocantins.

Descrição do amostrador

O corpo do amostrador (Fig. 1) consiste em uma caixa quadrada de metal (placas de ferro galvanizado) com as dimensões em centímetros 30 x 30 x 30 de altura, largura e profundidade, respectivamente. Na largura ultrapassar 10 cm de cada lado para adição dos pesos. A parte inferior da caixa (**D**) é aberta e fica em contato com o leito do rio; as laterais totalmente fechadas; a parte superior transpassada no centro por um tubo de metal (inox) com 5 cm de diâmetro e 25 cm de comprimento, na extremidade superior (**A**) (externa à caixa) é acoplada uma mangueira (tubo de plástico) da bomba d'água para aspirar o sedimento; na extremidade inferior do tubo (**B**) (interna à caixa), é acoplado um filtro (**C**), de plástico ou metal, com abertura de malha de 0,7 a 2,0 cm de diâmetro (um acessório da bomba), possibilitando a passagem dos invertebrados e impedindo que material grande seja aspirado e danifique o sistema. Na parte superior da

caixa, em cada canto há uma alça (G), para prender as cordas (H), a um grampo (I) e o cabo de aço (J) do guincho. Ainda, na parte superior (E) e nas laterais (F) são acoplados lastros para dar equilíbrio e peso ao equipamento para que este desça na vertical e evitando o arraste pela correnteza do rio.

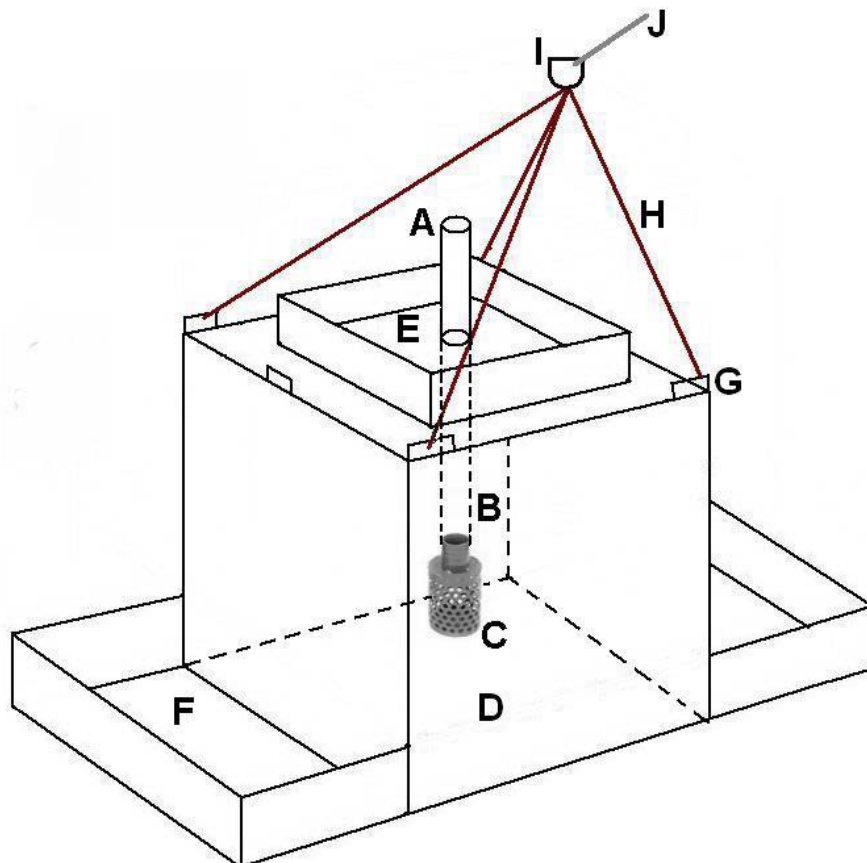


Figura 1. Vista tridimensional do amostrador de sucção. (A e B) extremidades do tubo; (C) filtro; (D) parte inferior da caixa; (E e F) locais para instalação dos lastros; (G) alças; (H) cordas; (I) grampo e (J) cabo de aço.

Procedimento de coleta

O amostrador de sucção apresentado neste trabalho pode ser utilizado tanto para ambiente lótico como lêntico, mas o procedimento difere em cada um desses sistemas, como pode se ver a seguir.

Em rios ou fase pré-inundação, posiciona-se a proa do barco contra a corrente (Fig. 2), com a ajuda de âncoras e poitas (A) no ponto de coleta, o

barqueiro (B) deve manter o motor do barco em funcionamento para garantir que o amostrador seja lançado sem ser arrastado pela correnteza. Os lastros colocados na região superior e nas laterais do amostrador também ajudam a manter o amostrador na posição, em seguida, coloca-se o amostrador na água (C), preenche-se a bomba e a mangueira com água (D). Liga-se a bomba, quando a água sair pela mangueira acoplada à bomba (E, Fig. 3), inicia-se a descida do equipamento com auxílio do guincho até atingir o fundo (F), quando o material amostrado começa a sair pela extremidade da mangueira, posiciona-se a rede coletora (G) para reter o material. A bomba e a mangueira de saída da água devem estar presas ao barco, pois a força do motor faz com que elas se desloquem. O material aspirado entra (Fig. 4) através do filtro (A), sobe pela mangueira (B), passa pela bomba (C), e sai pela outra mangueira (D), onde fica posicionada a rede coletora (E). Ressalta-se a necessidade da mangueira de entrada e da bomba sempre serem preenchidas com água, evitando-se a entrada de ar que impede a sucção e a sobrecarga da bomba d' água. O comprimento da mangueira de sucção deverá ser ajustado à profundidade do local.

Em ambiente lântico ou fase represa, se não há correnteza ou se é muito baixa, não há a necessidade de o barqueiro ficar com o motor em funcionamento e nem a adição de lastros no amostrador. A mangueira de entrada deve estar cheio de água antes de o amostrador ser colocado no ambiente aquático. O procedimento mais rápido e eficiente para encher a mangueira de água nesta fase é permanecer no barco e segurar uma extremidade da mangueira dentro da água; a outra extremidade deixar na água com uma bóia e colocar o barco em movimento, fazendo com que a água entre por uma extremidade e o ar saia pela outra. Com a mangueira cheia de água, monta-se o equipamento e inicia-se a coleta.

Para a operação do equipamento é necessário um barco com pelo menos 5m de comprimento, com motor de popa, guincho e bomba d'água. O guincho a ser utilizado deve transpassar as laterais do barco, semelhante a um guincho utilizado em hidrometria, que suporte o peso de pelo menos 50 kg. A bomba d'água é do tipo auto-escorvante, de duas polegadas com motor a gasolina de 3600rpm, que propiciará a sucção do material. Nessa bomba d'água será conectado outro segmento de mangueira (5 cm de diâmetro e o comprimento de 1,50 m), por onde sairá o material aspirado. A bomba deve ficar acomodada no fundo do barco e o amostrador preso ao guincho por um cabo de aço de 0,5 cm de espessura para a descida e subida do mesmo na coluna d'água. O material coletado deve ser dirigido

para uma rede coletora, com abertura de malha 0,250 μm , possibilitando a retirada do excesso de água do material aspirado.

Esse amostrador de sucção funciona de modo semelhante ao proposto por BROOKS (1994), e operando sob o mesmo princípio do aspirador de pó. Segundo DRAKE & ELLIOTT (1982), a sucção da amostra deve durar 30 segundos a partir do momento que o amostrador atinge o fundo e inicia a retirada do material.

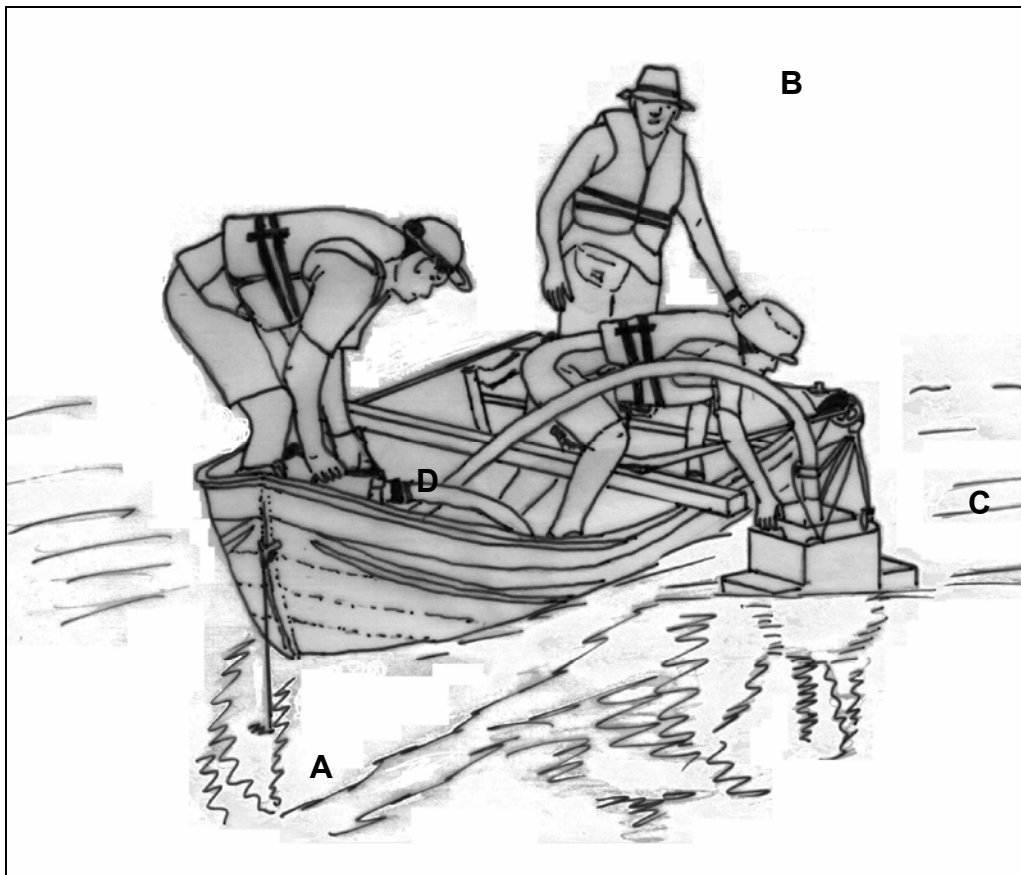


Figura 2. Procedimento de coleta. (A) colocar as âncoras e poitas no rio; (B) o barqueiro mantém o motor do barco em funcionamento; (C) colocar o amostrador na água e (D) preencher a bomba e a mangueira com água.



Figura 3. Procedimento de coleta. (E) ligar a bomba e a água sai da mangueira; (F) abaixar o amostrador com o guincho e (G) posicionar a rede coletora.

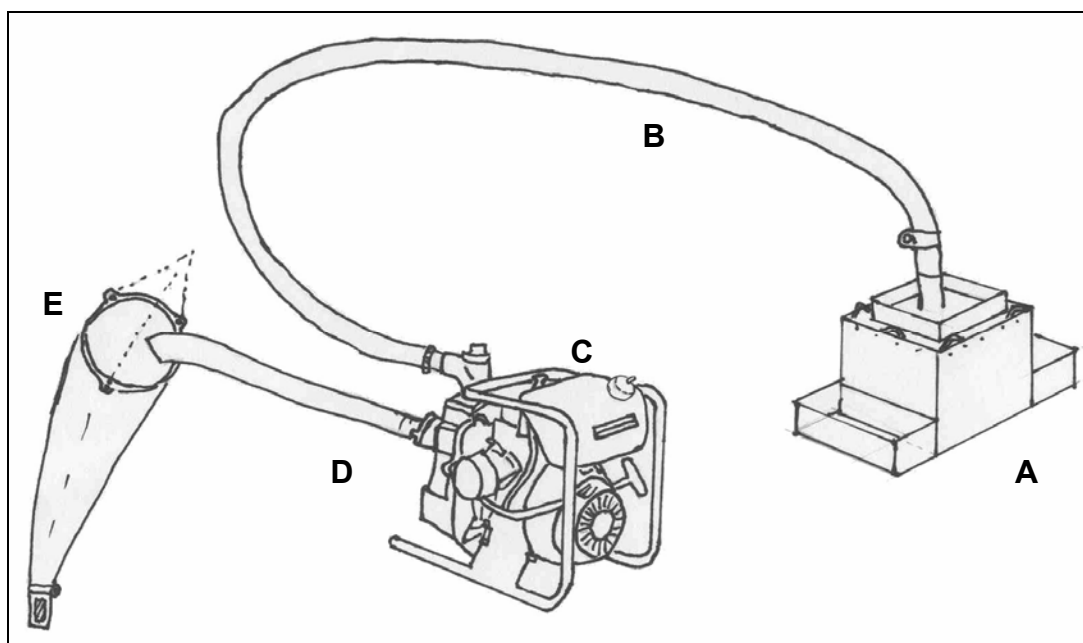


Figura 4. Disposição das partes do equipamento em funcionamento. (A) entrada do material pelo amostrador de sucção; (B) passagem do material pela mangueira; (C) passagem do material pela bomba; (D) saída do material pela mangueira e (E) coleta do material pela rede.

Análise dos dados

Com os amostradores de sucção, de Hess e de Surber foram coletadas 159 amostras. Para permitir a comparação foi analisado em cada amostrador, o número de indivíduos por unidade de área (m^2). Os amostradores de sucção e de Surber têm uma mesma área de $0,09 m^2$ e o de Hess tem uma área de $0,07065 m^2$.

Os valores de densidade e riqueza foram submetidos às análises de variância pelo procedimento Mixed do SAS e ao teste Tukey para comparação de médias. A Percentagem de Similaridade ou Índice de Renkonen, segundo KREBS (1989), foi aplicada aos valores de abundância relativa.

RESULTADOS

As amostras obtidas pelos três amostradores apresentam diferenças significativas no que diz respeito à densidade e à riqueza taxonômica (Tab. I). Tanto em termos de densidade como de riqueza, o amostrador de sucção (densidade média de 9512 e riqueza média igual a 38) apresenta maior média do que os equipamentos de Hess (densidade média igual a 9171 e riqueza média de 32) e de Surber (densidade média de 4986 e riqueza média igual a 28); mas o amostrador de sucção somente foi estatisticamente superior ao Surber, ao nível de 5%.

Tabela I

Resultado da análise de variância (ANOVA) aplicada para os dados de densidade e riqueza taxonômica de macroinvertebrados bentônicos coletados no Rio Tocantins, pelos amostradores de sucção, de Hess e de Surber.

Fatores de variação	Densidade			Riqueza		
	GL	F	P	GL	F	P
Amostrador	2	3,54	0.0321	2	7,79	0,0040

Na Tabela II são apresentados os valores de densidade média (número de indivíduos/m²) e abundância relativa (%) dos táxons de invertebrados bentônicos encontrados. Verifica-se uma predominância de grupos taxonômicos semelhantes nos três amostradores, ou seja, geralmente apresentam uma maior densidade e abundância os invertebrados da família Chironomidae (Ordem Diptera), Hydropsychidae (Ordem Trichoptera), Leptophlebiidae, Leptohyphidae e Baetidae (Ordem Ephemeroptera), Elmidae (Coleoptera), Oligochaeta (Filo Annelida).

Tabela II

Densidade média (no de indivíduos/m²) e abundância relativa (%) de macroinvertebrados bentônicos do rio Tocantins (fase pré-inundação) coletados com três tipos de amostradores diferentes.

Táxons	Amostradores					
	Sucção		Hess		Surber	
	Densidade	Abundância	Densidade	Abundância	Densidade	Abundância
Diptera			1	0.01%		
Chironomidae	4237	40.58%	3094	42.88%	2454	61.40%
Ceratopogonidae	292	2.80%	75	1.04%	16	0.39%
Empididae	22	0.21%	50	0.69%	23	0.58%
Simuliidae	27	0.26%	116	1.61%	17	0.42%
Tipuliidae	1	0.01%				
Trichoptera	1	0.01%	14	0.19%	8	0.20%
Hydropsychidae	129	1.23%	928	12.86%	712	17.81%
Philopotamidae	18	0.17%	71	0.99%	2	0.05%
Hydroptilidae	140	1.34%	109	1.51%	40	1.01%
Glossosomatidae	153	1.46%	146	2.02%	28	0.70%
Leptoceridae	23	0.22%	8	0.11%	1	0.03%
Helicopsychidae	15	0.14%	5	0.07%	9	0.23%
Odontoceridae	7	0.07%	6	0.08%	1	0.01%
Polycentropodidae					1	0.01%
Plecoptera						
Perlidae	16	0.15%	48	0.66%	7	0.18%
Ephemeroptera	11	0.10%	13	0.18%	8	0.19%
Leptophlebiidae	290	2.78%	544	7.55%	139	3.49%
Caenidae	10	0.10%	1	0.01%		
Polymitarcidae	19	0.19%	18	0.25%	3	0.08%
Leptohyphidae	174	1.66%	204	2.83%	126	3.16%
Baetidae	167	1.60%	241	3.33%	60	1.50%
Oligoneuriidae					2	0.04%
Odonata						
Gomphidae	3	0.03%	1	0.01%		0.00%
Libellulidae			6	0.08%	2	0.04%
Calopterygidae			1	0.01%		
Coenagrionidae			1	0.01%		
Hemiptera						
Naucoridae	3	0.03%	4	0.05%	1	0.03%
Coleoptera			1	0.01%	1	0.01%
Elmidae	417	3.99%	232	3.22%	48	1.21%
Hydrophiloidea			1	0.01%	3	0.06%
Psephenidae			1	0.01%		
Lepidoptera	3	0.03%	2	0.03%		
Megaloptera						
Corydalidae			1	0.01%		

Continuação da Tabela II

Táxons	Amostradores					
	Sucção		Hess		Surber	
	Densidade	Abundância	Densidade	Abundância	Densidade	Abundância
Collembola	1	0.01%				
Annelida						
Oligochaeta	4061	38.89%	1032	14.30%	203	5.08%
Hirudinea	2	0.02%	3	0.04%		
Arachnida						
Hydracarina	145	1.39%	157	2.17%	14	0.35%
Mollusca						
Pelecypoda	29	0.28%	79	1.09%	68	1.69%
Gastropoda	22	0.21%	6	0.08%	2	0.04%
Ancylidae			2	0.03%	1	0.01%
Platyhelminthes	3	0.03%				

Pelo Índice de Renkonen verifica-se que a porcentagem é semelhante entre os amostradores de Sucção e de Hess e entre os amostradores de Hess e de Surber, mas entre os amostradores de sucção e de Surber verifica-se uma porcentagem de similaridade menor em relação aos anteriores (Tab. III).

Tabela III

Porcentagem de Similaridade (%) entre os amostradores de Sucção, de Hess e de Surber utilizados na coleta de macroinvertebrados bentônicos do Rio Tocantins.

	Sucção	Hess
Hess	72,36%	
Surber	57,88%	75,31%

DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados sobre equipamentos novos e seu desempenho varia muito, como pode ser constatado nos trabalhos de AAREFJORD (1972); MACKEY (1972); BOULTON (1985); BROWN et al. (1987) e BROOKS (1994).

Pelos valores de densidade média e riqueza taxonômica, o amostrador de sucção apresentou melhor desempenho do que os amostradores de Hess e de Surber, ocorrendo diferença significativa somente entre os amostradores de sucção e de Surber. BROOKS (1994), utilizando o amostrador de sucção (bomba elétrica), verificou que esse equipamento foi mais eficiente coletando mais indivíduos e táxons comparado com Surber. BOULTON (1985), também utilizou um amostrador de sucção (operação manual) e capturou mais indivíduos de macroinvertebrados bentônicos do que com o amostrador de Surber, apesar das diferenças não serem estatisticamente significantes. Esse mesmo autor também não detectou diferença significativa no número de táxon coletados por meio dos amostradores de sucção e de Surber, ao contrário dos resultados obtidos no presente trabalho, no rio Tocantins, onde a densidade e a riqueza taxonômica foram estatisticamente superiores em amostras coletadas pelo amostrador de sucção do que com o Surber.

Comparando-se o amostrador de Hess com o amostrador de sucção (a vácuo), BROWN et al. (1987) concluíram que o equipamento de sucção foi mais eficiente quantitativamente, semelhante aos resultados obtidos no rio Tocantins, apesar de o amostrador de sucção ter uma densidade média maior do que o Hess esses não apresentam diferenças significativas quanto à densidade. O mesmo acontece com a riqueza taxonômica, onde o amostrador de sucção apresenta maior valor de riqueza, mas somente significativamente superior ao Surber.

Uma vantagem do amostrador de sucção é a possibilidade de se coletar em diferentes períodos climáticos, inclusive em épocas chuvosas, quando os rios estão sujeitos a profundidades mais elevadas, enquanto que aos outros dois (de Hess e de Surber) só permitem coletas em sistemas lóticos com profundidades inferiores a 60 cm e 30cm, respectivamente.

Outras vantagens do amostrador de sucção, a serem destacadas são: a possibilidade de se coletar também em ambientes de baixa correnteza e lênticos, bem como em qualquer tipo de substrato de fundo, enquanto que os amostradores

de Hess e Surber foram desenhados para sistemas lóticos e preferencialmente substrato duro.

O amostrador de sucção coletou uma variedade de macroinvertebrados bentônicos, semelhante e superior ao coletado por meio dos amostradores de Hess e Surber, respectivamente; coletando inclusive grupos que apresentam abrigos (Odontoceridae, Hydroptilidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae), e conchas (moluscos Pelecypoda e Gastropoda) e ganchos (Simuliidae). Segundo BROWN et al. (1987), o amostrador de sucção pode subestimar a abundância de organismos com abrigos ou conchas pesados. Entretanto, os resultados deste trabalho demonstraram que o amostrador de sucção também foi eficiente na coleta desses grupos semelhante aos obtidos pelo amostrador de Hess. Ainda, insetos como Corydalidae (Megaloptera) e Psephenidae (Coleoptera), que vivem sob pedras ou aderidos a elas, respectivamente, foram obtidos somente com a utilização do amostrador de Hess, apenas um indivíduo de cada táxon e, também não foram coletados com Surber; portanto a não captura com o amostrador de sucção não implica em uma falha do equipamento, mas provavelmente esteja relacionado com a baixa densidade de indivíduos desses grupos.

Os amostradores de Sucção, de Hess e de Surber foram utilizados nos mesmos locais; mas por uma questão de limitação de profundidade, em duas ocasiões esses dois últimos equipamentos foram utilizados em um ambiente raso (de cachoeira), o que provavelmente explicaria as maiores porcentagens de semelhança entre Surber e Hess e entre sucção e Hess e a menor porcentagem entre Surber e sucção. Provavelmente isso explicaria a maior densidade de invertebrados da família Hydropsychidae (Ordem Trichoptera) coletados com os amostradores de Hess e Surber. Esses tricópteros são comuns em corredeiras, constroem redes fixas em substratos como pedras para abrigo e filtração (MERRITT & CUMMINS, 1996).

O amostrador de Petersen foi utilizado por ANAYA (1997) e BRANDIMARTE (1997) na coleta de macroinvertebrados bentônicos em rios no estado de São Paulo. O trabalho realizado por ANAYA (1997) nos rios Mogi-Guaçu e do Peixe identificou quatro categorias de substrato de fundo, areia, lama/lodo, cascalho/seixo e matéria orgânica grosseiramente particulada. BRANDIMARTE (1997), nas coletas realizadas no rio Mogi-Guaçu (SP) constatou, no trecho estudado, substrato composto por laje praticamente contínua, com pequenas áreas de cascalho e areia, no trecho a montante e a jusante da barragem, e no trecho do reservatório, a predominância do substrato arenoso. Verifica-se por esses trabalhos que o

amostrador de Petersen foi eficiente nos locais com substrato composto de areia, cascalho e uma mistura de cascalho/seixo, sendo muito difícil amostrar em locais com leito do rio constituído por seixos e rochas maiores com fendas.

Para o pegador Petersen coletar amostras em substrato com seixo/cascalho ou seixo/areia, o esforço amostral deve ser grande, sendo necessário lançar o pegador várias vezes para obtenção de um pequeno volume de amostra, e padronizar um número fixo de seixos com determinado diâmetro. O problema mais comum com esse tipo de equipamento em substrato rochoso é a presença de pedras e troncos que ficam presos entre as garras do amostrador, impedindo seu fechamento. Esse procedimento de coleta demanda muito tempo para obter uma amostra representativa. Enquanto que com o amostrador de sucção, independentemente do tipo de substrato de fundo, as amostras são obtidas sem problemas de obstrução, em menos tempo reduzindo a deficiência de amostragem da fauna e do substrato do rio.

Apesar de ROSTRON (2001) citar que os amostradores de sucção podem ser lançados a partir de uma pequena embarcação, neste trabalho recomenda-se um barco maior, devido ao peso do equipamento e acessórios (lastros e mangueira).

Para a coleta com o amostrador apresentado neste trabalho, a necessidade de um barco com motor, a participação de um barqueiro experiente, e auxiliares com treinamentos específicos, são decisivos para seu sucesso. Apesar de alguns autores citarem que o amostrador por sucção tem algumas desvantagens, como custo elevado (por exemplo, compressor de ar) e a necessidade de um mergulhador em locais profundos, o amostrador desenvolvido para neste trabalho, não necessita de equipamentos tão onerosos, nem utiliza mergulhador. Outra vantagem deste equipamento, é que na amostragem de sedimento lodoso, uma parte da amostra já é lavada durante a utilização da bomba de sucção, uma vez que o material retido na rede coletora é lavado no próprio local, reduzindo assim o tempo de processamento da amostra no laboratório.

Embora no Brasil ainda sejam poucas as empresas especializadas na fabricação de equipamentos de amostragem em ambientes aquáticos, é possível o desenvolvimento de amostradores de acordo com as especificações necessárias. A mão de obra especializada também é escassa, tanto para fabricação como manuseio destes equipamentos, o que demanda busca por técnicos hábeis e treinamento.

O amostrador de sucção teve desempenho bom em relação aos equipamentos de Hess e Surber, nas coletas de amostras de macroinvertebrados bentônicos no rio Tocantins (na fase pré-inundação), cujo substrato é predominantemente rochoso, considerando-se a densidade e a riqueza taxonômica, independente da velocidade da corrente, da profundidade e da composição do substrato rochoso.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de doutorado concedida, à Empresa Investco pelo financiamento dos trabalhos de campo e laboratório, ao Prof. Claudomiro Moura Gomes André pelas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAREFJORD, F. The use of an air-lift in freshwater bottom sampling: a comparison with the Ekman bottom sampler. **Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.**, v.18, p.701-705, 1972.
- ALLAN, J.D. **Stream ecology. Structure and function of running waters.** London: Chapman & Hall, 1995. 388p.
- ANAYA, M. **Impacto de um represamento sobre a comunidade de invertebrados bentônicos do Rio Mogi-Guaçu e seu tributário, Rio do Peixe (SP, Brasil).** 1997. 140f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BOULTON, A.J. A sampling device that quantitatively collects benthos in flowing or standing waters. **Hydrobiologia**, v.127, p.31-39, 1985.
- BRANDIMARTE, A.L. **Impactos limnológicos da construção do reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP, Brasil).** 1997. 97f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRANDIMARTE, A.L., G.Y.SHIMIZU, M. ANAYA; M.L. KUHLMANN. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; D.C. BICUDO (Eds.), **Amostragem em limnologia.** São Carlos: RiMa, 2004. p.213-230.
- BROOKS, S. An efficient and quantitative aquatic benthos sampler for use in diverse habitats with variable flow regimes. **Hydrobiologia**, v.281, p.123-128, 1994.
- BROWN, A.V., SCHRAM, M.D.; BRUSSOCK, P.P. A vacuum benthos sampler suitable for diverse habitats. **Hydrobiologia**, v.153, p.241-247, 1987.
- DOWNING, J.A. Sampling the benthos of standing waters. In: DOWNING, J.A.; RIGLER, F.H. (Eds.), **A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984. p.87-130.
- DRAKE, C.M.; ELLIOTT, J.M. A comparative study of three air-lift samplers used for sampling benthic macro-invertebrates in rivers. **Freshwater Biology**, v.12, p.511-533, 1982.
- ELLIOTT, J.M., TULLETT, P.A.; ELLIOTT, J.A. **A new bibliography of samplers for freshwater benthic invertebrates.** Ambleside: Freshwater Biological Association, Occasional Publication No. 30. 1993. 91p.
- KREBS, C.J. **Ecological methodology.** New York: Harper and Row, Publishers, 1989. 625p.
- MACKEY, A.P. An air-lift sampler for sampling freshwater benthos. **Oikos**, v.23, p.413-415, 1972.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3^a ed., Dubuque: Kendall/Hunt, 1996. 862p.

MIRANDA, J.R., MANTOVANI, L.E., SANTOS, R.Z., COUTINHO, A.C.;
MANGABEIRA, J.A.C. **Mapeamento ecológico da Reserva da Serra do Lajeado (TO)**. São Paulo: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (NMA), 1992. 38p.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. **Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 488p.

ROSTRON, D.M. Procedural Guideline No. 3-10: Sampling marine benthos using suction samplers. In: DAVIES, J. (Ed. senior), **Marine Monitoring Handbook**. Joint Nature Conservation Committee. 2001. p. 293-305.

WEBER, C.I. **Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents**. EPA/670/4-73/001. Ohio: U.S. Environmental Protection Agency, 1973.

Anexo 02 - Dados físico-químicos da água do rio Tocantins em diferentes coletas e pontos.

coleta	Ponto	Profundidade	Velocidade	pH(sup)	pH(fun)	Condutividade(sup)	Condutividade(fun)	OD(sup)	OD(fun)	Turbidez(sup)	Turbidez(fun)	T (água)(sup)	T (água)(fun)	T (ar)	Transparência	Mat.suspensão
1	Balsas	0,56	9,00	8,08	8,08	86	86	7,80	7,80	1	1	27,7	27,7	23,5	0,56	18,54
2	Balsas	2,08	10,25	6,93	6,93	58	58	7,66	7,66	43	43	27,7	27,7	25,2	0,23	68,80
3	Balsas	1,38	10,01	7,40	7,40	80	80	7,60	7,60	40	40	29,0	29,0	24,0	0,61	32,00
4	Balsas	2,07	11,29	7,79	7,79	101	101	6,88	6,88	12	12	29,2	29,2	26,8	0,47	33,62
5	Balsas	1,48	7,92	7,76	7,76	100	100	7,57	7,57	11	11	27,1	27,1	23,3	1,08	7,75
6	Balsas	1,49	6,44	7,71	7,71	99	99	7,97	7,97	10	10	25,3	25,3	24,0	1,07	6,09
7	Balsas	1,73	6,90	7,81	7,81	101	101	7,39	7,39	13	13	28,0	28,0	25,3	1,10	12,57
8	Balsas	1,70	10,10	7,61	7,61	86	86	7,19	7,19	61	61	27,2	27,2	25,8	0,34	38,80
9	Balsas	3,45	9,70	7,54	7,54	84	84	7,26	7,26	95	95	27,3	27,3	29,8	0,22	72,31
10	Balsas	2,00	8,55	7,50	7,50	84	84	7,37	7,37	92	92	28,5	28,5	27,5	0,28	54,82
11	Balsas	1,38	6,25	7,83	7,83	84	84	8,06	8,06	16	16	25,9	25,9	25,5	0,85	10,57
12	Balsas	1,68	5,55	7,90	7,90	80	80	7,36	7,36	7	7	26,7	26,7	27,3	1,45	4,37
13	Balsas	1,93	6,35	7,90	7,90	79	79	7,54	7,54	8	8	28,5	28,5	29,5	1,32	7,46
14	Balsas	1,63	6,50	7,70	7,70	80	80	7,62	7,62	20	20	30,3	30,3	28,5	0,81	16,87
15	Balsas	3,10	9,38	7,46	7,46	65	65	6,90	6,90	65	65	28,7	28,7	31,5	0,37	42,75
1	Ipueiras	0,27	7,00	8,37	8,37	85	85	8,49	8,49	1	1	28,8	28,8	37,0	0,27	14,54
2	Ipueiras	2,50	12,00	6,82	6,82	59	59	7,18	7,18	45	45	28,1	28,1	28,0	0,22	57,50
3	Ipueiras	1,82	12,94	7,40	7,40	80	80	8,10	8,10	25	25	30,0	30,0	32,5	0,64	32,00
4	Ipueiras	2,08	11,31	7,77	7,77	102	102	7,18	7,18	19	19	29,9	29,9	34,0	0,47	34,80
5	Ipueiras	1,55	11,31	8,10	8,10	94	94	8,34	8,34	12	12	28,4	28,4	31,5	1,11	34,80
6	Ipueiras	1,30	13,10	7,99	7,99	90	90	8,50	8,50	11	11	25,8	25,8	31,5	1,30	6,66
7	Ipueiras	1,50	12,20	8,03	8,03	100	100	8,16	8,16	11	11	28,9	28,9	34,0	1,15	10,68
8	Ipueiras	2,00	10,28	7,69	7,69	81	81	7,60	7,60	68	68	28,0	28,0	29,0	0,30	40,20
9	Ipueiras	3,00	11,60	7,60	7,60	105	105	7,05	7,05	130	130	29,4	29,4	34,0	0,21	79,28
10	Ipueiras	2,00	9,00	7,60	7,60	83	83	7,77	7,77	98	98	29,8	29,8	31,0	0,25	61,10
11	Ipueiras	1,10	7,00	8,65	8,65	84	84	8,02	8,02	20	20	27,3	27,3	29,0	0,91	12,58
12	Ipueiras	1,50	6,90	8,26	8,26	81	81	7,25	7,25	7	7	28,1	28,1	34,5	1,33	5,32
13	Ipueiras	1,70	1,85	8,26	8,26	81	81	8,35	8,35	9	9	30,2	30,2	33,0	1,55	7,34
14	Ipueiras	1,60	9,60	7,93	7,93	78	78	8,30	8,30	22	22	31,3	31,3	33,0	0,73	18,44
15	Ipueiras	3,20	9,85	7,55	7,55	67	67	7,00	7,00	71	71	29,0	29,0	28,5	0,31	41,16
1	Serralheria	0,91	9,75	8,32	8,32	80	80	7,93	7,93	1	1	28,9	28,9	32,0	0,86	17,35
2	Serralheria	2,27	11,25	6,57	6,57	47	47	6,91	6,91	81	81	27,1	27,1	25,8	0,18	68,00
3	Serralheria	1,92	14,39	7,40	7,40	65	65	7,75	7,75	25	25	29,0	29,0	27,8	0,61	21,00
4	Serralheria	1,75	10,68	7,43	7,43	89	89	6,96	6,96	12	12	28,8	28,8	23,5	0,45	37,61
5	Serralheria	1,19	10,25	7,97	7,97	96	96	7,81	7,81	11	11	27,7	27,7	29,5	0,99	10,01
6	Serralheria	1,26	10,00	7,98	7,98	94	94	8,41	8,41	10	10	25,9	25,9	30,5	1,07	5,86
7	Serralheria	1,40	11,20	8,11	8,11	98	98	8,35	8,35	11	11	29,2	29,2	35,1	1,07	10,26
8	Serralheria	1,50	12,25	7,65	7,65	81	81	7,52	7,52	53	53	28,2	28,2	29,0	0,39	36,15
9	Serralheria	10,00	8,19	7,23	7,23	59	59	6,94	6,94	99	99	26,8	26,8	31,8	0,28	70,60
10	Serralheria	8,50	3,38	7,14	7,30	65	65	6,96	6,65	57	58	28,5	28,5	31,3	0,34	18,21
11	Serralheria	7,95	1,53	8,51	8,37	78	77	7,12	6,11	15	15	27,7	26,8	30,0	1,09	6,08

continuação do Anexo 02

coleta	Ponto	Profundidade	Velocidade	pH(sup)	pH(fun)	Condutividade(sup)	Condutividade(fun)	OD(sup)	OD(fun)	Turbidez(sup)	Turbidez(fun)	T (água)(sup)	T (água)(fun)	T (ar)	Transparência	Mat.suspensão
12	Serralheria	7,85	0,00	8,00	7,97	80	80	6,58	5,68	9	14	28,7	28,4	31,8	1,75	3,92
13	Serralheria	8,05	0,00	7,91	7,87	76	76	7,16	6,25	9	11	29,9	29,6	29,8	1,52	5,15
14	Serralheria	7,35	3,55	7,59	7,60	77	76	7,26	6,20	13	16	31,7	31,2	33,0	1,00	3,86
15	Serralheria	8,85	4,33	7,21	7,32	53	52	6,63	5,13	44	46	28,8	28,7	29,3	0,47	18,54
1	Porto Nacional	1,99	10,50	8,12	8,12	82	82	7,66	7,66	1	1	29,0	29,0	26,0	1,53	9,92
2	Porto Nacional	2,68	8,25	7,16	7,16	65	65	7,46	7,46	37	37	29,7	29,7	34,5	0,37	23,71
3	Porto Nacional	1,87	15,38	7,35	7,35	70	70	7,25	7,25	29	29	29,0	29,0	28,5	0,55	32,00
4	Porto Nacional	2,85	12,96	7,50	7,50	72	72	6,83	6,83	18	18	29,2	29,2	30,0	0,37	47,40
5	Porto Nacional	2,46	10,72	8,01	8,01	94	94	7,96	7,96	11	11	28,8	28,8	33,5	1,23	8,63
6	Porto Nacional	1,39	7,48	7,99	7,99	93	93	8,23	8,23	9	9	25,8	25,8	30,5	0,94	5,57
7	Porto Nacional	1,70	11,30	8,25	8,25	92	92	8,12	8,12	12	12	29,0	29,0	35,5	1,04	8,97
8	Porto Nacional	2,43	7,93	7,90	7,90	84	84	7,82	7,82	28	28	29,4	29,4	34,0	0,60	20,09
9	Porto Nacional	19,05	3,37	7,19	7,31	69	69	5,67	6,05	48	98	27,2	27,0	33,5	0,51	17,14
10	Porto Nacional	15,78	1,86	7,22	7,24	59	49	6,86	6,13	31	54	29,4	28,3	28,0	0,49	17,52
11	Porto Nacional	15,05	0,83	7,69	7,67	74	75	7,23	6,91	13	11	28,1	27,4	31,5	1,40	11,94
12	Porto Nacional	13,73	0,00	7,86	7,54	80	80	7,45	5,46	6	9	28,9	27,9	33,3	2,43	2,34
13	Porto Nacional	15,15	0,00	8,10	7,67	78	78	7,46	5,98	9	9	31,1	29,5	32,8	1,66	3,99
14	Porto Nacional	10,65	0,00	7,70	7,65	79	79	6,71	5,83	10	14	30,9	30,5	34,0	1,45	3,41
15	Porto Nacional	15,35	2,12	7,11	7,15	47	45	6,27	4,58	51	57	29,1	28,8	29,3	0,42	15,72
1	Graciosa	2,08	8,00	8,21	8,21	81	81	7,80	7,80	1	1	29,5	29,5	28,3	1,33	7,62
2	Graciosa	2,05	7,50	7,24	7,24	65	65	7,27	7,27	12	12	27,9	27,9	25,3	0,46	32,01
3	Graciosa	2,83	7,26	6,95	6,95	65	65	7,30	7,30	30	30	29,0	29,0	26,5	0,83	32,22
4	Graciosa	2,18	12,27	7,30	7,30	60	60	6,94	6,94	15	15	28,1	28,1	25,4	0,41	38,82
5	Graciosa	2,00	7,75	7,97	7,97	88	88	7,55	7,55	9	9	27,7	27,7	27,0	1,10	8,01
6	Graciosa	1,30	10,43	7,89	7,89	88	88	8,18	8,18	9	9	25,7	25,7	28,3	1,23	8,24
7	Graciosa	3,05	5,90	8,11	8,11	92	92	8,29	8,29	8	8	28,1	28,1	26,5	1,55	4,97
8	Graciosa	10,00	4,63	7,30	6,80	70	68	7,09	7,17	34	52	27,7	27,4	27,5	0,50	11,35
9	Graciosa	21,25	0,45	7,02	6,79	71	69	4,37	3,89	13	14	28,6	28,4	27,3	0,76	5,08
10	Graciosa	23,15	0,00	7,29	6,88	71	56	6,53	2,06	4	20	30,2	28,1	29,3	2,24	1,77
11	Graciosa	22,23	0,78	7,29	7,10	72	73	4,72	3,19	4	3	29,2	28,4	33,5	3,04	1,63
12	Graciosa	19,85	0,00	7,59	6,84	78	82	7,31	1,00	5	5	30,3	27,2	32,5	2,83	2,61
13	Graciosa	22,70	0,00	7,38	6,90	80	83	6,78	1,80	4	12	29,2	27,8	32,8	2,25	2,44
14	Graciosa	19,65	0,00	7,69	7,08	78	79	7,43	3,62	6	5	31,3	29,8	29,5	2,59	2,16
15	Graciosa	21,70	0,00	7,04	7,01	47	46	5,68	5,43	14	19	28,4	28,0	27,5	0,75	4,84
1	Todos os Santos	0,60	5,30	8,10	8,10	84	84	7,73	7,73	1	1	28,4	28,4	23,8	0,60	15,05
2	Todos os Santos	2,54	8,75	6,47	6,47	46	46	7,08	7,08	43	43	27,7	27,7	30,0	0,20	66,44
3	Todos os Santos	1,32	10,46	7,30	7,30	60	60	7,55	7,55	29	29	29,0	29,0	28,0	0,52	33,00
4	Todos os Santos	2,62	13,05	7,52	7,52	69	69	6,84	6,84	12	12	28,1	28,1	27,5	0,46	30,41
5	Todos os Santos	0,88	7,86	7,97	7,97	88	88	7,54	7,54	11	11	28,1	28,1	31,4	0,81	11,74
6	Todos os Santos	0,68	9,26	8,06	8,06	95	95	8,69	8,69	7	7	25,8	25,8	30,5	0,68	6,70
7	Todos os Santos	7,55	1,55	8,14	7,92	88	95	8,13	7,55	1	29	29,6	29,2	34,5	3,18	3,46
8	Todos os Santos	12,78	2,20	7,22	7,05	71	69	6,46	5,50	21	7	29,2	27,5	30,5	0,65	5,46
9	Todos os Santos	28,80	2,38	6,88	6,89	69	67	4,37	3,60	8	9	29,5	28,3	30,8	1,10	2,78
10	Todos os Santos	26,80	0,00	7,25	6,94	72	65	6,32	1,33	5	3	30,1	28,3	30,0	2,29	1,66

continuação do Anexo 02

coleta	Ponto	Profundidade	Velocidade	pH(sup)	pH(fun)	Condutividade(sup)	Condutividade(fun)	OD(sup)	OD(fun)	Turbidez(sup)	Turbidez(fun)	T (água)(sup)	T (água)(fun)	T (ar)	Transparência	Mat.suspensão
11	Todos os Santos	28,35	0,00	7,18	6,86	68	65	5,67	0,02	4	3	29,7	28,3	33,5	3,24	1,65
12	Todos os Santos	24,25	0,00	7,40	6,86	75	78	6,74	0,85	5	4	29,3	27,2	33,3	3,10	1,65
13	Todos os Santos	25,20	0,00	7,73	6,94	79	79	7,83	2,03	4	3	28,9	27,6	33,0	2,78	2,18
14	Todos os Santos	22,60	0,00	7,56	6,94	78	79	6,88	1,65	5	4	32,1	30,1	32,3	2,59	2,47
15	Todos os Santos	21,85	0,00	7,31	7,04	50	49	7,01	5,27	9	22	29,9	28,6	30,8	1,12	3,52
1	Gorgulho	2,67	7,00	8,21	8,21	83	83	7,96	7,96	1	1	29,4	29,4	29,8	1,92	13,48
2	Gorgulho	4,75	11,50	6,34	6,34	47	47	7,08	7,08	36	36	27,3	27,3	26,0	0,21	52,87
3	Gorgulho	2,86	9,74	7,15	7,15	55	55	7,50	7,50	28	28	29,0	29,0	28,3	0,68	27,00
4	Gorgulho	4,26	8,33	7,42	7,42	65	65	6,51	6,51	13	13	27,9	27,9	26,5	0,45	39,15
5	Gorgulho	1,92	7,34	7,84	7,84	87	87	7,75	7,75	11	11	27,9	27,9	28,8	1,13	11,94
6	Gorgulho	1,63	6,35	8,01	8,01	94	94	8,17	8,17	8	8	25,1	25,1	27,0	1,32	6,34
7	Gorgulho	1,50	7,55	7,69	7,69	100	100	8,07	8,07	6	6	28,2	28,2	29,5	1,45	4,29
8	Gorgulho	1,90	9,10	7,17	7,17	65	65	7,83	7,83	25	25	28,3	28,3	31,0	0,60	18,25
9	Gorgulho	5,00	11,13	7,22	7,22	65	65	7,37	7,37	27	27	28,6	28,6	33,5	0,88	10,01
10	Gorgulho	2,13	8,74	7,36	7,36	63	63	6,68	6,68	8	8	28,2	28,2	26,5	1,42	6,58
11	Gorgulho	1,68	7,40	7,09	7,09	63	63	5,28	5,28	7	7	27,7	27,7	28,3	1,43	3,92
12	Gorgulho	1,05	6,90	7,07	7,07	67	67	4,85	4,85	6	6	26,8	26,8	28,5	1,05	3,76
13	Gorgulho	1,43	8,18	7,35	7,35	77	77	7,15	7,15	6	6	28,3	28,3	29,8	1,43	3,95
14	Gorgulho	1,70	11,50	7,15	7,15	77	77	5,26	5,26	5	5	29,5	29,5	29,5	1,65	3,73
15	Gorgulho	4,95	11,55	7,04	7,04	49	49	6,43	6,43	14	14	28,5	28,5	26,8	0,95	8,01

Anexo 03 – Análise de variância (ANOVA) aplicada aos valores de variáveis ambientais medidas no rio Tocantins.

Profundidade

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	4424,376213	737,39604	1090,01197	5,08E-81
Coleta [C]	14	4077,242796	291,23163	430,49589	2,76E-75
Interação [P x C]	84	3848,240127	45,81238	67,71944	5,28E-57
Resíduo	89	60,20874	0,67650		
Total	194	1339,66052			

Velocidade da corrente

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	1724,146767	287,35779	102,22939	9,66E-38
Coleta [C]	14	668,115585	47,72254	16,97760	1,95E-19
Interação [P x C]	84	1142,690099	13,60345	4,83952	1,07E-12
Resíduo	89	250,171145	2,81091		
Total	194				

pH superficial

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	25,31892103	4,21982	404,69556	2,52E-62
Coleta [C]	14	4,14045198	0,29575	28,36313	8,01E-27
Interação [P x C]	84	8,11348564	0,09659	9,26323	5,81E-22
Resíduo	89	0,92801611	0,01043		
Total	194				

pH do fundo

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	25,24351487	4,20725	411,64918	1,21E-62
Coleta [C]	14	8,17331849	0,58381	57,12143	3,08E-38
Interação [P x C]	84	10,50586513	0,12507	12,23718	2,04E-26
Resíduo	89	0,90962278	0,01022		
Total	194				

Condutividade superficial

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	27544,68718	4590,78120	760,21867	3,57E-74
Coleta [C]	14	4569,08651	326,36332	54,04472	2,72E-37
Interação [P x C]	84	6225,51282	74,11325	12,27292	1,83E-26
Resíduo	89	537,45	6,03876		
Total	194				

Condutividade do fundo

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	29851,3641	4975,22735	434,51767	1,19E-63
Coleta [C]	14	4711,59603	336,54257	29,39236	2,27E-27
Interação [P x C]	84	7020,36923	83,57582	7,29920	2,35E-18
Resíduo	89	1019,05	11,45000		
Total	194				

Oxigênio dissolvido superficial

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	72,66218154	12,11036	257,07088	5,83E-54
Coleta [C]	14	14,40772198	1,02912	21,84555	6,12E-23
Interação [P x C]	84	58,65447846	0,69827	14,82237	1,31E-29
Resíduo	89	4,192705	0,04711		
Total	194				

Oxigênio dissolvido do Fundo

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	290,2992841	48,38321	569,07203	1,05E-68
Coleta [C]	14	179,1943406	12,79960	150,54585	1,45E-55
Interação [P x C]	84	248,2831026	2,95575	34,76485	1,19E-44
Resíduo	89	7,5668911	0,08502		
Total	194				

Turbidez superficial

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	51881,91795	8646,98633	439,78336	7,1E-64
Coleta [C]	14	17846,20159	1274,72869	64,83235	2,01E-40
Interação [P x C]	84	37983,41538	452,18352	22,99793	3,24E-37
Resíduo	89	1749,9111	19,66192		
Total	194				

Turbidez do fundo

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	62026,90256	10337,81709	165,33671	4,94E-46
Coleta [C]	14	16365,0127	1168,92948	18,69514	9,59E-21
Interação [P x C]	84	41923,43077	499,08846	7,98211	1,1E-19
Resíduo	89	5564,8	62,52584		
Total	194				

Temperatura da água superficial

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	228,733641	38,12227	875,44448	7,52E-77
Coleta [C]	14	39,1829444	2,79878	64,27156	2,84E-40
Interação [P x C]	84	79,0670256	0,94127	21,61553	4,03E-36
Resíduo	89	3,8756111	0,04355		
Total	194				

Temperatura da água do fundo

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	190,5015385	31,75026	783,53428	9,56E-75
Coleta [C]	14	17,7461111	1,26758	31,28138	2,44E-28
Interação [P x C]	84	54,9171282	0,65378	16,13390	4,78E-31
Resíduo	89	3,6064444	0,04052		
Total	194				

Temperatura do ar

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	426,5687179	71,09479	108,35671	1,01E-38
Coleta [C]	14	599,6834524	42,83453	65,28480	1,52E-40
Interação [P x C]	84	796,9099487	9,48702	14,45933	3,44E-29
Resíduo	89	58,3945	0,65612		
Total	194				

Transparência

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	57,7896441	9,63161	91,90178	5,73E-36
Coleta [C]	14	20,52883349	1,46635	13,99141	6,23E-17
Interação [P x C]	84	32,9387759	0,39213	3,74157	1,34E-09
Resíduo	89	9,3274911	0,10480		
Total	194				

Material em suspensão

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	38927,85489	6487,97582	463,95958	7,1E-65
Coleta [C]	14	8863,61364	633,11526	45,27450	2,6E-34
Interação [P x C]	84	20522,34606	244,31364	17,47104	2,06E-32
Resíduo	89	1244,56929	13,98392		
Total	194				

pH superficial

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	8,08	8,36	8,32	8,12	8,21	8,10	8,21	
2	6,93	6,81	6,57	7,16	7,24	6,47	6,34	
3	7,40	7,39	7,40	7,35	6,95	7,30	7,15	
4	7,79	7,76	7,43	7,50	7,30	7,52	7,42	
5	7,76	8,09	7,97	8,01	7,97	7,97	7,84	
6	7,71	7,98	7,98	7,99	7,89	8,06	8,01	
7	7,81	8,02	8,11	8,25	8,11	8,14	7,69	
8	7,61	7,68	7,65	7,90	7,30	7,22	7,17	
9	7,54	7,59	7,23	7,19	7,02	6,88	7,22	
10	7,50	7,59	7,14	7,22	7,29	7,25	7,36	
11	7,83	8,64	8,51	7,69	7,29	7,18	7,09	
12	7,90	8,25	8,00	7,86	7,59	7,40	7,07	
13	7,90	8,25	7,91	8,10	7,38	7,73	7,35	
14	7,70	7,92	7,59	7,70	7,69	7,56	7,15	
15	7,46	7,54	7,21	7,11	7,04	7,31	7,04	
DMS	0,356	0,504	0,356	0,356	0,356	0,356	0,356	

pH fundo

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional			
1	8,08	8,37	8,32	8,12	8,21	8,10	8,21
2	6,93	6,82	6,57	7,16	7,24	6,47	6,34
3	7,40	7,40	7,40	7,35	6,95	7,30	7,15
4	7,79	7,77	7,43	7,50	7,30	7,52	7,42
5	7,76	8,10	7,97	8,01	7,97	7,97	7,84
6	7,71	7,99	7,98	7,99	7,89	8,06	8,01
7	7,81	8,03	8,11	8,25	8,11	7,92	7,69
8	7,61	7,69	7,65	7,90	6,80	7,05	7,17
9	7,54	7,60	7,23	7,31	6,79	6,89	7,22
10	7,50	7,60	7,30	7,24	6,88	6,94	7,36
11	7,83	8,65	8,37	7,67	7,10	6,86	7,09
12	7,90	8,26	7,97	7,54	6,84	6,86	7,07
13	7,90	8,26	7,87	7,67	6,90	6,94	7,35
14	7,70	7,93	7,60	7,65	7,08	6,94	7,15
15	7,46	7,55	7,32	7,15	7,01	7,04	7,04
DMS	0,353	0,499	0,353	0,353	0,353	0,353	0,353

condutividade superficial

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	86	85	80	82	81	84	83	
2	58	59	47	65	65	46	47	
3	80	80	65	70	65	60	55	
4	101	102	89	72	60	69	65	
5	100	94	96	94	88	88	87	
6	99	90	94	93	88	95	94	
7	101	100	98	92	92	88	100	
8	86	81	81	84	70	71	65	
9	84	105	59	69	71	69	65	
10	84	83	65	59	71	72	63	
11	84	84	78	74	72	68	63	
12	80	81	80	80	78	75	67	
13	79	81	76	78	80	79	77	
14	80	78	77	79	78	78	77	
15	65	67	53	47	47	50	49	
DMS	8,573	12,124	8,573	8,573	8,573	8,573	8,573	

condutividade fundo

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	86	85	80	82	81	84	83	
2	58	59	47	65	65	46	47	
3	80	80	65	70	65	60	55	
4	101	102	89	72	60	69	65	
5	100	94	96	94	88	88	87	
6	99	90	94	93	88	95	94	
7	101	100	98	92	92	95	100	
8	86	81	81	84	68	69	65	
9	84	105	59	69	69	67	65	
10	84	83	65	49	56	65	63	
11	84	84	77	75	73	65	63	
12	80	81	80	80	82	78	67	
13	79	81	76	78	83	79	77	
14	80	78	76	79	79	79	77	
15	65	67	52	45	46	49	49	
DMS	11,805	16,695	11,805	11,805	11,805	11,805	11,805	

oxigênio dissolvido superficial

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	7,80	8,45	7,93	7,66	7,80	7,73	7,96
2	7,66	7,14	6,91	7,46	7,27	7,08	7,08
3	7,60	8,06	7,75	7,25	7,30	7,55	7,50
4	6,88	7,14	6,96	6,83	6,94	6,84	6,51
5	7,57	8,30	7,81	7,96	7,55	7,54	7,75
6	7,97	8,46	8,41	8,23	8,18	8,69	8,17
7	7,39	8,12	8,35	8,12	8,29	8,13	8,07
8	7,19	7,56	7,52	7,82	7,09	6,46	7,83
9	7,26	7,01	6,94	5,67	4,37	4,37	7,37
10	7,37	7,73	6,96	6,86	6,53	6,32	6,68
11	8,06	7,98	7,12	7,23	4,72	5,67	5,28
12	7,36	7,21	6,58	7,45	7,31	6,74	4,85
13	7,54	8,31	7,16	7,46	6,78	7,83	7,15
14	7,62	8,26	7,26	6,71	7,43	6,88	5,26
15	6,90	6,96	6,63	6,27	5,68	7,01	6,43
DMS	0,757	1,071	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757

oxigênio dissolvido fundo

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	7,80	8,45	7,93	7,66	7,80	7,73	7,96
2	7,66	7,14	6,91	7,46	7,27	7,08	7,08
3	7,60	8,06	7,75	7,25	7,30	7,55	7,50
4	6,88	7,14	6,96	6,83	6,94	6,84	6,51
5	7,57	8,30	7,81	7,96	7,55	7,54	7,75
6	7,97	8,46	8,41	8,23	8,18	8,69	8,17
7	7,39	8,12	8,35	8,12	8,29	7,55	8,07
8	7,19	7,56	7,52	7,82	7,17	5,50	7,83
9	7,26	7,01	6,94	6,05	3,89	3,60	7,37
10	7,37	7,73	6,65	6,13	2,06	1,33	6,68
11	8,06	7,98	6,11	6,91	3,19	0,02	5,28
12	7,36	7,21	5,68	5,46	1,00	0,85	4,85
13	7,54	8,31	6,25	5,98	1,80	2,03	7,15
14	7,62	8,26	6,20	5,83	3,62	1,65	5,26
15	6,90	6,96	5,13	4,58	5,43	5,27	6,43
DMS	1,017	1,439	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017

Turbidez
superficial

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Todos os Santos		Gorgulho
				Nacional	Graciosa			
1	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	
2	42,5	45,0	81,0	36,5	11,5	43,0	35,5	
3	40,0	25,0	25,0	29,0	29,5	28,5	27,5	
4	11,5	19,0	11,5	17,5	14,5	12,0	13,0	
5	10,5	12,0	11,0	10,5	9,0	10,5	10,5	
6	9,5	11,0	9,5	9,0	9,0	6,5	8,0	
7	12,5	11,0	10,5	11,5	7,5	1,0	5,5	
8	61,0	68,0	53,0	28,0	33,5	20,5	25,0	
9	95,0	130,0	99,0	48,0	13,0	7,5	27,0	
10	91,5	98,0	56,5	31,0	3,5	4,5	8,0	
11	16,0	20,0	15,0	12,5	3,5	3,5	6,5	
12	6,5	7,0	8,5	5,5	4,5	4,5	6,0	
13	7,5	9,0	9,0	8,5	3,5	4,0	5,5	
14	19,5	22,0	12,5	10,0	5,5	4,5	4,5	
15	65,0	71,0	43,5	51,0	13,5	9,0	13,5	
DMS	15,469	21,877	15,469	15,469	15,469	15,469	15,469	

Turbidez fundo

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Todos os Santos		Gorgulho
				Nacional	Graciosa			
1	1,0	1,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	
2	42,5	45,5	81,0	36,5	11,5	43,0	35,5	
3	40,0	25,5	25,0	29,0	29,5	28,5	27,5	
4	11,5	19,5	11,5	17,5	14,5	12,0	13,0	
5	10,5	12,5	11,0	10,5	9,0	10,5	10,5	
6	9,5	11,5	9,5	9,0	9,0	6,5	8,0	
7	12,5	11,5	10,5	11,5	7,5	29,0	5,5	
8	61,0	68,5	53,0	28,0	52,0	7,0	25,0	
9	95,0	130,5	99,0	97,5	14,0	9,0	27,0	
10	91,5	98,5	57,5	54,0	20,0	3,0	8,0	
11	16,0	20,5	15,0	11,0	2,5	3,0	6,5	
12	6,5	7,5	13,5	9,0	5,0	3,5	6,0	
13	7,5	9,5	11,0	9,0	12,0	2,5	5,5	
14	19,5	22,5	15,5	14,0	4,5	3,5	4,5	
15	65,0	71,5	45,5	56,5	19,0	21,5	13,5	
DMS	27,586	39,013	27,586	27,586	27,586	27,586	27,586	

Temperatura água superficial

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	27,7	28,8	28,9	29,0	29,5	28,4	29,4
2	27,7	28,1	27,1	29,7	27,9	27,7	27,3
3	29,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
4	29,2	29,9	28,8	29,2	28,1	28,1	27,9
5	27,1	28,4	27,7	28,8	27,7	28,1	27,9
6	25,3	25,8	25,9	25,8	25,7	25,8	25,1
7	28,0	28,9	29,2	29,0	28,1	29,6	28,2
8	27,2	28,0	28,2	29,4	27,7	29,2	28,3
9	27,3	29,4	26,8	27,2	28,6	29,5	28,6
10	28,5	29,8	28,5	29,4	30,2	30,1	28,2
11	25,9	27,3	27,7	28,1	29,2	29,7	27,7
12	26,7	28,1	28,7	28,9	30,3	29,3	26,8
13	28,5	30,2	29,9	31,1	29,2	28,9	28,3
14	30,3	31,3	31,7	30,9	31,3	32,1	29,5
15	28,7	29,0	28,8	29,1	28,4	29,9	28,5
DMS	0,728	1,030	0,728	0,728	0,728	0,728	0,728

Temperatura da água fundo

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	27,7	28,8	28,9	29,0	29,5	28,4	29,4
2	27,7	28,1	27,1	29,7	27,9	27,7	27,3
3	29,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
4	29,2	29,9	28,8	29,2	28,1	28,1	27,9
5	27,1	28,4	27,7	28,8	27,7	28,1	27,9
6	25,3	25,8	25,9	25,8	25,7	25,8	25,1
7	28,0	28,9	29,2	29,0	28,1	29,2	28,2
8	27,2	28,0	28,2	29,4	27,4	27,5	28,3
9	27,3	29,4	26,8	27,0	28,4	28,3	28,6
10	28,5	29,8	28,5	28,3	28,1	28,3	28,2
11	25,9	27,3	26,8	27,4	28,4	28,3	27,7
12	26,7	28,1	28,4	27,9	27,2	27,2	26,8
13	28,5	30,2	29,6	29,5	27,8	27,6	28,3
14	30,3	31,3	31,2	30,5	29,8	30,1	29,5
15	28,7	29,0	28,7	28,8	28,0	28,6	28,5
DMS	0,702	0,993	0,702	0,702	0,702	0,702	0,702

Temperatura do ar

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	23,5	37,0	32,0	26,0	28,3	23,8	29,8	
2	25,2	28,0	25,8	34,5	25,3	30,0	26,0	
3	24,0	32,5	27,8	28,5	26,5	28,0	28,3	
4	26,8	34,0	23,5	30,0	25,4	27,5	26,5	
5	23,3	31,5	29,5	33,5	27,0	31,4	28,8	
6	24,0	31,5	30,5	30,5	28,3	30,5	27,0	
7	25,3	34,0	35,1	35,5	26,5	34,5	29,5	
8	25,8	29,0	29,0	34,0	27,5	30,5	31,0	
9	29,8	34,0	31,8	33,5	27,3	30,8	33,5	
10	27,5	31,0	31,3	28,0	29,3	30,0	26,5	
11	25,5	29,0	30,0	31,5	33,5	33,5	28,3	
12	27,3	34,5	31,8	33,3	32,5	33,3	28,5	
13	29,5	33,0	29,8	32,8	32,8	33,0	29,8	
14	28,5	33,0	33,0	34,0	29,5	32,3	29,5	
15	31,5	28,5	29,3	29,3	27,5	30,8	26,8	
DMS	2,826	3,996	2,826	2,826	2,826	2,826	2,826	

Transparência

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	0,56	0,16	0,86	1,53	1,33	0,60	1,92	
2	0,23	0,11	0,18	0,37	0,46	0,20	0,21	
3	0,61	0,53	0,61	0,55	0,83	0,52	0,68	
4	0,47	0,36	0,45	0,37	0,41	0,46	0,45	
5	1,08	1,00	0,99	1,23	1,10	0,81	1,13	
6	1,07	1,19	1,07	0,94	1,23	0,68	1,32	
7	1,10	1,04	1,07	1,04	1,55	3,18	1,45	
8	0,34	0,19	0,39	0,60	0,50	0,65	0,60	
9	0,22	0,10	0,28	0,51	0,76	1,10	0,88	
10	0,28	0,14	0,34	0,49	2,24	2,29	1,42	
11	0,85	0,80	1,09	1,40	3,04	3,24	1,43	
12	1,45	1,22	1,75	2,43	2,83	3,10	1,05	
13	1,32	1,44	1,52	1,66	2,25	2,78	1,43	
14	0,81	0,62	1,00	1,45	2,59	2,59	1,65	
15	0,37	0,20	0,47	0,42	0,75	1,12	0,95	
DMS	1,129	1,597	1,129	1,129	1,129	1,129	1,129	

Material em suspensão

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	18,54	15,12	17,35	9,92	7,62	15,05	13,48
2	68,80	58,08	68,00	23,71	32,01	66,44	52,87
3	32,00	32,58	21,00	32,00	32,22	33,00	27,00
4	33,62	35,38	37,61	47,40	38,82	30,41	39,15
5	7,75	11,76	10,01	8,63	8,01	11,74	11,94
6	6,09	7,24	5,86	5,57	8,24	6,70	6,34
7	12,57	11,26	10,26	8,97	4,97	3,46	4,29
8	38,80	40,78	36,15	20,09	11,35	5,46	18,25
9	72,31	79,85	70,60	17,14	5,08	2,78	10,01
10	54,82	61,68	18,21	11,94	1,77	1,66	6,58
11	10,57	13,16	6,08	4,01	1,63	1,65	3,92
12	4,37	5,90	3,92	2,34	2,61	1,65	3,76
13	7,46	7,92	5,15	3,99	2,44	2,18	3,95
14	16,87	19,02	3,86	3,41	2,16	2,47	3,73
15	42,75	41,74	18,54	15,72	4,84	3,52	8,01
DMS	13,046	18,450	13,046	13,046	13,046	13,046	13,046

Anexo 05 - Valores de densidade dos macroinvertebrados bentônicos do rio Tocantins em diferentes coletas e pontos.

coleta	Ponto	Annelida	Annelida	Arachnida	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Collembola	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera
		Oligochaeta	Hirudinea	Hydracarina	Dryopidae	Dytiscidae	Elmidae	Hydrophiloidea	Staphylinidae				Chironomidae	Ceratopogonidae	Chaoboridae
1	Balsas	426	0	26	0	0	0	63	9	0	0	0	1698	13	0
2	Balsas	565	0	17	0	0	0	76	0	0	11	0	585	72	0
3	Balsas	552	0	9	0	0	0	17	0	0	2	0	765	35	0
4	Balsas	687	0	33	0	0	2	150	2	0	4	0	2178	180	2
5	Balsas	1193	0	41	0	0	0	141	0	0	0	0	930	37	0
6	Balsas	1876	2	74	0	0	0	411	0	0	0	0	2752	170	0
7	Balsas	1180	4	322	0	0	0	415	0	0	0	0	4226	256	0
8	Balsas	56	0	35	0	0	0	228	2	0	0	0	2446	174	0
9	Balsas	4	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	67	2	0
10	Balsas	54	0	13	0	0	0	98	0	0	0	0	576	146	0
11	Balsas	15	0	46	0	0	0	119	0	0	0	0	2719	180	0
12	Balsas	528	0	39	0	0	0	207	0	0	0	0	12630	106	0
13	Balsas	1583	0	220	0	0	0	80	0	0	0	0	6631	100	0
14	Balsas	5108	3	303	0	0	0	172	0	0	6	0	5236	200	0
15	Balsas	922	0	170	0	0	0	50	0	0	0	0	948	150	0
1	Ipueiras	185	0	11	4	0	0	4	0	0	0	0	3107	7	0
2	Ipueiras	796	4	0	0	0	0	26	0	0	4	0	526	44	0
3	Ipueiras	1030	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	956	89	0
4	Ipueiras	5356	0	7	0	0	0	41	0	0	4	0	2374	52	0
5	Ipueiras	1548	0	26	0	0	0	215	0	0	0	0	2285	211	0
6	Ipueiras	2978	4	41	0	0	0	919	0	0	0	0	4304	393	0
7	Ipueiras	5619	0	78	0	0	0	452	0	0	0	0	2996	189	0
8	Ipueiras	770	0	7	0	0	0	22	0	0	0	0	1407	7	0
9	Ipueiras	0	0	4	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0
10	Ipueiras	270	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	741	185	0
11	Ipueiras	815	0	115	0	0	0	415	0	0	0	0	6733	267	0
12	Ipueiras	211	0	44	0	0	0	252	0	0	0	0	2863	237	0
13	Ipueiras	1839	0	144	0	0	0	122	0	0	0	0	11622	567	0
14	Ipueiras	3274	0	56	0	0	0	122	0	0	0	0	15815	285	0
15	Ipueiras	3374	4	0	0	0	0	30	0	0	0	0	1159	41	0
1	Serralheria	2031	6	15	0	0	0	200	0	0	0	0	2430	124	0
2	Serralheria	287	0	4	0	0	0	28	0	2	6	0	141	13	0
3	Serralheria	8226	0	6	0	0	0	19	0	0	4	0	1728	176	0
4	Serralheria	709	0	7	0	0	0	42	0	2	2	0	1447	224	0
5	Serralheria	4189	2	24	0	0	0	280	0	0	0	0	1938	340	0
6	Serralheria	1831	4	181	0	0	0	172	0	0	0	0	2309	143	0
7	Serralheria	2430	0	59	0	0	0	237	0	0	0	0	2846	543	0
8	Serralheria	2307	0	11	0	0	4	187	0	0	0	0	1878	283	0
9	Serralheria	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	24	2	0
10	Serralheria	124	0	13	0	0	2	15	0	0	0	0	470	41	0
11	Serralheria	94	0	87	0	0	0	37	0	0	2	2	2228	146	0
12	Serralheria	59	0	863	0	0	0	65	0	0	0	0	8889	154	0
13	Serralheria	172	0	209	0	0	0	65	0	0	0	0	8528	159	4
14	Serralheria	381	2	376	0	0	0	74	0	0	0	0	1731	1489	19
15	Serralheria	196	0	170	0	0	2	72	0	0	2	0	522	257	0
1	Porto Nacional	9133	0	69	0	0	0	465	0	0	0	0	2915	324	0
2	Porto Nacional	335	0	13	0	0	0	6	0	0	4	0	872	15	0
3	Porto Nacional	7235	0	9	0	0	0	22	0	0	0	0	941	202	0
4	Porto Nacional	518	2	2	0	0	0	16	0	0	0	0	318	29	0
5	Porto Nacional	16737	0	215	0	0	0	672	0	2	0	0	1535	152	0
6	Porto Nacional	1035	0	170	0	0	0	313	0	0	0	0	3417	211	0
7	Porto Nacional	4044	9	204	0	0	0	669	0	0	0	0	3794	641	0

continuação da Anexo 05

coleta	Ponto	Annelida	Arachnida	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera	Collembola	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	
		Oligochaeta	Hirudinea	Hydracarina	Dryopidae	Dytiscidae	Elmidae	Hydrophiloidea	Staphylinidae			Chironomidae	Ceratopogonidae	Chaoboridae	
8	Porto Nacional	24	0	20	0	0	0	54	0	0	0	0	183	122	0
9	Porto Nacional	30	0	2	0	0	0	37	0	0	0	4	476	31	2
10	Porto Nacional	33	0	11	2	0	0	4	0	0	0	0	346	2	0
11	Porto Nacional	1076	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	869	17	46
12	Porto Nacional	169	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	781	19	37
13	Porto Nacional	1250	6	11	0	0	0	15	0	0	0	0	1615	28	2
14	Porto Nacional	2043	6	115	0	0	0	2	0	0	0	0	3741	6	2
15	Porto Nacional	1707	9	56	0	0	0	41	0	0	0	0	2120	22	7
1	Graciosa	5902	0	187	0	0	0	376	0	0	2	0	2070	294	0
2	Graciosa	3806	0	41	0	0	0	67	0	0	2	2	624	104	0
3	Graciosa	1802	0	13	0	0	0	22	0	0	0	0	378	74	0
4	Graciosa	756	0	6	0	0	0	20	0	0	0	0	1107	37	0
5	Graciosa	8411	0	57	0	0	0	181	0	0	0	0	2098	252	0
6	Graciosa	1630	4	170	0	0	0	552	0	0	2	0	2891	137	0
7	Graciosa	2722	11	287	0	0	0	426	0	0	13	0	10024	244	0
8	Graciosa	26	2	46	0	0	0	148	0	0	2	0	759	87	0
9	Graciosa	9	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	163	2	0
10	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	2
11	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	126
12	Graciosa	20	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	89	0	152
13	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
14	Graciosa	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
15	Graciosa	569	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1024	0	6
1	Todos os Santos	1274	72	272	0	0	0	791	0	0	0	0	13909	339	0
2	Todos os Santos	261	0	11	0	0	0	70	0	0	2	2	222	30	0
3	Todos os Santos	3857	0	19	0	0	0	91	0	0	2	0	1233	363	0
4	Todos os Santos	2239	0	43	0	0	0	119	0	0	2	0	1604	494	2
5	Todos os Santos	4574	0	285	0	0	0	817	0	0	4	0	3185	574	0
6	Todos os Santos	3459	2	113	0	0	0	881	0	0	2	0	7452	654	0
7	Todos os Santos	4396	2	222	0	0	0	485	0	0	0	0	21065	394	0
8	Todos os Santos	424	0	30	0	0	0	148	0	0	0	0	5283	106	0
9	Todos os Santos	126	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	309	4	2
10	Todos os Santos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	0
11	Todos os Santos	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1507
12	Todos os Santos	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	356
13	Todos os Santos	17	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	4
14	Todos os Santos	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	67
15	Todos os Santos	400	17	7	0	0	0	0	0	0	0	0	989	0	9
1	Gorgulho	4078	0	65	0	0	0	46	0	0	2	0	17313	274	0
2	Gorgulho	1470	0	0	0	0	0	31	0	0	4	0	202	33	0
3	Gorgulho	2330	0	26	0	0	0	69	0	0	0	0	1276	222	0
4	Gorgulho	811	2	7	0	0	0	63	0	0	7	0	1128	300	4
5	Gorgulho	3293	2	174	2	0	0	344	0	0	2	0	2231	254	0
6	Gorgulho	5185	0	106	0	0	0	220	0	0	0	0	3113	198	0
7	Gorgulho	5956	2	22	0	0	0	94	0	2	0	0	1639	115	0
8	Gorgulho	998	0	36	0	0	0	44	4	2	16	0	1933	38	0
9	Gorgulho	126	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	254	7	0
10	Gorgulho	378	0	6	0	0	0	19	0	0	2	0	1346	31	2
11	Gorgulho	935	0	4	0	0	0	56	0	0	0	0	6739	109	28
12	Gorgulho	2959	2	22	0	0	0	107	0	0	0	0	35070	204	37
13	Gorgulho	5491	13	30	0	0	0	15	0	0	0	0	6228	24	0
14	Gorgulho	1493	0	31	0	0	0	2	0	0	2	0	15827	4	2
15	Gorgulho	226	0	2	0	2	0	7	0	0	7	4	1380	6	263

coleta	Ponto	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera
		Culicidae	Dolichopodidae	Empididae	Psychodidae	Simuliidae	Syrphidae	Tabanidae	Tipuliidae	NI	Baetidae	Caenidae	Leptohyphidae	Leptophlebiidae
1	Balsas	0	0	6	0	4	0	0	0	11	39	0	128	126
2	Balsas	0	0	2	0	2	0	0	0	19	57	4	30	50
3	Balsas	0	0	4	0	2	0	0	0	2	119	0	4	17
4	Balsas	0	0	4	0	0	0	0	0	28	43	0	9	35
5	Balsas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	43	2	9	24
6	Balsas	0	0	9	0	4	0	0	0	6	217	4	107	76
7	Balsas	0	0	28	0	91	0	0	0	9	183	11	276	130
8	Balsas	0	0	2	0	0	0	0	2	13	233	2	120	91
9	Balsas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	0
10	Balsas	0	7	6	0	0	0	0	0	0	219	6	78	37
11	Balsas	0	0	83	0	7	0	0	0	0	226	4	807	172
12	Balsas	0	0	2	0	6	0	0	0	15	157	450	106	35
13	Balsas	0	0	2	0	6	0	0	0	4	237	770	307	30
14	Balsas	22	0	3	0	19	0	0	0	0	300	17	192	86
15	Balsas	0	0	2	0	2	0	0	0	0	98	4	19	33
1	Ipueiras	0	0	11	0	41	0	0	0	19	126	0	56	193
2	Ipueiras	0	0	4	0	0	0	0	0	0	52	0	11	52
3	Ipueiras	0	0	0	0	4	0	0	0	4	237	0	19	181
4	Ipueiras	0	0	0	0	7	0	0	0	0	89	0	7	100
5	Ipueiras	0	0	11	0	56	0	0	0	4	333	0	19	181
6	Ipueiras	0	0	67	0	15	0	0	0	7	422	0	85	341
7	Ipueiras	0	0	30	0	26	0	0	0	0	137	0	81	196
8	Ipueiras	0	0	4	0	0	0	0	0	0	11	0	19	4
9	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
10	Ipueiras	0	0	4	0	0	0	0	0	4	52	0	7	33
11	Ipueiras	0	0	19	0	4	0	0	0	0	122	0	126	93
12	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	4	52	0	230	30
13	Ipueiras	0	0	0	0	11	0	0	0	0	178	0	172	161
14	Ipueiras	0	0	0	0	4	0	0	4	0	74	0	7	70
15	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
1	Serralheria	0	0	13	0	15	0	0	0	91	313	2	365	476
2	Serralheria	2	0	0	0	2	0	0	0	0	15	0	4	13
3	Serralheria	0	0	0	0	6	0	0	2	11	126	2	7	174
4	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	2	0	16	0	0	7
5	Serralheria	0	0	11	0	49	0	0	0	11	282	0	40	278
6	Serralheria	0	0	46	2	7	0	0	0	11	161	0	187	244
7	Serralheria	0	0	41	0	26	0	0	0	15	198	2	330	243
8	Serralheria	0	0	4	0	13	0	0	0	2	293	4	31	194
9	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	2
10	Serralheria	0	0	0	0	2	0	0	0	0	15	0	4	0
11	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	19	2
12	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	22	4
13	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	13	2
14	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	9	0
15	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	7	6	11
1	Porto Nacional	0	0	4	0	24	0	0	2	59	398	0	256	1150
2	Porto Nacional	0	0	2	0	24	0	0	0	6	43	6	33	48
3	Porto Nacional	0	0	2	0	15	0	0	0	30	191	0	26	324
4	Porto Nacional	0	0	0	0	11	0	0	0	11	7	0	2	47
5	Porto Nacional	0	0	6	0	13	0	0	0	0	24	0	28	131
6	Porto Nacional	0	0	2	0	4	0	0	0	20	87	6	65	224
7	Porto Nacional	0	0	9	0	52	0	0	2	44	509	0	1030	1043

continuação da Anexo 05

coleta	Ponto	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Diptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera	Ephemeroptera
		Culicidae	Dolichopodidae	Empididae	Psychodidae	Simuliidae	Syrphidae	Tabanidae	Tipuliidae	NI	Baetidae	Caenidae	Leptohyphidae	Leptophlebiidae
8	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	9	26	126
9	Porto Nacional	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
10	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
11	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Porto Nacional	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Porto Nacional	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
1	Graciosa	0	0	20	0	6	0	0	2	80	424	2	209	793
2	Graciosa	0	0	6	0	0	0	0	0	74	183	0	63	287
3	Graciosa	2	0	0	0	6	0	0	0	17	106	0	15	81
4	Graciosa	0	0	0	0	6	0	0	0	7	2	0	7	2
5	Graciosa	0	0	9	0	17	0	0	4	4	115	0	31	339
6	Graciosa	0	0	28	0	9	0	0	6	17	167	0	196	281
7	Graciosa	0	0	20	0	0	0	0	0	24	443	41	350	476
8	Graciosa	0	0	2	0	7	0	0	2	0	11	4	9	20
9	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Graciosa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
13	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Todos os Santos	0	0	33	0	2	0	0	0	174	135	0	378	254
2	Todos os Santos	0	0	2	0	0	0	0	0	2	167	0	35	159
3	Todos os Santos	0	0	22	0	7	0	0	0	13	215	0	33	209
4	Todos os Santos	2	0	6	0	44	0	0	2	102	106	0	9	176
5	Todos os Santos	0	0	26	0	111	0	0	0	7	122	4	83	298
6	Todos os Santos	0	0	74	0	26	0	0	0	11	117	0	219	426
7	Todos os Santos	0	0	9	0	0	0	0	0	0	54	119	172	78
8	Todos os Santos	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
9	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Gorgulho	2	0	37	0	2	0	0	0	9	63	70	213	115
2	Gorgulho	0	0	2	0	0	0	0	0	4	17	0	4	167
3	Gorgulho	0	0	2	0	98	0	0	0	22	156	2	19	135
4	Gorgulho	0	0	4	0	11	2	0	0	7	76	0	6	30
5	Gorgulho	4	0	6	0	67	0	0	0	4	57	2	37	363
6	Gorgulho	0	0	19	0	0	0	0	0	6	35	13	67	357
7	Gorgulho	2	0	35	0	0	0	0	0	13	20	0	46	283
8	Gorgulho	0	2	80	0	0	0	0	0	2	53	0	111	49
9	Gorgulho	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	7
10	Gorgulho	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	2	17
11	Gorgulho	0	0	11	0	0	0	0	2	0	156	0	346	104
12	Gorgulho	0	0	56	0	0	0	0	4	4	676	143	3433	263
13	Gorgulho	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	0	243	48
14	Gorgulho	7	0	9	0	0	0	0	0	0	327	0	811	516
15	Gorgulho	17	0	0	2	4	0	0	0	6	26	4	20	37

continuação da Anexo 05

coleta	Ponto	Ephemeroptera		Hemiptera	Hemiptera	Hemiptera	Hemiptera	Lepidoptera	Mollusca	Mollusca	Mollusca	Mollusca	Odonata	Odonata	Odonata	Odonata
		Oligoneuridae	Polymitarcyidae	Corixidae	Gerridae	Naucoridae	Notonectidae		Ancylidae	Gastropoda	Pelecypoda	Planorbidae	Anizoptera	Coenagrionidae	Corduliidae	Gomphidae
1	Balsas	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	Balsas	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2
3	Balsas	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Balsas	0	6	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0
5	Balsas	0	9	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Balsas	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
7	Balsas	2	61	0	0	2	0	13	0	22	11	0	0	0	0	6
8	Balsas	0	15	0	0	0	0	0	0	100	11	0	0	0	0	0
9	Balsas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Balsas	0	4	0	0	2	0	0	0	4	9	0	0	0	0	7
11	Balsas	0	6	0	0	7	0	7	0	0	2	0	0	0	0	6
12	Balsas	0	6	0	0	0	0	0	0	4	769	0	0	0	0	13
13	Balsas	0	9	0	0	2	0	2	0	19	3750	0	0	0	0	0
14	Balsas	0	97	0	0	0	0	6	3	108	38667	0	0	3	0	8
15	Balsas	0	11	0	0	2	0	0	0	30	3254	0	0	2	0	4
1	Ipueiras	0	7	0	0	4	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0
2	Ipueiras	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Ipueiras	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ipueiras	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
5	Ipueiras	0	26	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Ipueiras	0	7	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	4
7	Ipueiras	0	41	0	0	0	0	11	0	0	48	0	0	0	0	0
8	Ipueiras	0	4	0	0	30	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
9	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Ipueiras	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	Ipueiras	0	15	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	4
12	Ipueiras	0	7	0	0	4	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
13	Ipueiras	0	11	0	0	0	0	0	0	0	45683	0	0	0	0	0
14	Ipueiras	0	11	0	0	7	0	0	0	0	4933	0	0	0	0	0
15	Ipueiras	0	0	0	0	11	0	0	0	0	607	0	0	0	0	0
1	Serralheria	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2	Serralheria	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
3	Serralheria	0	6	0	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Serralheria	0	24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Serralheria	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	2
7	Serralheria	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Serralheria	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
9	Serralheria	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Serralheria	0	0	0	0	4	0	0	0	0	17	0	0	0	0	4
11	Serralheria	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4	19
12	Serralheria	0	2	0	0	0	0	0	0	7	548	0	0	4	0	15
13	Serralheria	0	6	0	0	0	0	0	0	4	119	0	0	0	0	9
14	Serralheria	0	0	0	0	0	0	2	0	9	43	0	0	2	0	0
15	Serralheria	4	11	0	0	0	0	0	0	30	111	0	0	2	0	2
1	Porto Nacional	2	7	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Porto Nacional	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Porto Nacional	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
4	Porto Nacional	0	13	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2
5	Porto Nacional	6	17	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
6	Porto Nacional	0	11	0	0	19	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
7	Porto Nacional	0	39	0	0	0	0	19	0	0	6	0	0	0	0	0

coleta	Ponto	Odonata	Platyhelminthes	Plecoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera
		Libellulidae		Perlidae	NI	Glossosomatidae	Helicopsychidae	Hydropsychidae	Hydroptilidae	Leptoceridae	Odontoceridae	Philopotamidae	Polycentropodidae
1	Balsas	2	0	2	2	20	22	131	31	0	0	4	2
2	Balsas	0	4	15	2	11	4	11	7	4	4	2	0
3	Balsas	0	0	4	0	24	2	22	2	2	2	0	0
4	Balsas	2	0	28	0	59	0	13	11	9	0	2	0
5	Balsas	0	0	2	2	24	22	19	43	50	37	2	0
6	Balsas	0	0	9	0	44	9	209	156	31	24	0	0
7	Balsas	0	0	7	2	100	19	196	398	70	13	2	2
8	Balsas	0	0	9	0	43	0	98	48	26	19	4	0
9	Balsas	0	0	0	0	2	0	4	0	2	0	0	0
10	Balsas	4	0	13	2	11	2	78	144	4	0	0	0
11	Balsas	19	0	13	6	119	11	1065	417	17	11	0	2
12	Balsas	11	0	2	0	37	0	22	156	24	2	2	0
13	Balsas	7	0	0	0	15	2	17	106	43	4	4	0
14	Balsas	3	0	3	8	50	6	117	719	150	81	0	3
15	Balsas	0	0	6	4	9	2	15	6	2	19	0	0
1	Ipueiras	0	0	11	7	122	7	278	41	7	4	7	0
2	Ipueiras	4	0	4	0	0	0	11	0	7	4	0	0
3	Ipueiras	0	0	48	0	119	0	44	4	7	0	0	0
4	Ipueiras	0	0	19	0	15	0	4	7	7	0	0	0
5	Ipueiras	4	0	15	0	200	11	41	30	4	0	15	0
6	Ipueiras	0	0	30	0	681	4	348	41	0	0	4	0
7	Ipueiras	0	0	11	0	174	4	85	11	4	4	0	0
8	Ipueiras	0	0	0	0	0	4	0	7	0	4	0	0
9	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Ipueiras	0	0	4	0	0	7	0	11	0	0	0	0
11	Ipueiras	4	4	4	0	133	163	107	630	370	15	0	0
12	Ipueiras	0	0	0	0	30	19	67	59	7	0	0	0
13	Ipueiras	0	0	0	6	150	17	56	333	6	0	0	0
14	Ipueiras	0	0	0	0	41	0	4	11	0	4	0	0
15	Ipueiras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Serralheria	0	0	28	59	554	22	893	35	2	46	0	0
2	Serralheria	0	0	0	0	6	0	9	0	0	0	0	0
3	Serralheria	0	0	9	0	54	0	4	6	2	0	2	0
4	Serralheria	0	0	2	0	11	2	4	7	0	0	0	0
5	Serralheria	0	0	44	0	287	4	78	76	0	2	220	0
6	Serralheria	0	0	61	2	452	7	163	72	6	2	83	0
7	Serralheria	0	0	20	4	359	7	126	122	2	17	4	0
8	Serralheria	0	0	9	0	261	2	61	17	0	4	0	0
9	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Serralheria	0	0	0	0	2	0	7	6	9	0	0	0
11	Serralheria	0	0	0	0	0	0	6	202	424	2	0	0
12	Serralheria	0	0	0	0	0	4	2	72	115	9	0	4
13	Serralheria	0	26	0	0	0	0	0	33	13	0	0	0
14	Serralheria	0	0	0	0	0	0	0	24	28	0	0	0
15	Serralheria	0	0	0	0	0	0	7	11	81	11	0	2
1	Porto Nacional	0	0	65	2	704	6	1485	56	4	2	2	0
2	Porto Nacional	0	0	0	0	0	2	33	7	6	2	0	0
3	Porto Nacional	0	0	13	0	67	0	33	2	2	0	0	0
4	Porto Nacional	0	0	9	0	11	0	7	0	2	0	2	0
5	Porto Nacional	0	0	9	0	67	4	72	24	9	0	7	0
6	Porto Nacional	0	0	6	0	178	0	46	11	20	4	11	0
7	Porto Nacional	0	26	15	0	319	2	219	57	0	2	0	0

continuação da Anexo 05

coleta	Ponto	Odonata	Platyhelminthes	Plecoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera
		Libellulidae		Perlidae	NI	Glossosomatidae	Helicopsychidae	Hydropsychidae	Hydroptilidae	Leptoceridae	Odontoceridae	Philopotamidae	Polycentropodidae
8	Porto Nacional	0	0	0	0	4	2	39	20	2	4	0	0
9	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0
10	Porto Nacional	2	0	0	0	0	0	0	2	65	0	0	2
11	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	17	24	0	0	0
12	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0
15	Porto Nacional	0	0	0	0	0	0	2	2	17	0	0	0
1	Graciosa	0	0	65	6	294	7	989	94	6	2	0	0
2	Graciosa	0	0	7	0	28	0	52	17	2	0	0	0
3	Graciosa	0	0	6	0	19	2	4	2	0	0	0	0
4	Graciosa	0	0	2	0	0	0	4	4	2	0	0	0
5	Graciosa	0	0	9	0	107	2	78	81	0	0	6	0
6	Graciosa	0	0	28	0	87	4	111	131	6	13	15	0
7	Graciosa	0	0	4	0	31	11	409	872	48	2	0	0
8	Graciosa	0	2	0	0	0	44	0	9	54	19	0	0
9	Graciosa	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
10	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Graciosa	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Graciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
1	Todos os Santos	0	0	2	2	43	9	1943	139	17	9	2	0
2	Todos os Santos	0	0	24	0	7	2	22	6	2	0	0	0
3	Todos os Santos	0	2	19	2	89	4	43	2	9	2	0	0
4	Todos os Santos	0	2	61	0	57	11	22	24	7	2	0	0
5	Todos os Santos	6	0	17	0	87	165	178	81	81	7	13	0
6	Todos os Santos	0	0	43	4	72	6	154	113	20	7	4	0
7	Todos os Santos	0	37	0	4	0	0	15	130	33	4	0	0
8	Todos os Santos	2	6	0	0	0	7	0	4	15	7	0	2
9	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
10	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Todos os Santos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Todos os Santos	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Gorgulho	2	0	0	4	43	2	167	85	7	0	0	0
2	Gorgulho	0	6	4	0	2	0	6	6	6	0	0	0
3	Gorgulho	0	0	11	0	9	2	107	26	4	2	0	0
4	Gorgulho	0	0	24	0	6	4	4	7	0	2	2	0
5	Gorgulho	0	0	2	0	144	20	106	237	17	2	0	0
6	Gorgulho	0	0	4	0	56	0	43	56	37	0	0	0
7	Gorgulho	0	0	0	0	59	0	44	20	0	0	0	0
8	Gorgulho	0	0	0	4	231	0	29	4	0	7	2	0
9	Gorgulho	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0
10	Gorgulho	0	0	2	0	2	0	2	6	0	0	0	0
11	Gorgulho	0	0	0	9	30	2	4	39	15	2	0	0
12	Gorgulho	0	0	0	20	400	6	89	91	4	17	0	4
13	Gorgulho	0	0	0	0	11	0	0	7	0	4	0	0
14	Gorgulho	0	0	0	7	89	0	113	233	2	2	0	4
15	Gorgulho	2	0	0	0	19	6	20	28	0	2	0	2

Anexo 06 – Análise de variância (ANOVA) aplicada aos valores de variáveis biológicas coletadas no rio Tocantins.

Riqueza Total

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	3413,6748	568,94580	124,61567	4,19E-41
Coleta [C]	14	14630,23995	1045,01714	228,88913	2,35E-63
Interação [P x C]	84	11717,27025	139,49131	30,55265	2,65E-42
Resíduo	89	10069,24405	113,13757		
Total	194				

Densidade Total

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	190,0462314	31,67437	6,93761	4,53E-06
Coleta [C]	14	612,2524027	43,73231	9,57865	1,52E-12
Interação [P x C]	84	797,1306587	9,48965	2,07851	0,000378
Resíduo	89	406,338765	4,56560		
Total	194				

Oligochaeta

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	146,99735	24,49956	18,94108	4,31E-14
Coleta [C]	14	665,96726	47,56909	36,77659	6,59E-31
Interação [P x C]	84	410,09200	4,88205	3,77441	1,06E-09
Resíduo	89	115,11805	1,29346		
Total	194	1339,66052			

Hydracarina

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	43,3228552	7,22048	5,58639	5,92E-05
Coleta [C]	14	191,338986	13,66707	10,57403	1,28E-13
Interação [P x C]	84	288,6401169	3,43619	2,65854	3,94E-06
Resíduo	89	115,0336335	1,29251		
Total	194				

Elmidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	77,8914389	12,98191	10,11187	1,67E-08
Coleta [C]	14	385,8715252	27,56225	21,46879	1,09E-22
Interação [P x C]	84	277,1108966	3,29894	2,56961	7,88E-06
Resíduo	89	114,2607529	1,28383		
Total	194				

Chironomidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	158,6864537	26,44774	38,74573	8,51E-23
Coleta [C]	14	210,8555129	15,06111	22,06440	4,4E-23
Interação [P x C]	84	531,8466235	6,33151	9,27561	5,54E-22
Resíduo	89	60,7511836	0,68260		
Total	194				

Ceratopogonidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	104,7854736	17,46425	12,84337	2,12E-10
Coleta [C]	14	272,5623682	19,46874	14,31750	3,2E-17
Interação [P x C]	84	362,8474054	4,31961	3,17668	7,69E-08
Resíduo	89	121,0210146	1,35979		
Total	194				

Chaoboridae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	47,183797	7,86397	34,33867	3,63E-21
Coleta [C]	14	151,2596279	10,80426	47,17771	5,34E-35
Interação [P x C]	84	186,4701719	2,21988	9,69331	1,13E-22
Resíduo	89	20,3820624	0,22901		
Total	194				

Empididae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	21,6758782	3,61265	6,58823	8,72E-06
Coleta [C]	14	108,7761333	7,76972	14,16931	4,33E-17
Interação [P x C]	84	122,1065479	1,45365	2,65096	4,18E-06
Resíduo	89	48,8030516	0,54835		
Total	194				

Simuliidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	5,91714993	0,98619	1,05368	0,396516
Coleta [C]	14	76,10353175	5,43597	5,80797	6,68E-08
Interação [P x C]	84	84,99112963	1,01180	1,08104	0,358176
Resíduo	89	83,2994482	0,93595		
Total	194				

Ephemeroptera NI

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	1,271917	0,21199	0,37789	0,891315
Coleta [C]	14	102,871378	7,34796	13,09870	4,06E-16
Interação [P x C]	84	74,9816232	0,89264	1,59125	0,015766
Resíduo	89	49,9261984	0,56097		
Total	194				

Baetidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	120,4369061	20,07282	15,85735	2,61E-12
Coleta [C]	14	326,1494204	23,29639	18,40394	1,58E-20
Interação [P x C]	84	329,3061416	3,92031	3,09701	1,39E-07
Resíduo	89	112,6594887	1,26584		
Total	194				

Leptohyphidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	78,3016435	13,05027	11,57924	1,52E-09
Coleta [C]	14	344,4407502	24,60291	21,82965	6,27E-23
Interação [P x C]	84	316,776501	3,77115	3,34606	2,22E-08
Resíduo	89	100,3066274	1,12704		
Total	194				

Leptophlebiidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	53,781284	8,96355	5,90549	3,19E-05
Coleta [C]	14	505,9806926	36,14148	23,81124	3,41E-24
Interação [P x C]	84	312,6890478	3,72249	2,45250	1,97E-05
Resíduo	89	135,0871	1,51783		
Total	194				

Polymitarcyidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	30,90749294	5,15125	9,55449	4,28E-08
Coleta [C]	14	58,97429905	4,21245	7,81322	1,71E-10
Interação [P x C]	84	60,42421725	0,71934	1,33422	0,090435
Resíduo	89	47,9838314	0,53914		
Total	194				

Perlidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	10,51193646	1,75199	2,04285	0,068106
Coleta [C]	14	95,76322797	6,84023	7,97583	1,09E-10
Interação [P x C]	84	97,33470262	1,15875	1,35112	0,081316
Resíduo	89	76,3281904	0,85762		
Total	194				

Glossosomatidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	37,8887711	6,31480	3,94586	0,001521
Coleta [C]	14	329,0086663	23,50062	14,68460	1,53E-17
Interação [P x C]	84	295,5743909	3,51874	2,19872	0,000146
Resíduo	89	142,4318526	1,60036		
Total	194				

Helicopsychidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	12,96983909	2,16164	4,15205	0,001006
Coleta [C]	14	47,5432114	3,39594	6,52289	7,37E-09
Interação [P x C]	84	78,97419798	0,94017	1,80587	0,00317
Resíduo	89	46,3351325	0,52062		
Total	194				

Hydropsychidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	48,3952904	8,06588	5,88694	3,31E-05
Coleta [C]	14	420,9611467	30,06865	21,94581	5,26E-23
Interação [P x C]	84	278,8326468	3,31944	2,42271	2,49E-05
Resíduo	89	121,9417122	1,37013		
Total	194				

Hydroptilidae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	73,9266273	12,32110	12,06358	7,08E-10
Coleta [C]	14	258,1866923	18,44191	18,05646	2,87E-20
Interação [P x C]	84	227,4801988	2,70810	2,65150	4,16E-06
Resíduo	89	90,8998767	1,02135		
Total	194				

Leptoceridae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	22,1228026	3,68713	3,28779	0,005731
Coleta [C]	14	31,7591783	2,26851	2,02282	0,024529
Interação [P x C]	84	231,3915483	2,75466	2,45631	1,92E-05
Resíduo	89	99,8100849	1,12146		
Total	194				

Odontoceridae

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	18,35953748	3,05992	4,98042	0,000194
Coleta [C]	14	22,3163959	1,59403	2,59449	0,003482
Interação [P x C]	84	57,87803339	0,68902	1,12148	0,296811
Resíduo	89	54,6807749	0,61439		
Total	194				

Gastropoda

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	22,6965669	3,78276	2,41620	0,032843
Coleta [C]	14	60,6807372	4,33434	2,76852	0,001897
Interação [P x C]	84	167,4785671	1,99379	1,27352	0,130792
Resíduo	89	139,3366469	1,56558		
Total	194				

Pelecypoda

Causas de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Prob
Ponto [P]	6	132,2980073	22,04967	25,17862	2,86E-17
Coleta [C]	14	162,3435611	11,59597	13,24149	2,99E-16
Interação [P x C]	84	449,6442723	5,35291	6,11251	8,13E-16
Resíduo	89	77,9399543	0,87573		
Total	194				

Anexo 07 – Teste de Tukey aplicada aos valores de riqueza total e de densidades (total e por grupo taxonômico) das variáveis biológicas coletadas no rio Tocantins e as diferenças mínimas significativas (DMS).

Riqueza Total							
Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	17,333	22,487	21,667	19,167	23,000	20,333	17,000
2	15,000	12,821	8,000	11,000	15,833	14,333	9,000
3	11,500	15,487	12,000	12,167	9,500	20,500	17,167
4	13,333	14,487	7,831	9,431	7,500	18,500	13,167
5	14,333	24,487	23,031	12,833	18,333	27,167	17,667
6	18,833	22,154	24,000	17,333	21,500	26,000	16,833
7	23,500	21,821	23,333	21,500	24,167	18,667	13,000
8	17,000	9,487	17,167	12,833	13,333	9,833	16,431
9	3,369	3,154	2,167	7,500	4,000	4,500	4,500
10	16,667	14,154	8,167	5,167	1,500	1,667	7,000
11	23,667	23,154	12,000	4,500	1,333	1,500	14,667
12	15,833	18,487	13,167	3,833	2,500	2,167	20,500
13	17,833	17,654	10,333	3,833	1,333	1,833	8,500
14	29,250	16,821	9,667	4,500	1,167	1,333	18,369
15	14,333	8,154	12,667	6,833	4,167	5,167	14,167
DMS	5,373	7,549	5,321	5,286	5,251	5,251	5,321

Densidade Total*							
Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	7,896	8,413	8,646	8,695	9,237	9,780	9,830
2	7,178	7,383	6,205	7,011	8,464	6,909	7,415
3	7,172	7,947	8,225	7,439	6,603	8,632	7,724
4	7,801	8,585	7,204	6,089	7,509	8,139	7,212
5	7,802	8,657	8,968	9,239	8,959	9,204	8,691
6	8,508	9,483	8,542	8,390	8,405	9,410	9,070
7	8,602	9,329	8,850	9,190	9,631	10,077	8,889
8	8,074	7,778	8,101	6,386	7,234	8,229	8,247
9	4,368	3,366	3,653	6,530	5,477	6,447	5,727
10	6,868	7,479	6,424	6,107	3,912	4,131	7,460
11	8,606	9,354	7,889	7,208	4,795	7,165	8,824
12	9,067	8,312	9,189	6,848	4,517	5,945	10,521
13	9,413	10,623	9,064	7,564	3,550	3,642	9,318
14	10,707	10,160	8,225	8,383	3,525	4,101	9,584
15	8,232	8,782	7,085	8,193	7,278	7,240	7,561
DMS	1,079	1,517	1,069	1,062	1,055	1,055	1,069

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Oligochaeta *

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	5,994	5,278	7,312	7,528	8,347	5,443	8,135	
2	6,214	6,281	5,537	5,693	8,010	5,509	7,078	
3	5,799	6,860	7,624	6,674	6,000	8,148	6,502	
4	5,629	7,546	5,231	5,243	6,369	7,320	5,972	
5	6,832	6,828	8,067	8,853	8,532	8,305	7,615	
6	7,067	8,050	7,328	6,143	7,079	7,927	8,259	
7	6,144	8,247	7,579	7,892	7,483	8,099	8,553	
8	2,941	5,702	6,071	1,821	2,801	3,594	6,826	
9	0,786	0,168	0,636	2,499	1,464	3,430	3,880	
10	2,238	5,615	3,826	1,519	0,000	1,247	5,294	
11	1,992	6,487	3,930	6,445	0,000	0,416	6,717	
12	5,044	5,041	2,732	4,264	1,202	0,000	7,794	
13	4,674	7,609	4,053	6,371	0,000	1,165	7,694	
14	6,011	7,747	5,405	7,027	1,293	0,416	6,870	
15	6,540	8,243	4,954	7,242	5,842	5,320	5,058	
DMS	2,260	3,196	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260	

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Hydracarina *

Coletas	Pontos							
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto		Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
				Nacional				
1	2,365	2,217	1,272	2,955	4,985	4,572	2,837	
2	2,100	0,337	0,524	1,118	2,547	1,529	0,000	
3	1,464	0,337	1,247	1,421	0,728	1,668	2,716	
4	2,320	2,000	1,663	0,624	0,940	2,110	1,048	
5	3,155	3,489	2,525	3,097	1,714	5,515	3,645	
6	4,192	3,015	3,009	3,682	2,911	4,050	3,643	
7	4,226	4,474	2,724	4,791	5,198	4,075	1,869	
8	2,411	1,385	1,160	2,202	2,741	2,489	3,106	
9	0,624	0,337	0,000	0,416	0,589	0,831	0,416	
10	1,197	0,337	1,118	0,702	0,000	0,000	0,940	
11	3,268	4,526	3,591	0,000	0,000	0,416	0,831	
12	2,560	4,133	6,641	0,000	0,000	0,000	2,148	
13	4,869	5,148	4,889	1,088	0,000	0,000	2,868	
14	5,342	4,359	4,927	1,926	0,000	0,000	2,228	
15	3,090	0,337	3,937	1,950	0,831	1,005	0,416	
DMS	2,259	3,195	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259	

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Elmidae*

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	3,926	1,204	4,926	4,866	5,849	6,712	3,572
2	3,314	3,525	1,857	0,940	3,327	6,375	2,281
3	2,407	3,328	1,707	1,863	1,386	6,070	2,831
4	3,406	4,039	2,647	1,795	2,123	5,506	2,761
5	3,882	5,650	5,450	4,980	4,828	4,032	4,504
6	5,712	6,522	4,940	4,950	5,813	3,827	3,972
7	5,631	6,413	5,395	5,380	5,695	3,750	4,288
8	5,248	2,694	4,960	3,622	4,685	3,674	3,705
9	1,039	1,204	0,416	2,942	0,940	0,416	0,000
10	3,895	4,515	2,053	0,831	0,000	0,416	2,184
11	4,533	5,990	3,396	0,831	0,000	0,000	3,354
12	4,176	5,798	3,005	0,831	0,000	0,000	4,278
13	4,170	5,149	4,080	1,992	0,000	0,000	2,053
14	5,031	5,063	3,867	0,416	0,000	0,000	0,416
15	2,689	3,742	3,484	3,566	0,000	0,000	1,663
DMS	2,251	3,184	2,251	2,251	2,251	2,251	2,251

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Chironomidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	7,416	8,068	7,237	7,109	6,433	9,292	9,356
2	6,122	6,427	4,852	6,245	6,316	5,354	5,223
3	6,451	7,003	6,809	5,719	5,084	6,930	6,740
4	7,402	7,765	6,534	5,351	6,918	6,837	6,297
5	6,470	7,836	7,542	7,044	7,250	7,985	7,503
6	7,723	8,530	7,561	7,786	7,517	8,699	7,721
7	8,103	8,234	7,863	7,801	8,973	9,804	7,048
8	7,622	7,209	7,185	4,218	6,357	8,033	7,549
9	3,950	1,093	3,062	6,037	4,941	4,602	5,006
10	5,882	6,863	5,935	5,601	3,389	3,937	7,184
11	7,802	9,026	7,474	6,443	0,831	0,000	8,382
12	8,515	7,912	8,936	6,566	2,495	4,187	10,252
13	8,314	9,285	8,935	7,060	0,000	3,397	8,704
14	8,386	9,431	6,064	7,987	0,000	0,000	9,228
15	6,398	7,219	6,029	7,477	6,862	5,813	7,095
DMS	1,642	2,322	1,642	1,642	1,642	1,642	1,642

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Ceratopogonidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	1,945	6,765	4,090	5,198	5,548	4,440	5,297
2	3,821	6,050	2,295	1,641	4,205	2,427	2,872
3	2,976	6,041	4,293	2,977	2,458	5,679	3,857
4	3,980	5,859	4,166	2,145	3,611	4,966	4,110
5	2,662	5,732	5,449	3,759	4,904	6,175	5,107
6	4,337	5,685	4,764	4,356	4,400	6,207	4,654
7	4,953	5,640	6,099	5,332	5,284	5,784	3,223
8	4,951	5,538	5,443	4,324	4,098	2,686	3,517
9	0,416	4,538	0,416	3,012	0,416	0,831	1,005
10	3,904	4,134	3,237	0,416	0,000	0,000	2,948
11	5,135	4,027	4,221	2,100	0,000	0,000	3,749
12	3,756	3,379	4,411	1,796	0,000	0,000	4,673
13	3,811	2,131	3,997	1,954	0,000	0,000	1,422
14	5,033	1,516	6,226	0,940	0,000	0,000	0,524
15	3,916	0,468	5,023	1,218	0,000	0,000	1,247
DMS	2,317	3,277	2,317	2,317	2,317	2,317	2,317

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Chaoboridae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,416	0,005	0,000	0,000	0,000	0,416	0,831
5	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,005	0,000	0,416	0,000	0,416	0,000
10	0,000	0,005	0,000	0,000	0,416	0,000	0,416
11	0,000	0,005	0,000	1,756	4,753	7,162	2,848
12	0,000	0,005	0,000	3,454	4,167	5,591	2,845
13	0,000	0,005	0,831	0,416	3,506	0,524	0,000
14	0,000	0,005	0,787	0,416	2,630	4,054	0,624
15	0,000	0,005	0,000	1,356	1,247	1,421	5,460
DMS	0,951	1,345	0,951	0,951	0,951	0,951	0,951

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Empididae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,940	1,294	1,883	0,831	2,686	3,471	3,504
2	0,416	0,947	0,000	0,416	1,247	0,416	0,416
3	0,831	0,116	0,000	0,416	0,000	2,192	0,416
4	0,831	0,116	0,000	0,000	0,000	0,940	0,524
5	0,000	1,294	1,979	1,247	1,052	2,801	0,589
6	1,052	3,507	2,990	0,416	2,558	3,862	1,815
7	2,326	2,569	3,549	0,673	2,581	1,421	2,350
8	0,416	0,947	0,831	0,000	0,416	0,416	4,251
9	0,000	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	1,247	0,947	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	3,851	3,044	0,000	0,000	0,000	0,000	1,880
12	0,416	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	3,193
13	0,416	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	1,225
14	0,624	0,116	0,000	0,416	0,000	0,000	1,213
15	0,416	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DMS	1,471	2,081	1,471	1,471	1,471	1,471	1,471

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Simuliidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,831	3,584	1,612	1,934	0,940	0,416	0,416
2	0,416	0,076	0,416	1,327	0,000	0,000	0,000
3	0,416	0,907	0,589	2,010	0,940	1,005	2,592
4	0,000	1,124	0,000	1,934	1,247	2,225	1,880
5	0,416	3,935	2,205	1,118	1,949	3,895	3,499
6	0,524	2,086	1,005	0,524	1,114	2,279	0,000
7	1,980	2,469	1,821	2,687	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,076	1,118	0,000	0,636	0,000	0,000
9	0,416	0,076	0,000	0,416	0,000	0,000	0,416
10	0,000	0,076	0,416	0,000	0,000	0,000	0,000
11	1,005	0,907	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,589	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,940	1,648	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	1,795	0,907	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,416	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,831
DMS	1,922	2,719	1,922	1,922	1,922	1,922	1,922

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Ephemeroptera NI *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	1,573	3,050	4,079	2,203	2,520	4,589	1,052
2	2,058	1,171	0,000	0,589	3,693	0,416	0,831
3	0,416	0,954	1,088	1,366	1,165	1,504	2,192
4	1,438	0,954	0,000	1,578	1,005	3,631	1,005
5	0,000	0,954	1,052	0,000	0,524	1,048	0,524
6	0,589	0,954	1,088	1,816	2,028	1,088	1,247
7	0,673	0,122	1,143	1,586	1,232	0,000	1,118
8	1,118	0,122	0,416	0,000	0,000	0,000	0,416
9	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416
11	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	1,227	0,122	0,416	0,000	0,000	0,000	0,831
13	0,831	0,122	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,000	0,122	0,524	0,000	0,000	0,000	0,589
DMS	1,488	2,105	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Baetidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	3,046	4,644	4,996	5,204	5,850	4,661	4,081
2	3,926	3,748	1,703	3,208	5,031	4,795	1,559
3	4,700	4,653	3,278	2,960	3,356	5,177	3,873
4	3,173	4,333	1,197	1,202	0,416	3,808	2,490
5	2,650	6,006	5,281	1,634	4,504	4,755	2,750
6	5,221	6,226	4,793	4,087	4,977	4,598	2,747
7	4,362	5,132	5,266	5,034	6,061	3,346	1,816
8	5,347	1,442	4,504	4,014	1,160	0,000	3,829
9	1,039	1,095	0,831	0,416	0,000	0,000	0,416
10	4,494	4,112	2,010	0,589	0,000	0,000	0,589
11	5,259	4,802	1,573	0,000	0,000	0,000	3,511
12	4,651	4,226	0,831	0,000	0,000	0,000	4,771
13	4,903	4,433	1,988	0,000	0,000	0,000	1,197
14	5,100	3,406	1,247	0,000	0,000	0,000	4,330
15	3,125	1,095	1,638	0,000	0,000	0,000	2,540
DMS	2,236	3,162	2,236	2,236	2,236	2,236	2,236

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Leptohyphidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	4,812	4,183	5,400	4,631	5,204	5,313	4,424
2	1,770	2,320	0,831	1,443	3,138	3,331	0,524
3	0,831	2,544	1,356	1,928	0,750	3,237	1,751
4	1,052	2,103	0,000	0,624	1,356	1,771	0,940
5	1,771	2,544	3,654	0,854	2,186	4,354	1,971
6	4,564	3,308	4,663	3,314	3,486	5,108	3,741
7	4,544	4,731	5,709	4,994	5,550	3,981	2,633
8	3,992	1,786	2,270	3,232	1,114	0,416	4,705
9	0,000	0,441	0,416	0,416	0,000	0,000	0,000
10	2,570	1,489	0,831	0,000	0,000	0,000	0,416
11	6,528	5,154	2,472	0,000	0,000	0,000	4,673
12	3,133	5,849	2,689	0,000	0,000	0,000	6,899
13	4,478	3,363	1,988	0,000	0,000	0,000	3,085
14	3,925	2,103	1,421	0,000	0,000	0,000	5,933
15	1,707	0,441	1,247	0,831	0,000	0,000	2,932
DMS	2,109	2,983	2,109	2,109	2,109	2,109	2,109

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Leptophlebiidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	4,742	5,202	5,646	6,157	6,552	4,799	3,148
2	3,189	4,010	1,576	2,791	5,565	4,140	3,715
3	1,559	4,797	3,522	5,025	3,422	5,031	4,092
4	2,133	4,077	0,940	4,480	0,416	4,445	1,966
5	1,928	5,225	5,144	4,612	5,554	5,453	4,883
6	3,870	5,771	5,213	2,611	5,288	5,645	5,439
7	2,914	4,687	5,393	3,136	4,567	3,707	4,868
8	4,410	0,913	4,809	5,311	2,391	0,000	3,542
9	0,000	0,913	0,416	0,000	0,000	0,000	1,356
10	2,459	3,581	0,000	0,000	0,000	0,000	1,678
11	5,035	4,044	0,416	0,000	0,000	0,000	3,993
12	2,086	3,364	0,831	0,000	0,000	0,000	4,674
13	2,410	2,971	0,416	0,000	0,000	0,000	1,582
14	4,155	2,989	0,000	0,000	0,000	0,000	5,647
15	1,905	0,082	1,160	0,000	0,000	0,000	2,921
DMS	2,448	3,462	2,448	2,448	2,448	2,448	2,448

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Polymitarcyidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,416	1,143	0,831	0,636	0,940	0,416	0,589
2	0,940	0,926	0,416	0,831	0,416	0,000	0,416
3	0,416	0,926	0,940	0,831	0,416	0,000	0,416
4	1,247	0,926	0,000	2,086	0,831	0,000	0,831
5	1,771	3,283	2,291	1,165	1,421	1,920	0,940
6	1,641	1,757	0,831	1,836	0,589	1,945	1,771
7	3,264	3,647	2,267	2,519	2,364	1,247	0,000
8	1,992	0,926	0,831	1,356	0,000	0,416	0,000
9	0,000	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,831	1,757	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,940	2,104	0,416	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,940	1,143	0,416	0,000	0,000	0,000	0,000
13	1,421	1,667	1,247	0,000	0,000	0,000	0,416
14	4,381	1,974	0,000	1,005	0,000	0,000	0,624
15	1,467	0,094	1,529	0,416	1,052	0,000	0,000
DMS	1,459	2,063	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Perilidae*

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,416	1,989	1,807	2,420	3,188	0,416	0,000
2	2,404	0,941	0,000	0,000	1,663	3,105	0,831
3	0,831	2,762	1,421	1,576	0,940	2,534	2,187
4	2,340	2,336	0,416	1,508	0,416	3,830	1,928
5	0,416	2,820	2,702	1,052	1,464	2,119	0,416
6	0,673	3,334	3,533	1,247	2,345	2,342	0,524
7	1,356	1,989	2,552	1,262	0,831	0,000	0,000
8	1,052	0,109	1,421	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	1,594	0,941	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416
11	1,225	0,941	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,416	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	0,624	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	1,247	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DMS	1,840	2,602	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Glossosomatidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	2,643	4,468	5,950	5,657	5,303	3,405	2,404
2	1,529	0,047	1,247	0,000	3,217	1,356	0,416
3	1,726	4,053	2,555	2,812	1,724	4,020	1,421
4	2,765	2,057	1,052	1,009	0,000	2,863	0,940
5	1,327	5,343	5,215	2,389	4,128	4,315	2,704
6	3,675	6,351	4,724	4,168	4,148	3,654	2,428
7	2,866	5,057	5,124	5,280	1,996	0,000	2,320
8	3,602	0,047	4,212	0,524	0,000	0,000	5,013
9	0,624	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	1,467	0,047	0,416	0,000	0,000	0,000	0,416
11	2,974	3,429	0,000	0,000	0,000	0,000	2,449
12	1,814	3,453	0,000	0,000	0,000	0,000	4,752
13	1,534	2,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,702
14	3,869	2,725	0,000	0,000	0,000	0,000	3,496
15	1,464	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	2,365
DMS	2,514	3,555	2,514	2,514	2,514	2,514	2,514

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Helicopsychidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	2,646	1,690	1,755	0,589	1,356	1,114	0,416
2	0,831	0,027	0,000	0,416	0,000	0,416	0,000
3	0,416	0,027	0,000	0,000	0,416	0,524	0,416
4	0,000	0,027	0,416	0,000	0,000	1,880	0,524
5	2,277	2,521	1,039	0,524	0,416	4,783	1,690
6	1,114	0,858	1,663	0,000	0,524	1,247	0,000
7	1,668	0,858	1,356	0,416	1,529	0,000	0,000
8	0,000	0,858	0,416	0,416	3,516	1,356	0,000
9	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,416	1,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	1,836	2,915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416
12	0,000	1,372	0,524	0,000	0,000	0,000	0,589
13	0,416	1,795	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	1,247	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	0,416	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,940
DMS	1,434	2,028	1,434	1,434	1,434	1,434	1,434

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Hydropsychidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	4,391	5,580	6,066	6,257	6,819	7,428	4,749
2	0,702	2,676	1,464	2,346	2,077	2,248	1,247
3	2,267	3,600	0,524	2,378	0,524	3,057	3,023
4	1,594	1,013	1,039	0,884	0,831	2,232	0,524
5	2,534	3,884	3,725	1,835	2,631	4,910	3,442
6	3,532	5,840	4,770	3,125	4,157	4,783	2,221
7	4,179	4,176	4,762	4,011	5,186	1,227	2,178
8	3,909	0,182	3,912	2,945	0,000	0,000	3,306
9	1,039	0,182	0,000	0,000	0,416	0,000	1,005
10	3,724	0,182	1,356	0,000	0,000	0,000	0,416
11	6,435	4,841	0,940	0,000	0,000	0,000	0,831
12	2,105	2,959	0,416	0,000	0,000	0,000	3,197
13	2,057	2,542	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	4,663	1,013	0,000	0,416	0,000	0,000	4,292
15	1,684	0,182	1,005	0,416	0,000	0,000	2,993
DMS	2,326	3,289	2,326	2,326	2,326	2,326	2,326

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Hydroptilidae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	3,345	2,929	3,389	2,325	4,320	4,661	3,716
2	1,356	0,251	0,000	1,048	1,721	1,247	1,247
3	0,416	1,082	0,940	0,416	0,416	0,416	2,540
4	1,467	1,913	1,148	0,000	0,524	2,314	1,005
5	2,571	2,774	3,771	2,755	3,520	4,168	4,612
6	4,920	1,855	3,577	1,880	3,651	4,238	2,789
7	4,248	2,130	4,475	3,714	6,185	3,989	2,123
8	2,138	1,299	1,252	2,274	1,052	0,831	1,039
9	0,000	0,251	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416
10	3,517	2,130	1,247	0,416	0,000	0,000	0,940
11	5,489	4,566	3,378	0,769	0,000	0,000	2,383
12	4,501	3,089	2,972	0,000	0,000	0,000	3,099
13	3,632	4,741	3,284	0,000	0,000	0,000	1,005
14	5,895	2,130	2,586	0,416	0,000	0,000	4,836
15	0,940	0,251	1,529	0,416	0,000	0,000	2,369
DMS	2,008	2,840	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Leptoceridae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,000	1,828	0,416	0,831	0,589	1,949	1,005
2	0,831	1,828	0,000	1,247	0,416	0,416	0,940
3	0,416	1,828	0,416	0,416	0,000	1,114	0,831
4	1,114	1,828	0,000	0,416	0,416	1,356	0,000
5	1,612	0,996	0,000	1,421	0,000	3,700	1,750
6	3,219	0,165	0,940	1,202	1,247	1,293	2,318
7	2,344	0,996	0,416	0,000	2,286	2,853	0,000
8	2,344	0,165	0,000	0,416	3,767	2,053	0,000
9	0,624	0,165	0,000	2,842	0,416	0,000	0,000
10	0,524	0,165	1,052	3,366	0,000	0,000	0,000
11	2,028	3,331	5,928	1,888	0,000	0,000	1,612
12	2,340	1,213	4,635	0,000	0,000	0,000	0,524
13	2,188	1,412	1,638	0,000	0,000	0,000	0,000
14	4,072	0,165	2,719	0,524	0,000	0,000	0,624
15	0,416	0,165	2,513	1,721	0,831	0,000	0,000
DMS	2,104	2,976	2,104	2,104	2,104	2,104	2,104

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Odontoceridae *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,000	0,954	2,460	0,416	0,416	0,673	0,000
2	0,831	0,954	0,000	0,416	0,000	0,000	0,000
3	0,416	0,123	0,000	0,000	0,000	0,416	0,416
4	0,000	0,123	0,000	0,000	0,000	0,416	0,416
5	2,544	0,123	0,624	0,000	0,000	1,356	0,416
6	2,170	0,123	0,416	0,831	1,594	1,356	0,000
7	1,225	0,954	2,057	0,416	0,416	0,831	0,000
8	1,724	0,954	0,524	0,524	2,093	1,356	0,940
9	0,000	0,123	0,000	0,000	0,000	0,416	0,000
10	0,000	0,123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	1,880	2,133	0,416	0,000	0,000	0,000	0,416
12	0,416	0,123	1,421	0,000	0,000	0,000	1,309
13	0,831	0,123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,524
14	3,150	0,954	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416
15	2,165	0,123	1,088	0,000	0,000	0,000	0,416
DMS	1,557	2,203	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Gastropoda *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	0,000	0,325	0,000	0,000	0,000	0,416	1,945
2	0,000	0,325	0,416	0,000	0,940	0,416	1,704
3	0,000	0,325	0,000	0,000	0,000	0,524	1,685
4	0,416	0,325	0,000	0,624	0,000	0,416	2,692
5	0,000	0,325	0,000	0,000	0,000	0,000	2,067
6	0,000	0,325	0,000	0,000	0,416	0,831	2,508
7	1,798	0,325	0,000	0,000	0,416	1,741	0,000
8	2,641	0,325	0,416	0,000	3,443	4,881	2,077
9	0,000	0,325	0,000	3,817	4,209	5,462	0,673
10	0,524	0,325	0,000	2,888	0,416	0,416	1,807
11	0,000	0,325	0,416	1,005	0,000	0,000	1,464
12	0,524	0,325	1,048	0,524	0,000	0,000	0,673
13	1,274	0,325	0,831	0,416	0,000	0,000	1,197
14	2,691	0,325	0,673	0,831	0,000	0,000	1,039
15	1,980	0,325	1,916	0,416	0,000	0,000	0,000
DMS	2,486	3,516	2,486	2,486	2,486	2,486	2,486

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.

Pelecypoda *

Coletas	Pontos						
	Balsas	Ipueiras	Serralheria	Porto Nacional	Graciosa	Todos os Santos	Gorgulho
1	1,005	1,815	0,416	0,000	0,000	0,940	0,000
2	0,000	0,182	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,636	0,182	0,000	0,416	0,000	0,940	0,000
4	0,000	1,013	0,000	0,416	0,831	0,416	1,529
5	0,000	0,182	0,000	0,000	0,416	2,905	2,718
6	1,247	2,418	1,771	0,416	0,000	3,909	1,075
7	0,000	3,785	0,000	1,247	1,247	1,325	0,000
8	1,529	2,469	0,000	0,000	0,000	0,416	0,000
9	0,673	0,182	0,000	1,836	1,359	2,897	0,416
10	7,848	0,182	1,688	0,000	0,000	0,000	0,000
11	10,045	2,502	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	6,433	2,285	6,097	0,000	0,000	0,000	0,416
13	3,948	9,070	2,405	0,000	0,000	0,000	0,000
14	0,416	8,542	3,219	0,416	0,000	0,000	3,115
15	1,573	6,558	4,514	0,000	0,000	0,416	1,309
DMS	1,859	2,630	1,859	1,859	1,859	1,859	1,859

*Aos valores de densidade foram adicionadas 1 e submetidas à transformação logarítmica.