

## ÍNDICE

7.8.3	ECOSSISTEMA AQUÁTICO – QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA .	11
7.8.3.1	Introdução .....	11
7.8.3.2	Metodologia de Diagnóstico.....	12
7.8.3.2.1	Pontos e períodos de coleta.....	12
7.8.3.2.2	Procedimento de coleta.....	18
7.8.3.2.3	Processamento das amostras.....	19
7.8.3.2.4	Representação e tratamento dos resultados .....	22
7.8.3.2.5	Análise comparativa .....	25
7.8.3.3	Ciclo Hidrológico e Vazão do Rio Xingu.....	26
7.8.3.4	Resultados.....	29
7.8.3.4.1	Parâmetros Físicos e Químicos da Água .....	29
7.8.3.4.2	Comparação com dados secundários .....	84
7.8.3.4.3	Qualidade da água por setor diagnosticado .....	87
7.8.3.5	Qualidade dos Sedimentos do Rio Xingu e Tributários .....	103
7.8.3.5.1	Nitrogênio total no sedimento .....	103
7.8.3.5.2	Fósforo total no sedimento .....	105
7.8.3.5.4	Metais no sedimento .....	109
7.8.3.5.5	Pesticidas organoclorados e organofosforados no sedimento .....	116
7.8.3.6	Comunidades Bioticas do Rio Xingu e Tributários.....	117
7.8.3.6.1	Comunidade Fitoplânctônica.....	117
7.8.3.6.2	Comunidade Zooplânctônica.....	128
7.8.3.6.3	Interações Entre as Comunidades Planctônicas.....	140
7.8.3.6.4	Macroinvertebrados Bentônicos .....	151
7.8.3.6.5	Macrófitas Aquáticas .....	156
7.8.3.7	Qualidade da água nos núcleos populacionais da Área de Influência Direta.....	160
7.8.3.7.1	Região da cidade de Altamira.....	160
7.8.3.7.2	Região da Ilha da Fazenda e da Ressaca .....	163
7.8.3.7.3	Vila de Santo Antônio, região de Belo Monte.....	166
7.8.3.7.4	Região de Vitória do Xingu.....	169
7.8.3.8	Conclusões do Diagnóstico.....	171
7.8.3.9	Referências Bibliográficas.....	173

## LISTA DE TABELAS

TABELA 7.8.3-1	Descrição dos pontos de coleta de parâmetros físicos e químicos da água. .....	15
TABELA 7.8.3-2	Descrição dos pontos de coleta de sedimentos para análises de nutrientes, metais e pesticidas. ....	16
TABELA 7.8.3-3	Pontos de coleta das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos: localização e frequência de amostragem. Legenda: F: fitoplâncton; Z: zooplâncton; B: macroinvertebrados bentônicos.....	17
TABELA 7.8.3-4	Parâmetros analisados na água superficial e as metodologias utilizadas na quantificação.....	20
TABELA 7.8.3-5	Parâmetros analisados no sedimento e as metodologias utilizadas na quantificação.....	20
TABELA 7.8.3-6	Categorização dos grupos funcionais. Adaptado de Callisto & Esteves (1998) e Cummins et al. (2005).....	22

TABELA 7.8.3-7	Localização dos pontos de amostragem do EIA/RIMA do CHE Belo Monte (ELB/ELN, 2001). .....	26
TABELA 7.8.3-8	Vazão média mensal do rio Xingu, calculada a partir da curva chave do Posto Fluviométrico de Altamira (PA), para o período compreendido entre dezembro de 2006 e maio de 2008. ....	27
TABELA 7.8.3-9	Concentrações de mercúrio (mg-Hg/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.....	74
TABELA 7.8.3-10	Concentrações de cromo (mg-Cr/L) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2. ....	75
TABELA 7.8.3-11	Concentrações de ferro (mg-Fe/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.....	76
TABELA 7.8.3-12	Concentrações de níquel (mg-Ni/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.....	78
TABELA 7.8.3-13	Concentrações de chumbo (mg-Pb/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.....	79
TABELA 7.8.3-14	Concentrações de zinco (mg-Zn/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.....	80
TABELA 7.8.3-15	Concentrações de pesticidas e herbicidas ( $\mu\text{g/L}$ ) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações detectadas. Valores máximos permitidos de referência: Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2. ....	82
TABELA 7.8.3-16.	Síntese dos resultados de qualidade da água apresentados pelo EIA/RIMA do CHE Belo Monte (ELB/ELN, 2001).....	85
TABELA 7.8.3-17	Resultados obtidos para os diferentes parâmetros analisados no diagnóstico da qualidade da água realizado na AID do AHE Belo Monte. ....	86
TABELA 7.8.3-18	Macrófitas com registro nas áreas de florestas inundadas do médio e baixo Xingu. EM: emersa; SF: submersa fixa; SL: submersa livre; FL: flutuante livre; FF: folha flutuante. Fonte: ELB/ELN (2001).....	157
TABELA 7.8.3-19	Coordenadas geográficas dos trechos onde houve a presença de macrófitas aquáticas nos anos de 2007-2008.....	158
TABELA 7.8.3-20	Lista de ocorrência de macrófitas aquáticas nos trechos das estações de coleta localizados na área do AHE de Belo Monte. ....	158
TABELA 7.8.3-21	Biomassa de distintos estandes de macrófitas aquáticas distribuídos na área do AHE Belo Monte. ....	159

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 7.8.3-1 - Vazão média mensal do rio Xingu para o período compreendido entre dezembro de 2006 e abril de 2008, as setas vermelhas indicam os meses em que foram realizadas as campanhas de campo do IIEGA. ....	28
GRÁFICO 7.8.3-2 - Vazão média mensal do rio Xingu para o período 1971-2008.....	28
GRÁFICO 7.8.3-3 Variação da profundidade dos cursos de água nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).....	30
GRÁFICO 7.8.3-4 - Valores da profundidade do disco de Secchi (transparência da água) no rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	31
GRÁFICO 7.8.3-5 - Variação dos valores de pH nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valores máximos permitidos (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2: $6 < \text{pH} < 9$ .....	32
GRÁFICO 7.8.3-6 - Variação dos valores de condutividade elétrica nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	34
GRÁFICO 7.8.3-7 - Variação dos valores de turbidez nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 2: 100 NTU.....	35
GRÁFICO 7.8.3-8 - Variação do oxigênio dissolvido nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 2: $> 5,0 \text{ mg/L}$ .....	37
GRÁFICO 7.8.3-9 - Variação da saturação de oxigênio dissolvido nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). ....	38
GRÁFICO 7.8.3-10 - Variação dos valores de temperatura nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).....	39
GRÁFICO 7.8.3-11 - Variação dos valores do potencial de óxido-redução (ORP) nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).....	41
GRÁFICO 7.8.3-12 - Variação dos valores de nitrogênio total Kjeldahl nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2: $3,7 \text{ mg-N/L}$ .....	42
GRÁFICO 7.8.3-13 -Variação dos valores de fósforo total nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2: $100 \mu\text{gP/L}$ .....	44
GRÁFICO 7.8.3-14 - Variação dos valores de carbono total dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	46
GRÁFICO 7.8.3-15 - Variação dos valores de carbono orgânico dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	48
GRÁFICO 7.8.3-16 - Variação dos valores de carbono inorgânico dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	49
GRÁFICO 7.8.3-17 - Variação dos valores de material em suspensão total nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	50

GRÁFICO 7.8.3-18 - Variação dos valores de material em suspensão inorgânico nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	51
GRÁFICO 7.8.3-19 - Variação dos valores de material em suspensão orgânico nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	52
GRÁFICO 7.8.3-20 - Variação das concentrações de íons totais nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). ....	54
GRÁFICO 7.8.3-21 - Gráficos das concentrações de fluoreto dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 1400 µg/L. ....	55
GRÁFICO 7.8.3-22 - Gráficos das concentrações de cloreto dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 1400 µg/L para cloreto. ....	56
GRÁFICO 7.8.3-23 - Gráficos das concentrações de brometo dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação. ....	57
GRÁFICO 7.8.3-24 - Gráficos das concentrações de nitrato dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 10000 µg-N/L. ....	58
GRÁFICO 7.8.3-25 - Gráficos das concentrações de amônio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 3700 µg-N/L. ....	59
GRÁFICO 7.8.3-26 - Gráficos das concentrações de sulfato dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 250 mg-S/L. ....	60
GRÁFICO 7.8.3-27 - Gráficos das concentrações de sódio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro. ....	61
GRÁFICO 7.8.3-28 - Gráficos das concentrações de potássio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro. ....	62
GRÁFICO 7.8.3-29 - Gráficos das concentrações de magnésio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro. ....	63
GRÁFICO 7.8.3-30 Gráficos das concentrações de cálcio nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro. ....	64
GRÁFICO 7.8.3-31 - Variação das concentrações de DBO <sub>5,20</sub> nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 1: 3,0 mg-O <sub>2</sub> /L e Classe 2: 5,0 mg-O <sub>2</sub> /L. ....	65
GRÁFICO 7.8.3-32 - Variação da abundância de coliformes fecais <i>E. coli</i> nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 1 e 2: 800 NMP/100mL. ....	67
GRÁFICO 7.8.3-33 - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 16 e 17 de março de 2008 no ponto RX08, localizado na calha do rio Xingu, à jusante da foz do rio Iriri. ....	68

GRÁFICO 7.8.3-34 - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 22 e 23 de março de 2008 no ponto RX01, localizado na calha do rio Xingu, à montante de Altamira.....	69
GRÁFICO 7.8.3-35 - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 17 e 18 de março de 2008 no ponto Fazenda, localizado na Volta Grande do rio Xingu.....	70
GRÁFICO 7.8.3-36 - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 20 e 21 de março de 2008 na Lagoa Cajuí, localizado à jusante da casa de força principal.....	71
GRÁFICO 7.8.3-37 - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 19 e 20 de março de 2008 no ponto RX16, localizado na ria do rio Xingu, à jusante da casa de força principal. ....	72
GRÁFICO 7.8.3-38 - Concentrações de nitrogênio total kjeldahl nos sedimentos do rio Xingu nas campanhas de setembro de 2007 (seca) e março 2008 (cheia). Valor de referência (VR) CONAMA 344: 4,8 mg-N/g sed. ....	105
GRÁFICO 7.8.3-39 - Concentrações de fósforo total nos sedimentos do rio Xingu e tributários nas campanhas de setembro de 2007 (seca) e março 2008 (cheia). Valor de referência (VR) CONAMA 344: 2,0 mg-P/g sed. ....	107
GRÁFICO 7.8.3-40 Concentrações de carbono total nos sedimentos amostrados no período de cheia na calha do rio Xingu no trecho em estudo. Valor de referência (VR) CONAMA 344: 100 mg-C/g sed.....	108
GRÁFICO 7.8.3-41 Concentrações de carbono total nos sedimentos amostrados no período de cheia nos tributários do rio Xingu no trecho em estudo. Valor de referência (VR) CONAMA 344: 100 mg-C/g sed.....	109
GRÁFICO 7.8.3-42 - Concentrações de cromo no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 37,3 mg-Cr/kg sed.....	111
GRÁFICO 7.8.3-43 - Concentrações de níquel no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referencia (VR) CONAMA 344 Nível 1: 18,0 mg-Ni/kg sed.....	112
GRÁFICO 7.8.3-44 - Concentrações de chumbo no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 35,0 mg-Pb/kg sed. ....	113
GRÁFICO 7.8.3-45 - Concentrações de mercúrio no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 0,17 mg-Hg/kg sed.....	114
GRÁFICO 7.8.3-46 - Concentrações de zinco no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 123,0 mg-Zn/kg sed. ....	115
GRÁFICO 7.8.3-47 - Concentrações de ferro no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Não se aplica regulamentação. ....	116
GRÁFICO 7.8.3-48 Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada janeiro de 2007, no período de enchente. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. ....	118
GRÁFICO 7.8.3-49 Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em maio de 2007, no período de vazante.	

Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 118

GRÁFICO 7.8.3-50 Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em setembro de 2007 no período de seca. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 119

GRÁFICO 7.8.3-51 Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em março de 2008, no período de cheia. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 119

GRÁFICO 7.8.3-52 - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de enchente (janeiro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 120

GRÁFICO 7.8.3-53 - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de vazante (maio de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 121

GRÁFICO 7.8.3-54 - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 121

GRÁFICO 7.8.3-55 - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de cheia (março de 2008). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 122

GRÁFICO 7.8.3-56 Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de enchente (janeiro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força. .... 123

GRÁFICO 7.8.3-57 Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de vazante (maio de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta

	Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	124
GRÁFICO 7.8.3-58	Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	124
GRÁFICO 7.8.3-59	Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	125
GRÁFICO 7.8.3-60	- Densidade dos organismos zooplânctonicos (org/m <sup>3</sup> ) no período de enchente no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	129
GRÁFICO 7.8.3-61	- Densidade dos organismos zooplânctonicos (org/m <sup>3</sup> ) no período de vazante no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	129
GRÁFICO 7.8.3-62	- Densidade dos organismos zooplânctonicos (org/m <sup>3</sup> ) no período de seca no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	130
GRÁFICO 7.8.3-63	- Densidade dos organismos zooplânctonicos (org/m <sup>3</sup> ) no período de cheia no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	131
GRÁFICO 7.8.3-64	- Riqueza (n° de espécies) do zooplâncton durante o período de enchente (jan/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	132
GRÁFICO 7.8.3-65	- Riqueza (n° de espécies) do zooplâncton durante o período de vazante no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	132
GRÁFICO 7.8.3-66	- Riqueza (n° de espécies) do zooplâncton durante o período da seca no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	133

GRÁFICO 7.8.3-67 - Riqueza (n° de espécies) do zooplâncton durante o período da cheia no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	134
GRÁFICO 7.8.3-68 - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de enchente (jan/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	136
GRÁFICO 7.8.3-69 - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de vazante (mai/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	136
GRÁFICO 7.8.3-70 - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de seca (set/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	137
GRÁFICO 7.8.3-71 - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de cheia (março/08) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.....	137
GRÁFICO 7.8.3-72 - Variação das densidades (org/m <sup>3</sup> ) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de enchente (janeiro de 2007). .....	141
GRÁFICO 7.8.3-73 - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.....	141
GRÁFICO 7.8.3-74 - Variação das densidades (org/m <sup>3</sup> ) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de vazante (maio de 2007). .....	142
GRÁFICO 7.8.3-75 - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de vazante (maio de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.....	142
GRÁFICO 7.8.3-76 - Variação das densidades (org/m <sup>3</sup> ) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de seca (setembro de 2007). .....	143
GRÁFICO 7.8.3-77 - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.....	143
GRÁFICO 7.8.3-78 - Variação das densidades (org/m <sup>3</sup> ) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de cheia (março de 2008). .....	144
GRÁFICO 7.8.3-79 - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de cheia (março de 2008). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado. ....	144
GRÁFICO 7.8.3-80 - Variação das densidades (org/m <sup>3</sup> ) de zooplâncton e ictioplâncton no rio Xingu e tributários no período de cheia (fevereiro, março e abril de 2008). .....	145
GRÁFICO 7.8.3-81 - Correlação entre as densidades de zooplâncton e ictioplâncton no período de cheia (fevereiro, março e abril de 2008). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.....	145

GRÁFICO 7.8.3-82 - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (n° de gêneros) e zooplâncton (n° de espécies) no rio Xingu e tributários no período de enchente (janeiro de 2007).....	146
GRÁFICO 7.8.3-83 - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado. ....	146
GRÁFICO 7.8.3-84 - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (n° de gêneros) e zooplâncton (n° de espécies) no rio Xingu e tributários no período de vazante (maio de 2007).....	147
GRÁFICO 7.8.3-85 - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado. ....	147
GRÁFICO 7.8.3-86 - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (n° de gêneros) e zooplâncton (n° de espécies) no rio Xingu e tributários no período de seca (setembro de 2007). ....	148
GRÁFICO 7.8.3-87 - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado. ....	148
GRÁFICO 7.8.3-88 - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (n° de gêneros) e zooplâncton (n° de espécies) no rio Xingu e tributários no período de cheia (março de 2008). ....	149
GRÁFICO 7.8.3-89 - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado. ....	149
GRÁFICO 7.8.3-90 A - Densidade total (ind/m <sup>2</sup> ) de macroinvertebrados bentônicos por região do rio Xingu amostrada em cada período estudado; B. Riqueza total (número de táxons) de macroinvertebrados bentônicos por região amostrada em cada período estudado.....	153
GRÁFICO 7.8.3-91 - Grupos funcionais de macroinvertebrados bentônicos por região amostrada no rio Xingu em todo o período estudado em abundância e riqueza de táxons.....	154
GRÁFICO 7.8.3- 92 - Efeito da variação da vazão nos períodos de maio e setembro de 2007, e março de 2008 no comprimento da macrófita <i>Paspalum repens</i> presente em AMB02. ....	160
GRÁFICO 7.8.3-93 - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e fósforo total nos pontos de coleta da região de Altamira nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas da Classe 2. ....	162
GRÁFICO 7.8.3-94 - Valores de nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes <i>E. coli</i> nos pontos de coleta da região de Altamira nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas da Classe 2.....	163
GRÁFICO 7.8.3-95 - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e fósforo total nos pontos de coleta da região da Ressaca e Ilha da Fazenda nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.....	165
GRÁFICO 7.8.3-96 - Valores de nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes <i>E. coli</i> nos pontos de coleta da região da Ressaca e Ilha da Fazenda nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2. ....	166
GRÁFICO 7.8.3-97 - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes <i>E. coli</i> nos pontos de coleta da região de Belo Monte nos períodos de enchente (jan/07),	

	vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2. ....	168
GRÁFICO 7.8.3-98	- Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total kjeldahl e concentração de coliformes <i>E. coli</i> nos pontos de coleta da região de Vitória do Xingu nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2. ....	170
GRÁFICO 7.8.3-99	- Valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos pontos de coleta da região de Vitória do Xingu nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2. ....	171

### LISTA DOS ANEXOS

- 7.8.3-1** - Resultados dos parâmetros físicos e químicos do rio Xingu e tributários na área de influência direta e diretamente afetada do AHE Belo Monte
- 7.8.3-2** - Análises estatísticas das variáveis da qualidade da água na região do AHE Belo Monte
- 7.8.3-3** - Resultados dos parâmetros físicos e químicos do sedimento da região do AHE Belo Monte
- 7.8.3-4** - Comunidades bióticas do rio Xingu e tributários na área de influência direta e diretamente afetada do AHE Belo Monte

### 7.8.3 ECOSISTEMA AQUÁTICO – QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA

#### 7.8.3.1 Introdução

O Rio Xingu pertence ao sistema central fluvial amazônico e é um dos principais afluentes da margem direita do Rio Amazonas, desembocando nas proximidades da cidade de Porto de Moz (PA), aproximadamente 300 km a leste de Santarém e a 400 km da cidade de Belém.

O regime fluvial do médio e baixo Xingu acompanha, em linhas gerais, o regime pluviométrico dominante na região, apresentando o período de enchentes de dezembro a maio, com picos em fevereiro e março. Em contrapartida, o período de vazante está concentrado entre os meses de abril e novembro, tendo seus picos nos meses de agosto a outubro.

A bacia hidrográfica do rio Xingu encontra-se desenvolvida sob a província geológica do Escudo do Guaporé e se enquadra na classificação de Sioli (1950), como rio de águas claras. Percorre preferencialmente áreas de drenagem onde afloram em seu maior trecho, rochas pertencentes ao Embasamento Cristalino da Plataforma Amazônica, constituídas por materiais pouco solúveis, estando tanto suas cabeceiras quanto seu baixo curso, destacando-se como principal afluente o rio Iriri, acentados sobre rochas sedimentares, respectivamente das bacias do Parecis/Paraná e do Amazonas. Apresenta baixas concentrações de sólidos em suspensão, elementos minerais e nutrientes, principalmente quando comparados a rios de águas brancas. Dentre os tributários do Xingu, com águas brancas, destacam-se o rio Bacajá e o Igarapé Panelas.

Do ponto de vista limnológico, o Xingu é um rio típico de águas claras (SIOLI, 1950). De acordo com Fittkau (1970), suas cabeceiras estão situadas na borda sul da floresta amazônica e os seus formadores no chamado planalto dos Parecis, do Brasil central, alcançando aproximadamente 15° de latitude sul. Seus tributários, de sul para norte, drenam rochas pré-cambrianas da faixa alto Paraguai, sedimentos da bacia do Paraguai e Parecis (Alto Xingu), grandes extensões das rochas pré-cambrianas do complexo ígneo metamórfico do sul da Amazônia (médio Xingu) e sedimentos da bacia do Amazonas (baixo Xingu) além dos depósitos aluviais que acompanham indiscriminadamente todos os tributários de porte mais significativos. As diferenças de litologias, o controle estrutural e a conformação morfológica das drenagens destes tributários contribuem para as particularidades físicas e químicas das águas de cada sistema.

Os tributários do rio Xingu exercem o papel das lagoas marginais como ocorre em alguns outros rios da região amazônica (trechos do rio Tocantins e Araguaia, por exemplo). Estes tributários fazem o papel de capacitores de biomassa para o rio Xingu: áreas de reprodução e crescimento de peixes e invertebrados, que retornam biomassa para o rio durante o período das cheias. As matas-galeria ao longo dos tributários contribuem com material orgânico alóctone que alimenta uma rica e diversificada fauna de invertebrados aquáticos (plâncton, bentos) que impulsiona cadeias alimentares bem estruturadas e diversificadas.

Durante a cheia material biológico e em suspensão é carregado para jusante e é distribuído nos inúmeros canais anastomosados, lagoas e áreas alagadas onde tem oportunidade de explorar nichos alimentares e substratos e diversificar-se durante o período de vazante.

Este estudo foi direcionado para fornecer informações sobre as atuais características limnológicas do rio Xingu, na área de inserção do AHE Belo Monte, assim como sua dinâmica anual de variação.

O principal objetivo do presente estudo foi diagnosticar a integridade ambiental da área a ser afetada pelo empreendimento, para prognosticar os efeitos da implantação, enchimento e operação do AHE Belo Monte. Os dados gerados serão também utilizados como suporte teórico para estabelecer programas de controle ambiental e propor medidas mitigadoras.

### **7.8.3.2 Metodologia de Diagnóstico**

#### **7.8.3.2.1 Pontos e períodos de coleta**

Para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais e dos sedimentos foi delimitado um trecho do rio Xingu desde a confluência do rio Iriri com o rio Xingu até a ria do Xingu, já na cidade de Senador José Porfírio. Este trecho se insere dentro da Área Diretamente Afetada a qual está inserida na Área de Influência Direta.

Neste trecho também foram considerados os principais tributários do rio Xingu que serão afetados pela obra e os que já sofrem influência das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia hidrográfica como: núcleos populacionais sem tratamento de efluentes, criação de gado, plantações de cacau, garimpo e desmatamento. No trecho a ser mantido com vazão reduzida, conhecido como Volta Grande do Xingu, foram considerados os diferentes biótopos e características do ambiente como pedrais, lagoas e corredeiras.

A escolha dos pontos de amostragem levou em consideração, dentre outras, as seguintes observações:

1 - Principais tributários da margem direita e esquerda do rio Xingu.

Tributários que ficarão a montante do reservatório do Xingu (ponto IRI01).

Tributários que ficarão localizados no futuro reservatório dos canais: pontos IGLH, IGLH(M), IDM, PAQUIÇ, PAQUIÇ(M), TICARUCA, IGCO, IGCO(M).

Tributários do trecho de vazão reduzida (Volta Grande do Xingu): pontos IITU, TI03, BAC01, BAC02; PAQUIÇ, PAQUIÇ(M) e TICARUCA.

Tributários a jusante da futura Casa de Força: ponto TUC01.

2 - Áreas de formação dos futuros reservatórios e ocorrência de possíveis fontes de poluição pontual e difusa, regiões urbanizadas e com ocupação agrícola e/ou pecuária.

Pontos nos igarapés de Altamira: PAN01, PAN02, ALT01, ALT02, AMB01, AMB02. Pontos na Ressaca e na ilha da Fazenda (RESSACA e FAZENDA).

Pontos no rio Xingu a montante do futuro reservatório: RX08 e RX09.

Pontos a montante e jusante da cidade de Altamira: RX19, RX01, RX02, RX18 e RX03.

Pontos nos igarapés da margem direita da Volta Grande do Xingu: IGLH, IDM, PAQUIÇ, PAQUIÇ(M).

Pontos a montante e jusante da vila de Belo Monte: RX17, RX11, RX07.

Pontos a jusante e montante da cidade de Vitória do Xingu: RX14, RX15.

Ponto na ria do Xingu, próximo a cidade de Senador José Porfírio: RX16.

4 - Áreas com histórico de mineração (passado ou atual).

Pontos na Ressaca e na ilha da Fazenda (RESSACA e FAZENDA) e no Sítio Pimental (PIMENTAL).

5 - Áreas próximas às Terras Indígenas.

Pontos TI03, PAQUIÇ. e PAQUIÇ(M).

6 – Áreas da Volta Grande do Xingu, futuro trecho de vazão reduzida.

Pontos PIMENTAL, RESSACA, FAZENDA, RX04, RX 20, RX05, RX06, RX21, RX17.

Os pontos de coleta foram escolhidos de forma a representar significativamente a heterogeneidade espacial e temporal do sistema.

As campanhas de coleta foram realizadas de forma a contemplar a sazonalidade da região e o ciclo hidrológico. As mesmas foram realizadas nos meses de janeiro de 2007 durante o período de enchente, em maio de 2007 durante o período de vazante, em setembro de 2007 no período de seca e em março de 2008 no período de cheia.

O número total dos pontos de coleta de água para análises físicas e químicas, considerando-se as quatro campanhas realizadas, foi de 42 estações, conforme demonstrado na **TABELA 7.8.3-1** e no mapa com os locais de coleta de qualidade da água que se encontra no **Desenho 6365-EIA-DE-G92-006**.

A inserção de estações adicionais na segunda, terceira e quarta campanhas (maio/2007, setembro/2007 e março/2008), justifica-se pela necessidade de cobrir áreas não contempladas nas coletas anteriores, de amostrar os diferentes biótopos como lagoas e igarapés, bem como locais verificados como sendo importantes sobre o ponto de vista de sofrerem influências diretas ou indiretas do empreendimento e das ações antrópicas na região, proporcionando um número amostral de relativa significância.

Em alguns casos a falta de acesso por via fluvial impossibilitou a coleta de amostras dos parâmetros físico-químicos nos igarapés Ituna e rio Bacajá, na campanha de setembro de 2007.

Na campanha de março de 2008, ocorrida no período da cheia, foram contemplados todos os pontos de coleta amostrados nas campanhas anteriores, com exceção de quatro deles onde não foi possível o acesso por via fluvial ou terrestre devido às condições hidrológicas da região (igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal Montante e no rio Xingu no ponto RX21 na Volta Grande). Nesta campanha também foi amostrado um ponto em uma lagoa marginal na margem direita do rio Xingu localizada frente ao ponto RX14, próximo da cidade de Vitória

do Xingu, a fim de contemplar os diferentes biótopos que compõem o ecossistema do rio Xingu.

Foi realizado um monitoramento nictemeral em 5 pontos localizados nos diferentes biótopos do rio Xingu, a citar:

- Ponto RX08 – localizado na calha do rio Xingu, na confluência dos rios Xingu e Iriri;
- Ponto RX01 – localizado na calha do rio Xingu, à montante da Ilha Grande;
- Ponto Fazenda, localizado na ilha da Fazenda, na Volta Grande do Xingu;
- Ponto Lagoa Cajuí, localizado na foz da lagoa, na porção à jusante da casa de força principal;
- Ponto RX16, localizado na ria do rio Xingu, à montante da cidade de Senador José Porfírio.

A escolha dos pontos foi definida de forma a contemplar os diferentes biótopos identificados no rio Xingu, incluindo o trecho de vazão reduzida, lagoa marginal e a ria do rio Xingu.

Para determinação das concentrações de nutrientes, metais e pesticidas nos sedimentos do rio Xingu e seus tributários, foram determinados 35 pontos de amostragem, em função das localidades potencialmente exploradoras de minério e formações geológicas apontadas no relatório da Tetraplan (2006), além de sua proximidade de áreas urbanizadas e áreas que serão afetadas pelo empreendimento. Na **TABELA 7.8.3-2** encontra-se a localização e descrição dos pontos amostrados.

Os mapas com os pontos de coleta de qualidade da água e do sedimento estão apresentados nos **Desenhos 6365-EIA-DE-G92-006 a 6365-EIA-DE-G92-009**.

**TABELA 7.8.3-1**

Descrição dos pontos de coleta de parâmetros físicos e químicos da água.

Trecho	Ponto	Localização	Descrição	Coordenadas UTM 22M	
Calha do rio Xingu	RX 09	Rio Xingu	a montante da confluência com o rio Iriri	9575504	321696
	RX 08	Rio Xingu	a jusante da confluência com o rio Iriri	9580174	322924
	RX 19	Rio Xingu	a montante da área remansada do AHE Belo Monte	9597715	346981
	RX 01	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório	9622460	364567
	RX 02	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a montante do município de Altamira	9642564	367873
	RX 18	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a jusante do município de Altamira	9645307	369016
	RX 03	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, próximo à barragem	9621881	393609
	PIMENTAL	Rio Xingu - Sítio Pimental	Sítio Pimental	9619993	395955
Tributários da Calha do Xingu	IRI 01	Rio Iriri	a montante da confluência com o rio Xingu	9578553	318199
	PAN 01	Igarapé Panelas	próximo a confluência com o rio Xingu	9642198	363419
	PAN 02	Igarapé Panelas	próximo a confluência com o rio Xingu	9642191	362587
	ALT 01	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu - sob influência do município de Altamira	9645980	366435
	ALT 02	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu - sob influência do município de Altamira	9646170	364918
	AMB 01	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	9646183	367261
	AMB 02	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	9646750	367145
	IGLH	Igarapé Galhoso	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9627243	394547
	IGLH (M)	Igarapé Galhoso Montante	área a ser inundada pelo canal	9633754	396417
IDM	Igarapé Di Maria	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9624564	397174	
Volta Grande do Xingu	RESSACA	Rio Xingu	a montante da Ilha da Fazenda	9605109	395716
	FAZENDA	Rio Xingu - Ilha da Fazenda	Ilha da Fazenda	9605831	397063
	RX 04	Rio Xingu	a jusante da Ilha da Fazenda	9604506	398892
	RX 20	Rio Xingu	sob influência da Aldeia Paquiçamba	9612597	411004
	RX 05	Rio Xingu	a montante da confluência do rio Bacajá	9611979	419119
	RX 06	Rio Xingu	a jusante da confluência do rio Bacajá	9613197	422128
	RX 21	Rio Xingu	a montante do igarapé Ticaruca	9632498	416888
RX 17	Rio Xingu	a montante do município de Belo Monte	9654245	423568	
Tributários da Volta Grande do Xingu	IITU	Igarapé Ituna	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9612864	391202
	TI 03	Ig. Terra Indígena	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu - sob influência da tribo indígena Arara da Volta Grande do Xingu	9603900	414875
	BAC 01	Rio Bacajá	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9611460	421033
	BAC 02	Rio Bacajá	a montante do ponto BAC01	9608353	423488
	PAQUIÇ.	Ig. Paquiçamba	área a ser inundada pelo reservatório dos canais - imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9632445	412047
	PAQUIÇ. (M)	Ig. Paquiçamba Montante	área a ser inundada pelo reservatório dos canais	9638657	396324
	TICARUCA	Ig. Ticaruca	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9632970	418045
Jusante da Casa de Força Principal	RX 11	Rio Xingu	a jusante do município de Belo Monte	9655929	420042
	RX 07	Rio Xingu	imediatamente a jusante da casa de força principal	9657260	412421
	RX 14	Rio Xingu	Próximo à lagoa Cajuí	9681701	392988
	RX 15	Rio Xingu	a jusante do igarapé Tucuri	9688205	387534
	RX 16	Rio Xingu	a montante do município Senador José Porfírio	9711720	392490
Tributários a Jusante da Casa de Força	IGCO	Igarapé Cobal	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9656208	416556
	IGCO (M)	Igarapé Cobal	a montante do ponto IGCO	9656499	416230
	TUC 01	Igarapé Tucuri	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9682481	388040
Lagoa	Lagoa Cajuí	Lagoa Marginal	lagoa marginal - margem direita do rio Xingu	9683154	400120

**TABELA 7.8.3-2**

Descrição dos pontos de coleta de sedimentos para análises de nutrientes, metais e pesticidas.

Trecho	Ponto	Localização	Descrição	Coordenadas UTM 22M	
Calha do rio Xingu	<b>RX 09</b>	Rio Xingu	a montante da confluência com o rio Iriri	9575504	321696
	<b>RX 08</b>	Rio Xingu	a jusante da confluência com o rio Iriri	9580174	322924
	<b>RX 01</b>	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório	9622460	364567
	<b>RX 02</b>	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a montante do município de Altamira	9642564	367873
	<b>RX 18</b>	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a jusante do município de Altamira	9645307	369016
	<b>RX 03</b>	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, próximo à barragem	9621881	393609
	<b>PIMENTAL</b>	Rio Xingu - Sítio Pimental	Sítio Pimental	9619993	395955
Tributários da Calha do Xingu	<b>IRI 01</b>	Rio Iriri	a montante da confluência com o rio Xingu	9578553	318199
	<b>PAN 01</b>	Igarapé Pannels	próximo a confluência com o rio Xingu	9642198	363419
	<b>PAN 02</b>	Igarapé Pannels	próximo a confluência com o rio Xingu	9642191	362587
	<b>ALT 01</b>	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu- sob influência do município de Altamira	9645980	366435
	<b>ALT 02</b>	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu - sob influência do município de Altamira	9646170	364918
	<b>AMB 01</b>	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	9646183	367261
	<b>AMB 02</b>	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	9646750	367145
	<b>IGLH</b>	Igarapé Galhoso	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9627243	394547
	<b>IGLH (M)</b>	Igarapé Galhoso Montante	área a ser inundada pelo canal	9633754	396417
Volta Grande do Xingu	<b>IDM</b>	Igarapé Di Maria	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9624564	397174
	<b>RESSACA</b>	Rio Xingu	a montante da Ilha da Fazenda	9605109	395716
	<b>FAZENDA</b>	Rio Xingu - Ilha da Fazenda	Ilha da Fazenda	9605831	397063
	<b>RX 04</b>	Rio Xingu	a jusante da Ilha da Fazenda	9604506	398892
	<b>RX 20</b>	Rio Xingu	sob influência da Aldeia Paquiçamba	9612597	411004
	<b>RX 05</b>	Rio Xingu	a montante da confluência do rio Bacajá	9611979	419119
Tributários da Volta Grande do Xingu	<b>RX 17</b>	Rio Xingu	a montante do município de Belo Monte	9654245	423568
	<b>IITU</b>	Igarapé Ituna	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9612864	391202
	<b>BAC 01</b>	Rio Bacajá	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9611460	421033
	<b>PAQUIÇ.</b>	Ig. Paquiçamba	área a ser inundada pelo reservatório dos canais - imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9632445	412047
	<b>PAQUIÇ. (M)</b>	Ig. Paquiçamba Montante	área a ser inundada pelo reservatório dos canais	9638657	396324
Jusante da Casa de Força Principal	<b>TICARUCA</b>	Ig. Ticaruca	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9632970	418045
	<b>RX 11</b>	Rio Xingu	a jusante do município de Belo Monte	9655929	420042
	<b>RX 14</b>	Rio Xingu	Próximo à lagoa Cajuí	9681701	392988
	<b>RX 15</b>	Rio Xingu	a jusante do igarapé Tucuri	9688205	387534
Tributários a Jusante da Casa de Força	<b>RX 16</b>	Rio Xingu	a montante do município Senador José Porfírio	9711720	392490
	<b>IGCO</b>	Igarapé Cobal	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9656208	416556
	<b>IGCO (M)</b>	Igarapé Cobal	a montante do ponto IGCO	9656499	416230
	<b>TUC 01</b>	Igarapé Tucuri	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	9682481	388040

A **TABELA 7.8.3-3** refere-se à localização dos pontos de coleta das comunidades planctônicas nas diferentes campanhas. Na primeira campanha, em janeiro de 2007 no período de enchente, foram amostrados 14 pontos. Na segunda campanha, em maio de 2007 no período de vazante, foram amostrados 11 pontos devido à grande redução do nível d'água o qual impossibilitou a coleta de plâncton. Na terceira campanha em setembro de 2007 (seca) foram amostrados 9 pontos. Neste período muitos pontos não foram amostrados por não oferecerem condições de amostragem de plâncton em virtude da seca e da falta de condições de deslocamento. Na quarta campanha em março de 2008 (cheia) foram amostrados 24 pontos. Nesta campanha foi possível amostrar em maior número de pontos, pois o aumento da vazão propiciou melhores condições de deslocamento e amostragem nos pontos pretendidos. Apesar da supressão de alguns pontos nos períodos de seca e de vazante, a ampla malha

amostral realizada na área de estudo foi bem representativa, não prejudicando a análise das comunidades fito e zooplânctônicas.

O mapa com a distribuição dos pontos de coleta de fito e zooplâncton se encontra no **Desenho 6365-EIA-DE-G92-007**.

**TABELA 7.8.3-3**

Pontos de coleta das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos: localização e frequência de amostragem. Legenda: F: fitoplâncton; Z: zooplâncton; B: macroinvertebrados bentônicos.

Trecho	Ponto	Localização	Enchente (jan/07)	Vazante (mai/07)	Seca (set/07)	Cheia (mar/08)
Calha do rio Xingu	RX 09	Rio Xingu	F / Z	F / Z	F / Z	F / Z / B
	RX 08	Rio Xingu	-	F / Z	F / Z	-
	RX 01	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z	F / Z	F / Z / B
	RX 02	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z / B	F / Z	F / Z / B
	RX 18	Rio Xingu	-	-	B	F / Z / B
	RX 03	Rio Xingu	F / Z / B	-	-	F / Z / B
Tributários da Calha do Xingu	IRI 01	Rio Iriri	F / Z	F / Z / B	F / Z / B	F / Z / B
	PAN 01	Igarapé Panelas	F / Z	F / Z	F / Z	B
	PAN 02	Igarapé Panelas	-	B	B	F / Z / B
	ALT 01	Igarapé Altamira	B	-	B	F / Z / B
	ALT 02	Igarapé Altamira	-	B	B	F / Z / B
	AMB 01	Igarapé Ambé	F / Z	F / Z / B	-	F / Z / B
	AMB 02	Igarapé Ambé	B	-	B	F / Z / B
	IGLH	Igarapé Galhoso	-	B	-	F / Z / B
	IGLH (M)	Igarapé Galhoso Montante	-	-	-	B
Volta Grande do Xingu	IDM	Igarapé Di Maria	B	-	-	F / Z / B
	RESSACA	Rio Xingu	-	-	-	F / Z / B
	RX 04	Rio Xingu	F / Z / B	-	-	F / Z / B
	RX 20	Rio Xingu	-	F / Z	-	-
	RX 05	Rio Xingu	B	B	F / Z	F / Z / B
Tributários da Volta Grande do Xingu	RX 17	Rio Xingu	F / Z	F / Z / B	F / Z	F / Z / B
	IITU	Igarapé Ituna	F / Z	B	-	F / Z / B
	BAC 01	Rio Bacajá	F / Z / B	F / Z	B	F / Z / B
Jusante da Casa de Força Principal	PAQUIÇ. (M)	Ig. Paquiçamba Montante	-	-	-	F / Z / B
	RX 14	Rio Xingu	-	-	-	F / Z / B
	RX 15	Rio Xingu	F / Z	-	-	B
Tributários a Jusante da Casa de Força	RX 16	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z	F / Z	F / Z / B
	IGCO	Igarapé Cobal	B	B	-	F / Z / B
	TUC 01	Igarapé Tucuri	F / Z	-	B	F / Z / B

Para a análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas quatro campanhas de amostragem na área de influência do AHE Belo Monte sendo as mesmas no período de enchente (janeiro de 2007), no período da vazante (maio de 2007), no período de seca (setembro de 2007) e no período da cheia (março de 2008). Como forma de otimizar a avaliação dos diferentes locais de coleta os mesmos foram agrupados em seis regiões pré-estabelecidas. Na Tabela 2.3 encontra-se o nome e frequência de amostragem dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos agrupados por região.

Os locais de coleta dos organismos bentônicos foram escolhidos seguindo uma análise da vazão, do tipo de sedimento presente, de eficiência na coleta além dos locais nos quais a interferência provocada pelo futuro empreendimento fosse mais significativa.

Durante as campanhas de maio de 2007 e março de 2008 foi realizada a avaliação da biomassa aérea e subaquática e a identificação visual das espécies de macrófitas aquáticas presentes no rio Xingu.

A amostragem foi feita pelo delineamento estratificado ao acaso, tendo o cuidado de selecionar estandes mais homogêneos e relativamente com maiores áreas na região em estudo. Os locais amostrados encontram-se representados no mapa com os pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas do **Desenho 6365-EIA-DE-G92-008**.

#### **7.8.3.2.2 Procedimento de coleta**

Todos os pontos de coleta foram georeferenciados com o auxílio de um GPS marca Garmim, modelo III Plus.

Em cada ponto de coleta foi realizada a medição *in situ*, das variáveis físicas e químicas da água com auxílio de sonda multiparamétrica.

Amostras de água subsuperficial foram coletadas em frascos próprios para a posterior análise de nutrientes, metais, pesticidas e herbicidas, DBO e coliformes.

Para o monitoramento nictemeral da qualidade da água, as medidas das variáveis físicas e químicas da água (indicadas com um asterisco na **TABELA 7.8.3-4**), foram realizadas mantendo os sensores da sonda multiparamétrica na sub-superfície, entre 0,3 e 1 m de profundidade e na área litorânea, em uma faixa que variou de 2 a 20 m da margem do rio, de acordo com as condições em cada ponto monitorado. Concomitantemente foram realizadas medidas de radiação solar com o auxílio de um radiômetro mantido em local aberto e próximo à sonda na margem do rio, de forma a possibilitar a captação direta da radiação solar durante todo o período diurno.

Os sedimentos foram coletados com a ajuda de uma draga tipo Petersen de 5 kg e 2,5 L de capacidade, dispostos em recipientes plásticos e congelados até seu processamento no laboratório para análise de nutrientes, metais e pesticidas.

O material fitoplânctônico foi obtido utilizando uma rede padrão de plâncton de 20 $\mu$ m de malha e fazendo um arrasto vertical; nos locais cuja profundidade foi inferior a 0,5m foi feito arrasto horizontal, na superfície. Este procedimento foi necessário para obter uma quantidade apropriada de todos os organismos que compõem o fitoplâncton. Em seguida o material concentrado foi colocado em um frasco e fixado com solução de formol a 4%.

O material zooplânctônico foi obtido utilizando uma rede padrão de 68 $\mu$ m de malha e fazendo um arrasto vertical, nos locais com profundidade ou arrasto horizontal na superfície. Este procedimento é necessário para obter uma quantidade apropriada de todos os organismos que compõem o zooplâncton. A seguir o material concentrado foi colocado em um frasco e fixado com solução de formol a 4%.

Para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos, utilizou-se uma draga tipo Petersen de 5 kg, 2,5 L de capacidade e área de coleta de 298 cm<sup>2</sup> de sedimento e rede “Kick net”. O sedimento foi acondicionado em sacos plásticos e preservado com formol a 8%.

A amostragem de macrófitas aquáticas foi realizada pelo delineamento estratificado ao acaso. Para a quantificação da biomassa foi coletado todo o material vegetal vivo ou morto contido em uma área de 0,5 m<sup>2</sup>. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e mantido sob refrigeração até seu posterior processamento no laboratório.

### 7.8.3.2.3 Processamento das amostras

As metodologias utilizadas nas análises físicas, químicas e biológicas da água se

encontram descritas na **TABELA 7.8.3-4**. As metodologias utilizadas nas análises das amostras de sedimento se encontram descritas na **TABELA 7.8.3-5**.

Para a análise quantitativa e qualitativa dos organismos fitoplanctônicos foram feitas sub-amostragens de 1 mL e colocadas na câmara de Sedgwick-Rafter. Os organismos foram identificados e contados no microscópio ótico no aumento de 200 vezes. A densidade dos organismos foi calculada em número de organismos por m<sup>3</sup>. O volume de água filtrada pela rede no sentido vertical ou horizontal foi calculado através da equação do volume de um cilindro:  $V = \pi r^2 \times d$ .

A identificação do fitoplâncton foi feita até o nível de classe e de gênero, e foram utilizadas as seguintes bibliografias: Mizuno (1964), Hino; Tundisi (1984), Bicudo; Menezes (2005), Prescott (1978), Lund; Lund, (1995).

**TABELA 7.8.3-4**

Parâmetros analisados na água superficial e as metodologias utilizadas na quantificação.

Parâmetro	Unidade	Método	Referência
<i>Em campo</i>			
Profundidade	m	profundímetro SM-5	Speedtech Instruments
pH*		sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Condutividade elétrica *	µS/cm	sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Turbidez*	NTU	sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Oxigênio dissolvido*	mg/L	sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Temperatura*	°C	sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Potencial redox*	mV	sonda multiparamétrica Horiba U22	Horiba Ltd.
Transparência da coluna de água	m	disco de Secchi	Wetzel & Likens (1991)
Radiação solar*	µE/m <sup>2</sup> /dia	radiômetro LI-1400	Li-Cor
<i>Em laboratório</i>			
Nitrogênio total Kjeldhal	mg NTK/L	digestão ácida	APHA (1998)
Fósforo total	µg-P/L	espectrofotométrico	Valderrama (1981)
Carbono total dissolvido	mg-C/L	infravermelho TOC 5000 Shimadzu	APHA (1998)
Carbono inorgânico dissolvido	mg-C/L	infravermelho TOC 5000 Shimadzu	APHA (1998)
Carbono orgânico dissolvido	mg-C/L	infravermelho TOC 5000 Shimadzu	APHA (1998)
Material em suspensão	mg/L	gravimetria	Wetzel & Likens (1991)
Material em suspensão inorgânico	mg/L	gravimetria	Wetzel & Likens (1991)
Material em suspensão orgânico	mg/L	gravimetria	Wetzel & Likens (1991)
Nitrato	µg-N/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Amônio	µg-N/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Fluoreto	µg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Cloreto	mg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Brometo	µg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Sulfato	mg-S/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Sódio	mg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Potássio	mg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Magnésio	mg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Cálcio	mg/L	cromatografia líquida Dionex DX-80	APHA (1998)
Coliformes <i>E. coli</i>	NMP/100mL	substrato definido Colilert®	APHA (1998)
DBO	mg/L	método de Winkler	APHA (1998)
Mercúrio	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Cromo	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Ferro	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Níquel	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Chumbo	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Zinco	mg/L	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	APHA (1998)
Pesticidas e herbicidas	µg/L	cromatografia líquida	APHA (1998)

\* parâmetros analisados na coleta noturna

**TABELA 7.8.3-5**

Parâmetros analisados no sedimento e as metodologias utilizadas na quantificação.

Parâmetro	Unidade	Método	Referência
Nitrogênio total Kjeldhal	mg-N/g sed	adaptação para sedimentos da digestão ácida	APHA (1998)
Fósforo total	mg-P/g sed	espectrofotométrico	Andersen (1976)
Carbono total	mg-C/g sed	infravermelho TOC 5000 e modulo SSM 5000A Shimadzu	APHA (1998)
Mercúrio	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Cromo	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Ferro	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Níquel	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Chumbo	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Zinco	mg/kg sed	espectrometria de absorção atômica Varian AA240 FS	USEPA (1996)
Pesticidas	µg/kg sed	cromatografia líquida	APHA (1998)

A análise dos organismos zooplancônicos foi feita da seguinte forma:

- a) Para os organismos de tamanho pequeno tais como: rotíferos, protozoários e nauplios de Copepoda, que ocorrem em grande quantidade, foi feita uma sub-amostragem de 1 mL e os organismos identificados e contados na câmara de Sedgwick Rafter no microscópio ótico de 200 vezes de aumento.
- b) Para os organismos maiores tais como Cladocera, Copepoda nas suas fases de copepodito e adulto e outros organismos (larvas de insetos, ostracode, nemátode, turbelário) foram feitas subamostragens de 5 a 1 mL dependendo da quantidade de material e os organismos foram identificados e contados em uma placa quadriculada sob microscópio estereoscópio em um aumento de 30 vezes.

A densidade dos organismos foi calculada em número de organismos por m<sup>3</sup>. O volume de água filtrada pela rede no sentido vertical ou horizontal foi calculado através da equação do volume de um cilindro.

Para identificação dos organismos zooplancônicos foram utilizadas as seguintes bibliografias: Edmondson (1959), Mizuno (1964), Koste (1978), Dussart (1984), Matsumura-Tundisi (1986), El Moor-Loureiro (1997), Dussart & Defaye (2001), Segers (1995), Smirnov (1971) e Pennak (1953).

Para triagem dos organismos bentônicos o sedimento foi lavado em peneira de 0,250 mm e o material restante fixado em álcool 70%. Os organismos encontrados foram identificados e contados sob estereomicroscópio e classificados até a menor categoria taxonômica possível. Os grupos funcionais foram estabelecidos segundo Cummins *et al.* (2005).

A riqueza faunística foi estimada pela simples contagem do número de famílias ou táxons presentes em cada amostra. A densidade em cada ponto foi calculada utilizando-se a fórmula  $D=(N/A)$ , em que D é número de indivíduos por m<sup>2</sup>, N é o número de organismos encontrados na amostra e A é área do amostrador em m<sup>2</sup>. Os totais (densidade e riqueza) foram calculados através da soma dos pontos de cada região e a soma dos totais de cada região considerando-se as épocas das coletas (enchente, vazante, seca e cheia). A categorização dos grupos funcionais foram baseados nos trabalhos de Merrit & Cummins (1984), Callisto & Esteves (1998) e Cummins *et al.* (2005), como descrito no quadro abaixo.

Grupos funcionais é a denominação utilizada para categorizar os tipos de alimentação, baseando-se no reconhecimento morfológico e características comportamentais dos invertebrados que são diretamente relacionados com os modos de aquisição de alimentos.

Os grupos funcionais utilizados no presente trabalho foram baseados em Merrit & Cummins (1984), Callisto & Esteves (1998) e Cummins *et al.* (2005) e são descritos na **TABELA 7.8.3-6** a seguir.

**TABELA 7.8.3-6**

Categorização dos grupos funcionais. Adaptado de Callisto & Esteves (1998) e Cummins *et al.* (2005).

Grupos funcionais	Mecanismos de alimentação e tamanho da partícula	Tipo de alimento	Famílias representantes
Fragmentadores	Detritívoros que se alimentam de grandes partículas (>2mm) e que fragmentam o material	Pedaços de folhas, gravetos, galhos entre outros pedaços de plantas da mata ciliar que caem no rio	Chironominae, Orthocladiinae (Diptera, Chironomidae), Trichoptera, Ephemeroptera, larvas de Coleoptera e Oligochaeta
Coletores filtradores	Filtração das partículas (0,01 – 1,0mm) em suspensão na coluna d'água	Partículas e detritos em decomposição, algas, bactérias e fezes	Culicidae, Dixidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Bivalvia
Coletores catadores	Coleta nos depósitos de sedimento. Partículas de 0,05 a 1,0mm	Partículas e detritos em decomposição, algas, bactérias e fezes	Naididae, Baetidae, Leptohyphidae, Caenidae, Leptophlebiidae, Palaemonidae, Chironomini
Raspadores	Aparelho bucal que raspa superfícies de rochas e plantas e mastiga o material perifítico. Partículas de 0,01 a 1,0mm	Perífiton aderido às rochas, às folhas, aos troncos, alimentando-se de algas, bactérias, fungos e matéria orgânica morta	Mollusca (Gastropoda), Corixidae, Hydroptilidae, Odontoceridae, Elmidae, Hydrocasphidae, Chiromoninae, Ephemeroptera, Oligochaeta
Predadores	Alimentam-se de outros organismos através de captura. Partículas maiores que 0,5mm	Animais vivos	Tanypodinae, Chaoboridae, Odonata, Coleoptera, Glossiphonidae, Belostomatidae, Nepidae, Pleidae, Naucoridae, Noteridae, Tipulidae, Ceratopogonidae

Para o pré-tratamento das amostras de macrófitas seguiu-se a metodologia de Westlake (1965) e sugestões de Esteves (1998), sendo que, as frações vegetais foram lavadas para remoção dos detritos presentes nos rizomas da porção subaquática. Posteriormente o material vegetal foi seco ao ar livre e submetido à secagem em estufa, à 55° C, até a obtenção de peso constante. Para a determinação da biomassa dos vegetais coletadas, o peso da amostra foi convertido para gramas de peso seco/m<sup>2</sup>.

#### 7.8.3.2.4 Representação e tratamento dos resultados

Os resultados das variáveis físicas, químicas e biológicas dos diversos pontos de monitoramento na área de influência direta do AHE Belo Monte, obtidos nas quatro campanhas realizadas pelo IIEGA (janeiro, maio, setembro de 2007 e março de 2008), estão apresentados em forma gráfica e subdivididos nos trechos que futuramente irão conformar o AHE Belo Monte, de forma a facilitar o diagnóstico.

Os trechos considerados foram os seguintes: calha do rio Xingu (futuro reservatório do Xingu), tributários da calha do rio Xingu, Volta Grande do Xingu, tributários da Volta Grande, trecho a jusante da Casa de Força (Sitio Belo Monte) e tributários a jusante da Casa de Força.

Todos os pontos de coleta do rio Xingu foram ordenados de montante a jusante a partir do ponto RX09 até o ponto RX16. Os tributários de cada trecho também foram ordenados seguindo o mesmo critério.

Os resultados faltantes nas representações gráficas correspondem aos pontos de coleta que não puderam ser amostrados em alguma das quatro campanhas. Porém, no diagnóstico foram considerados todos os locais passíveis de sofrerem influência direta ou indireta do empreendimento.

**a) Análise de variância (ANOVA) e teste de comparações múltiplas de Tukey**

**a1) Qualidade da água e concentrações de íons**

Para avaliar a existência de variabilidade significativa entre as médias das variáveis monitoradas nas campanhas realizadas (enchente, vazante, seca e cheia), foi aplicada a análise de variância (ANOVA) de fator simples segundo Zar (1999). A análise foi aplicada nos diversos compartimentos, a citar: calha do rio Xingu, Volta Grande do rio Xingu, jusante da casa de força principal, tributários da calha do rio Xingu, tributários da Volta Grande do Xingu e tributários à jusante da casa de força principal. As seguintes variáveis foram testadas: pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, temperatura da água, potencial redox, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, carbono inorgânico dissolvido, carbono orgânico dissolvido, *E. coli*, DBO, material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico, bem como aos dados de concentração de íons na água (fluoreto, brometo, cloreto, sódio, potássio, sulfato, magnésio, cálcio, nitrato e amônio). Para cada variável foram considerados os valores obtidos em todos os pontos do compartimento referentes a um determinado período, cuja média foi comparada com as médias correspondentes aos demais períodos. Na ocorrência de variabilidade significativa entre as médias na ANOVA, para um nível de significância  $\alpha$  de 5 %, foi aplicado, posteriormente, o teste de comparações múltiplas de Tukey, segundo Zar (1999), para verificar a ocorrência ou não de diferença significativa entre as médias das variáveis das possíveis comparações, tais como:

- enchente x vazante;
- enchente x seca;
- enchente x cheia;
- vazante x seca;
- vazante x cheia;
- seca x cheia.

As seguintes hipóteses foram testadas na ANOVA e no teste de Tukey:

Hipótese 1 ( $H_0$ ): as médias das variáveis testadas são iguais para os períodos amostrados, ou seja, não há diferença significativa entre as médias das variáveis comparadas; nesse caso, aceita  $H_0$ ;

Hipótese 2 ( $H_A$ ): as médias das variáveis testadas não são iguais para os períodos amostrados, ou seja, houve diferença significativa entre as variáveis comparadas; nesse caso, rejeita  $H_0$ .

Para rejeitar a hipótese  $H_0$  de que as médias das variáveis de cada período são iguais, foram considerados níveis de significância de 5% tanto para a ANOVA como para o teste de Tukey, ou seja, a probabilidade de se cometer um erro denominado em estatística como do tipo I, que seria de rejeitar erroneamente a hipótese  $H_0$  de que as médias das variáveis testadas são iguais. Tais análises foram realizadas para avaliar o grau de variabilidade existente entre os diferentes períodos do ciclo hidrológico nos compartimentos do rio Xingu.

#### **a2) Fitoplâncton e zooplâncton**

A ANOVA e o teste de comparações múltiplas de Tukey foram também aplicados aos dados de densidade e riqueza de espécies de fitoplâncton e de zooplâncton obtidos no rio Xingu, da mesma forma como foram aplicados para as variáveis da qualidade da água e para as concentrações de íons. Além da comparação entre os diferentes períodos do ciclo hidrológico, foram comparados, também, os diferentes compartimentos do rio Xingu em cada um dos períodos, de forma a avaliar se a riqueza de espécies e a densidade de organismos do fitoplâncton e do zooplâncton nesses locais diferem em função das barreiras geográficas existentes e das condições ambientais distintas.

#### **a3) Zooplâncton e Ictioplâncton**

Para identificar se existe relação entre a comunidade zooplancônica e o ictioplâncton, no rio Xingu, foi realizada uma análise de correlação simples entre a densidade de larvas de peixes (ictioplâncton) e a densidade do zooplâncton, no período de cheia. Foram consideradas unicamente as densidades de organismos do período de cheia, devido que as abundâncias de larvas de peixes neste período foram maiores, em consequência aos hábitos reprodutivos dos peixes.

#### **b) Análise da relação entre a densidade e a riqueza de espécies de fitoplâncton e zooplâncton e a qualidade da água**

Para analisar as possíveis relações existentes entre a densidade e a riqueza de espécies de fitoplâncton e de zooplâncton com as variáveis da qualidade da água, aplicou-se a análise de correlação linear simples entre essas variáveis segundo Zar (1999), cujos resultados foram apresentados na forma de matriz de correlação. Os coeficientes de correlação linear de Pearson resultantes dessa análise expressam a intensidade de relação linear entre duas variáveis, que varia, em valor absoluto, entre 0 (nenhuma relação linear) e 1 (relação linear perfeita, seja direta para  $r = +1$ , seja inversa para  $r = -1$ ). Utilizou-se nessa análise um nível de significância  $\alpha$  de 5%. Devido ao pequeno número de amostras de fitoplâncton e de zooplâncton nos diferentes compartimentos do rio Xingu e nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, optou-se por considerar o total de amostras coletadas no rio Xingu nos 4 períodos para que a análise de correlação linear simples ou de regressão múltipla apresentasse maior consistência, caso contrário não seria possível a obtenção de resultados conclusivos.

Posteriormente à análise de correlação, aplicou-se a análise de regressão múltipla passo a passo segundo Valentin (2000), utilizando-se o pacote Statistica 7.0 (StatSoft Inc.). Nessa análise foram consideradas as seguintes variáveis dependentes: densidade total de fitoplâncton, riqueza total de espécies de fitoplâncton, densidade total de zooplâncton e riqueza total de espécies de zooplâncton referentes a cada um dos períodos do ciclo hidrológico. Apenas as variáveis da qualidade da água (independentes) que apresentaram correlação significativa com as variáveis dependentes, obtidas na matriz de correlação, foram incluídas na análise de regressão múltipla. A inclusão das variáveis independentes mais fortemente correlatas passo a passo foi realizada automaticamente pelo pacote, baseada nos valores de correlação parcial da variável dependente com as variáveis anteriormente introduzidas. A partir dessa análise tornou-se possível, na maioria dos casos, estimar a influência que uma variável independente, no caso, da qualidade da água, exerce sobre a variabilidade de uma variável dependente, no caso, densidade e riqueza de espécies de fitoplâncton e zooplâncton.

#### **7.8.3.2.5 Análise comparativa**

Os resultados obtidos das análises de água foram discutidos e comparados com base nas seguintes legislações: Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004 para água potável (nos casos em que é aplicável), e Resolução CONAMA Nº 274 de 29 de novembro de 2000, para balneabilidade do corpo de água.

Até o momento, os cursos d'água na bacia do rio Xingu não foram objeto de enquadramento nos estados de Mato Grosso e no Pará. Segundo o Artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, exceto se as condições atuais de qualidade forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa.

A mesma Resolução considera que as águas dos corpos hídricos Classe 1 podem ser destinadas à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas (TIs). Nesse sentido, os resultados foram avaliados quanto a conformidade aos limites tanto da Classe 1 como da Classe 2.

##### **a) Comparação com dados secundários**

Os dados secundários sobre a qualidade da água do rio Xingu, utilizados na comparação, foram os apresentados no diagnóstico da qualidade da água do Estudo de Impacto Ambiental do CHE Belo Monte (ELN/ELB, 2001).

Na **TABELA 7.8.3-7** se encontra a localização dos pontos de amostragem do diagnóstico da qualidade da água do EIA/RIMA do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (ELB/ELN, 2001). Os resultados se encontram apresentados conforme os elementos do empreendimento: reservatório da calha do Xingu Volta Grande do Xingu e Jusante da Casa de Força, e cada seção com seus principais tributários. As variáveis analisadas foram as seguintes: temperatura, cor, transparência da água, turbidez, dureza, alcalinidade, material em suspensão, sólidos totais dissolvidos, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total Kjeldahl, nitrato, nitrito, amônia, fósforo total, fosfato, sulfato, cloreto, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), íons totais, sílica e ferro total.

**TABELA 7.8.3-7**

Localização dos pontos de amostragem do EIA/RIMA do CHE Belo Monte (ELB/ELN, 2001).

Rio/Igarapé	Pontos	Localização	Coordenadas
Rio Iriri	IRI-1	2 km a montante da confluência com o Rio Xingu	9578539N e 318367L
Rio Bacajá	BAC-1	1 km a montante da confluência com o Rio Xingu	9611555N e 421012L
Rio Xingu	MX-1	próximo de Altamira ao norte da ilha de Arapujá	9644901N e 368924L
	MX-2	próximo de Altamira ao sul da ilha de Arapujá	9642578N e 367758L
	MX-3	3 Km a montante de Altamira	9622321N e 364425L
	MX-4	2 Km a jusante da confluência com o Rio Iriri	9580093N e 322987L
	MX-5	2 Km a montante da confluência com o Rio Iriri	9575603N e 321649L
	JX-1	300 m a jusante da confluência com o Rio Bacajá	9613101N e 422101L
	JX-2	500 m a montante da confluência com o Rio Bacajá	9612824N e 418867L
	JX-3	ilha da Fazenda	9604589N e 398636L
	JX-4	local da futura barragem	9621785N e 393821L
	JX-5	1 km a montante de Belo Monte	9654326N e 423408L
	JX-6	2 km a montante de Belo Monte	9655657N e 420040L
	JX-7	local da futura casa de força	9656647N e 412889L
	JX-8	em frente a cidade de Senador José Porfírio	9711894N e 391720L
Igarapé Ambé	AMB-1	próximo da confluência com o Rio Xingu	9646298N e 367163L
Igarapé Altamira	ALT-1	próximo da confluência com o Rio Xingu	9646002N e 366297L
Igarapé Pannels	PAN-1	50 m a montante da confluência com o Rio Xingu	9642277N e 363825L
Igarapé Tucuruí	TUC-1	500 m a montante da confluência com o Rio Xingu	9682452N e 388104L

### 7.8.3.3 Ciclo Hidrológico e Vazão do Rio Xingu

A vazão média mensal do rio Xingu de dezembro de 2006 a abril de 2008 foi calculada através dos dados do Posto Fluviométrico de Altamira e a Curva-chave para o rio Xingu.

Na **TABELA 7.8.3-8** se encontram os valores médios mensais de vazão calculados e no **GRÁFICO 7.8.3-1** se encontra a curva de vazão para o período de dezembro de 2006 a maio de 2008.

O ano hidrológico identificado para a região inicia-se em novembro e se encerra em outubro do ano seguinte. Comparando o hidrograma do período de estudo (de janeiro 2007 a março 2008) com o hidrograma das vazões médias da série histórica dos últimos 34 anos (**GRÁFICO 7.8.3-2**), pode-se observar que o mesmo apresenta um comportamento similar à média, com períodos de seca e cheia nos meses de setembro e março-abril, respectivamente. Com base nestes resultados, foi concluído que os quatro períodos característicos de um ciclo

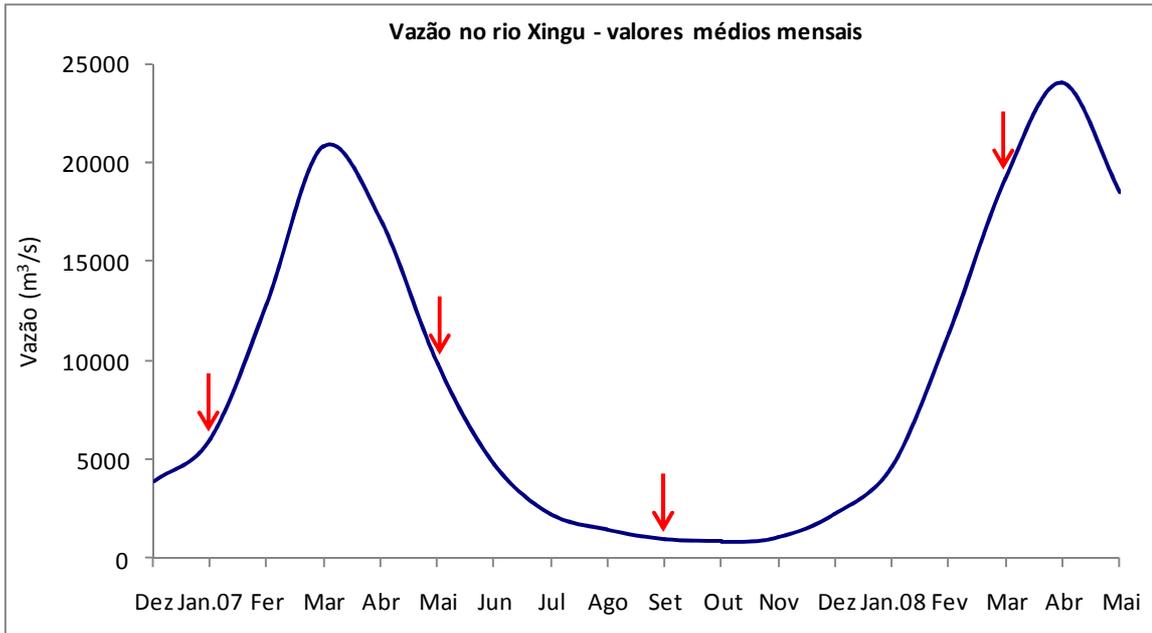
hidrológico, ou seja, enchente, cheia, vazante e seca, são fatores determinantes sobre as características limnológicas do sistema, independentemente do ano hidrológico em consideração.

**TABELA 7.8.3-8**

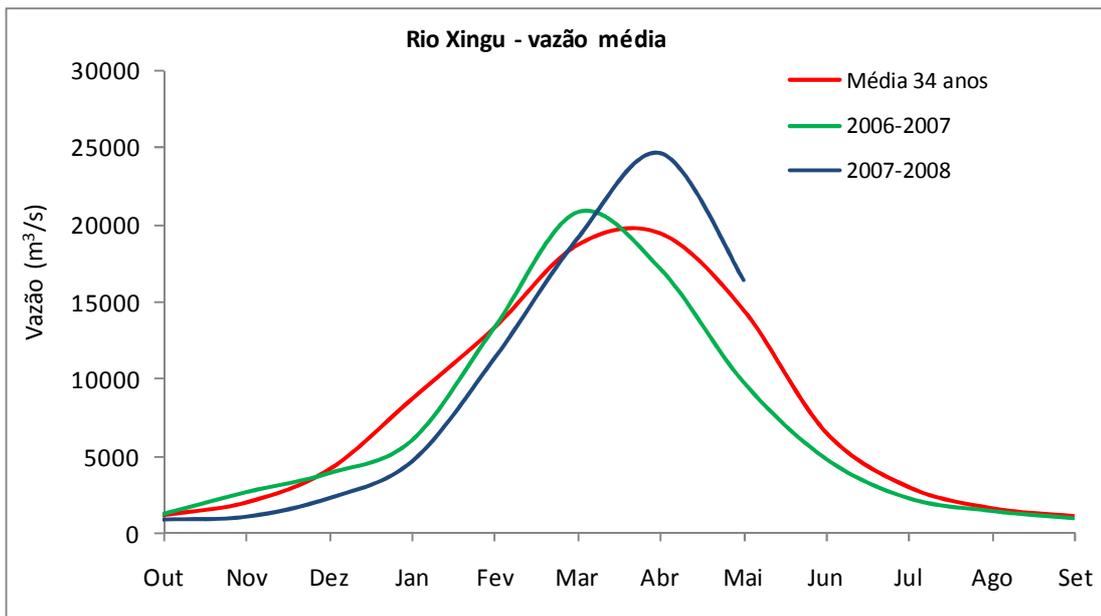
Vazão média mensal do rio Xingu, calculada a partir da curva chave do Posto Fluviométrico de Altamira (PA), para o período compreendido entre dezembro de 2006 e maio de 2008.

Mês	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
Dezembro 2006	3850
Janeiro 2007	6008
Fevereiro	12884
Março	20799
Abril	17253
Maio 2007	9822
Junho	4789
Julho	2260
Agosto	1414
Setembro 2007	955
Outubro	865
Novembro	1048
Dezembro	2210
Janeiro 2008	4678
Fevereiro	11352
Março 2008	19168
Abril	24674
Maio	18492

Em vermelho: datas das campanhas do IIEGA



**GRÁFICO 7.8.3-1** - Vazão média mensal do rio Xingu para o período compreendido entre dezembro de 2006 e abril de 2008, as setas vermelhas indicam os meses em que foram realizadas as campanhas de campo do IIEGA.



**GRÁFICO 7.8.3-2** - Vazão média mensal do rio Xingu para o período 1971-2008.

Pela curva de vazão para o período dezembro 2006 - maio 2008 pode-se observar que as campanhas realizadas pelo IIEGA coincidiram com a enchente ou início da estação chuvosa em janeiro de 2007, com a vazante ou final da estação chuvosa em maio de 2007, com a estação seca em setembro de 2007 e com a estação das chuvas ou cheia em março de 2008, mesmo que, nesse ano, o pico da cheia tenha sido no mês de abril.

#### 7.8.3.4 Resultados

##### 7.8.3.4.1 Parâmetros Físicos e Químicos da Água

Os resultados tabelados e as análises estatísticas dos parâmetros físicos e químicos da água estão apresentados nos **Anexo 7.8.3-1** e **Anexo 7.8.3-2**, respectivamente.

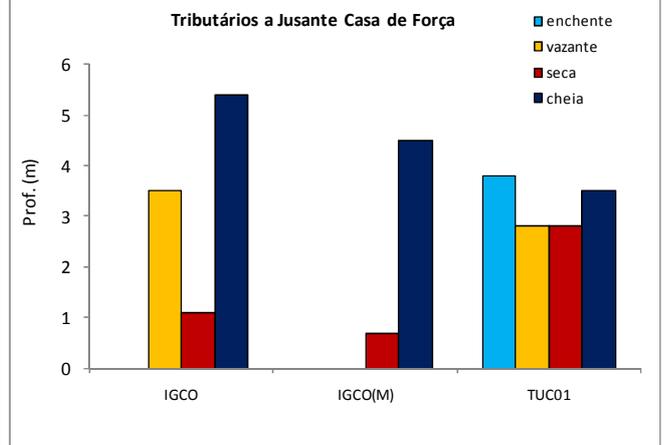
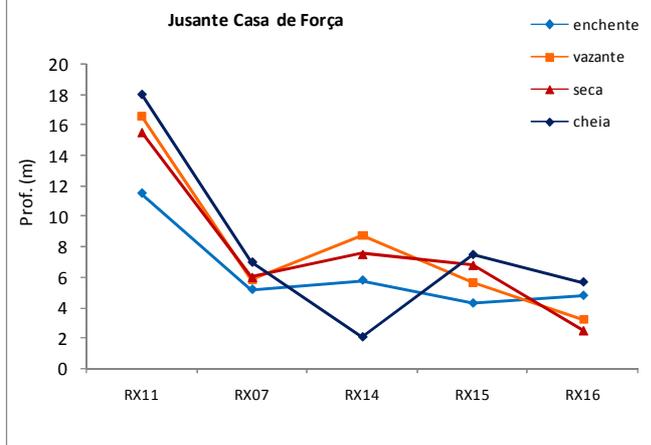
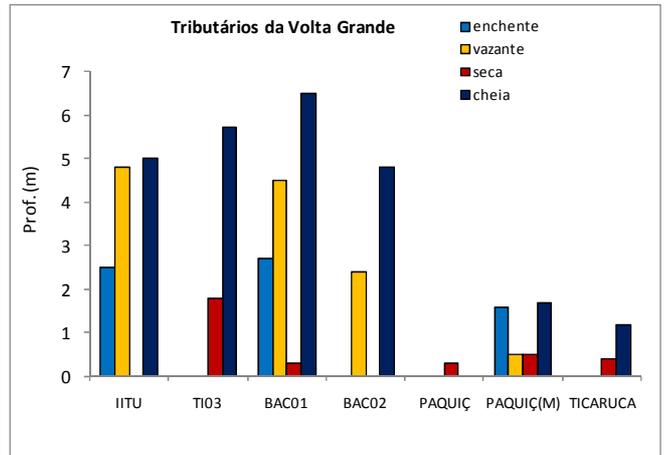
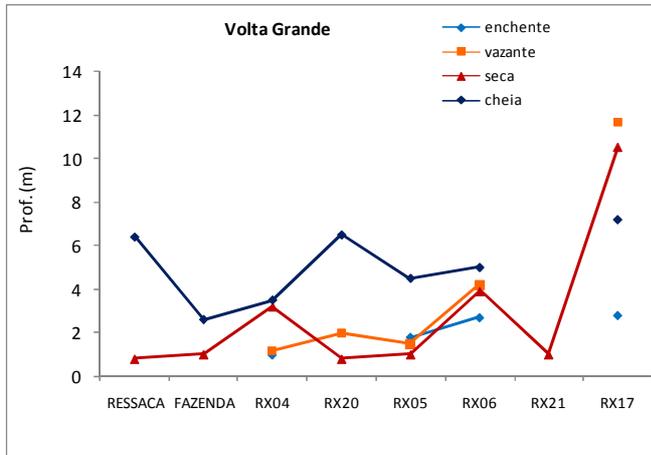
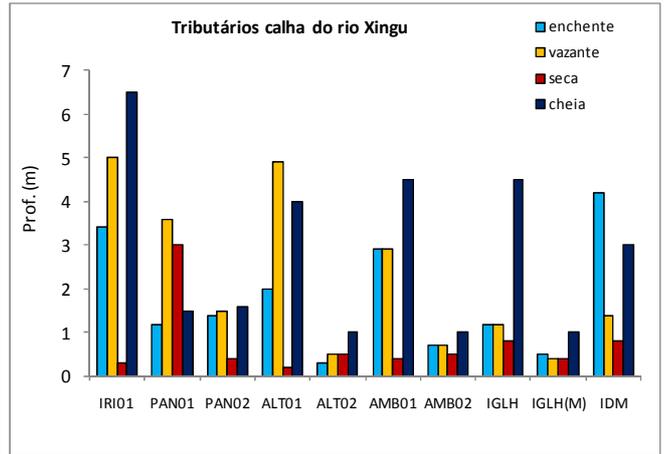
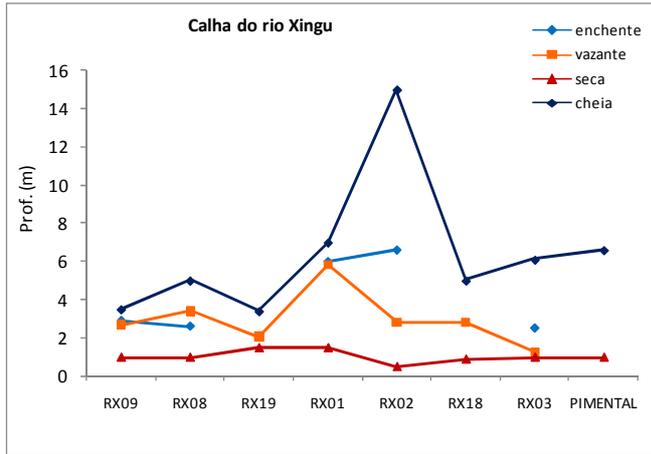
##### a) Profundidade e transparência dos cursos de água

No **GRÁFICO 7.8.3-3** estão representados os resultados da profundidade do rio Xingu e seus tributários durante o período de estudo (janeiro, maio, setembro 2007 e março 2008) e nos diferentes compartimentos. No **GRÁFICO 7.8.3-4** estão representados os resultados da transparência da água do rio Xingu e seus tributários durante o período de estudo (janeiro, maio, setembro 2007 e março 2008) e nos diferentes compartimentos medida com o disco de Secchi.

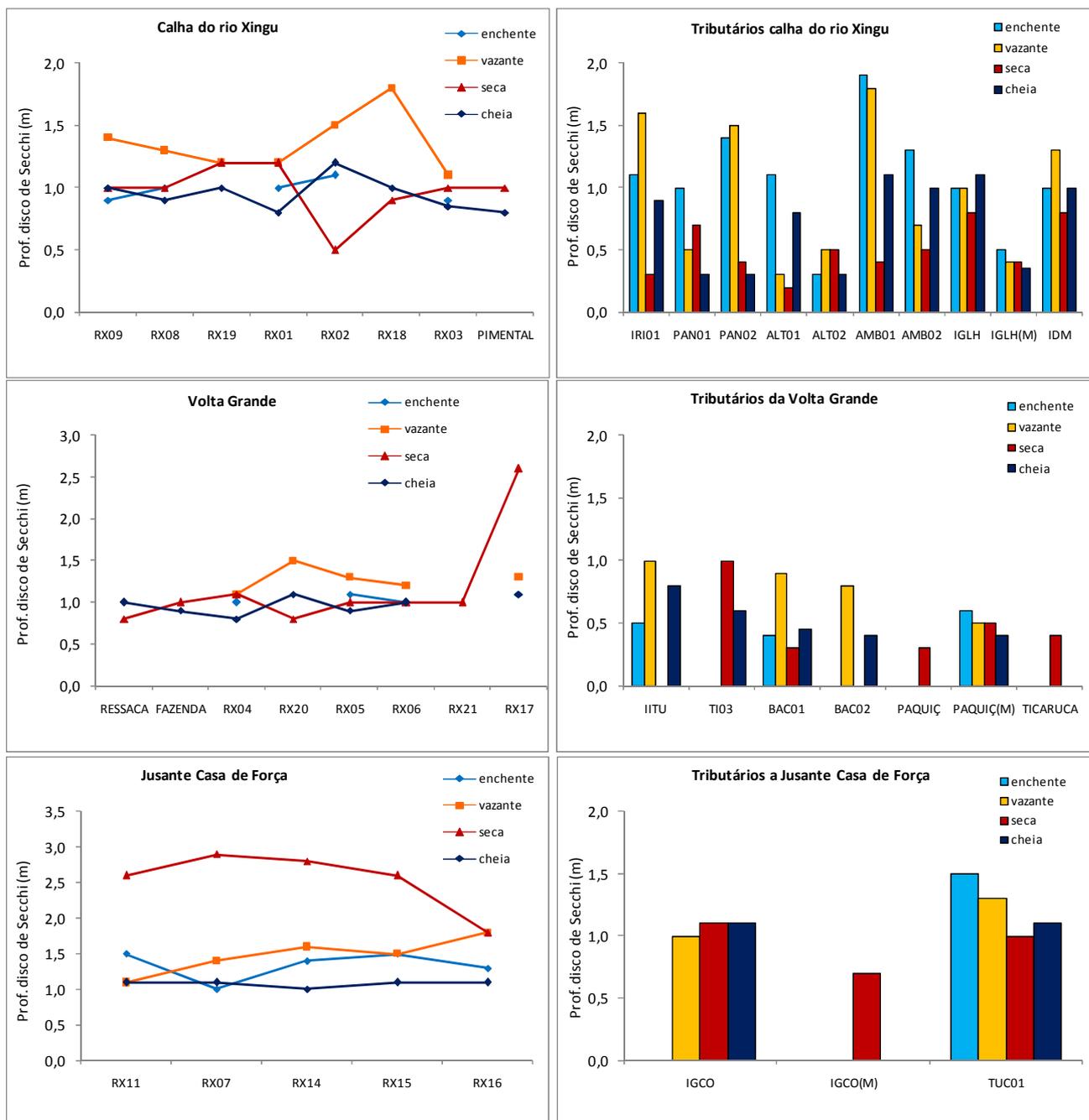
As profundidades dos locais de coleta variaram de acordo com o regime hidrológico com maiores profundidades no período de cheia e menores no período de estiagem. Valores de profundidade menores na cheia se devem a mudanças no local de coleta. Devido ao aumento da vazão na calha do rio alguns pontos de coleta deverão ser mudados para locais mais próximos da margem ou em remansos do rio para possibilitar a coleta de material. Este foi o caso dos igarapés Panelas e Altamira e local do RX14.

Tanto no rio Xingu como nos seus tributários foi observada uma maior transparência na estação seca onde a menor vazão e águas mais calmas favorecem a deposição do material particulado, o que aumenta a transparência da água e permite maior penetração da luz. Este fenômeno ocorre na maioria dos grandes rios brasileiros como o São Francisco, Tapajós, Araguaia e Tocantins.

No período de cheia foi observada uma diminuição da transparência da água, devido ao aumento da carga de material em suspensão transportado pelo rio, o qual limita a penetração da luz na água.



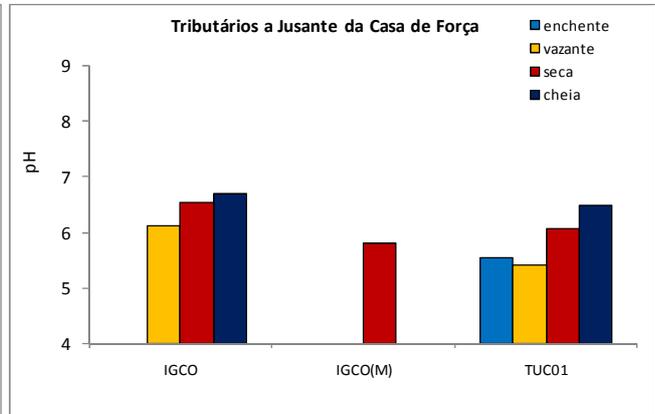
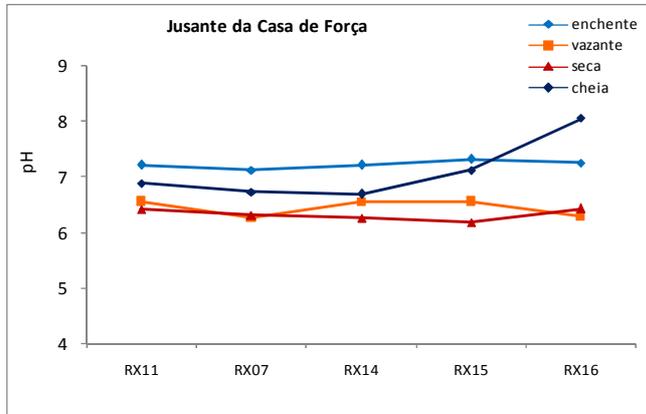
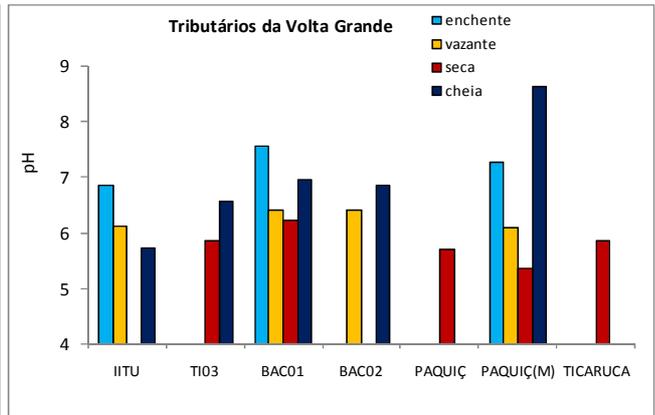
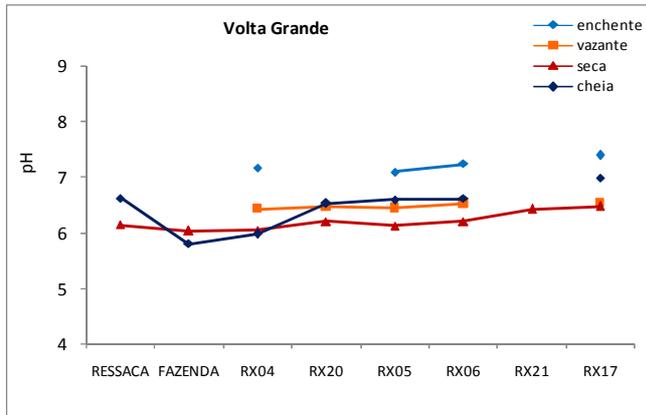
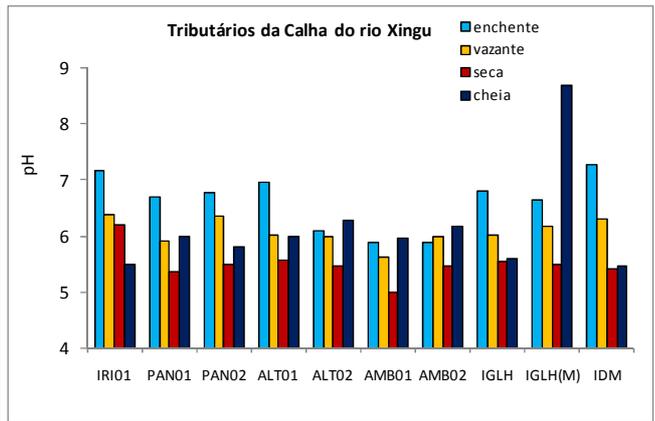
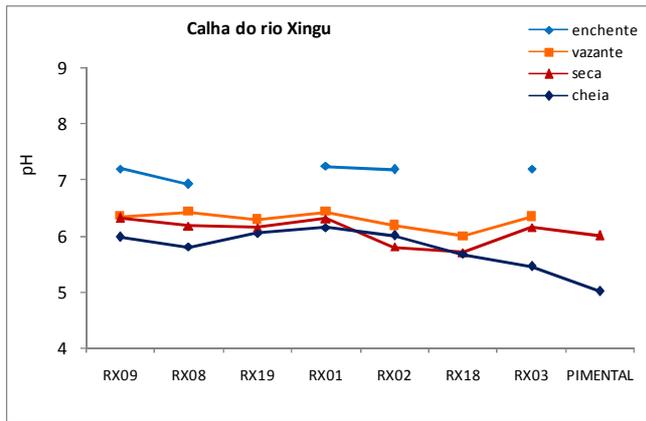
**GRÁFICO 7.8.3-3** Variação da profundidade dos cursos de água nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008).



**GRÁFICO 7.8.3-4** - Valores da profundidade do disco de Secchi (transparência da água) no rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação.

**b) pH**

O **GRÁFICO 7.8.3-5** mostra os valores de pH nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e nos principais tributários da área de influência do futuro reservatório.



**GRÁFICO 7.8.3-5** - Variação dos valores de pH nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valores máximos permitidos (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2:  $6 < \text{pH} < 9$ .

As águas da bacia amazônica são ligeiramente ácidas, principalmente as águas negras com alto conteúdo de substâncias húmicas. No caso do rio Xingu suas águas são classificadas como águas claras com baixas concentrações de material em suspensão e nutrientes. No trecho analisado, os valores de pH foram ligeiramente mais básicos no rio Xingu e tributários no período de enchente, sendo que o valor máximo observado foi de 8,68 no ponto IGLH(M) na cheia, provavelmente devido à presença de cálcio dissolvido em maiores concentrações que nos restantes locais amostrados. O valor mínimo foi de 5,00 no ponto AMB01 no período de seca, provavelmente devido às maiores concentrações de CO<sub>2</sub> na água, devido à utilização de oxigênio por bactérias aeróbicas, na degradação da matéria orgânica. No período de seca foram observados menores valores em todos os trechos estudados, principalmente nos tributários (média de 5,81). Comparativamente o trecho da Volta Grande e a jusante da Casa de Força foram mais básicos que o trecho a montante. Já os tributários da Volta Grande tiveram valores mais básicos, principalmente o Igarapé Paquiçamba, o qual pode estar influenciado pelo uso do solo na região, por lixiviação de solos expostos e pela presença de ácidos húmicos provenientes da vegetação.

Comparando com dados obtidos em campanhas anteriores (ELB/ELN, 2001) os valores médios de pH foram maiores aos observados anteriormente o que indica a influência do uso do solo na bacia sobre o sistema, por lixiviação de solos expostos por desmatamento ou por criação de pastos para a pecuária.

De forma geral os valores de pH observados se encontram abaixo do limite superior estabelecido pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, para águas doces Classes 1 e 2 o qual é de pH 9, porém vários pontos de coleta apresentaram valores de pH abaixo do limite inferior de pH 6, principalmente pelas características das águas amazônicas que tendem a ser mais ácidas.

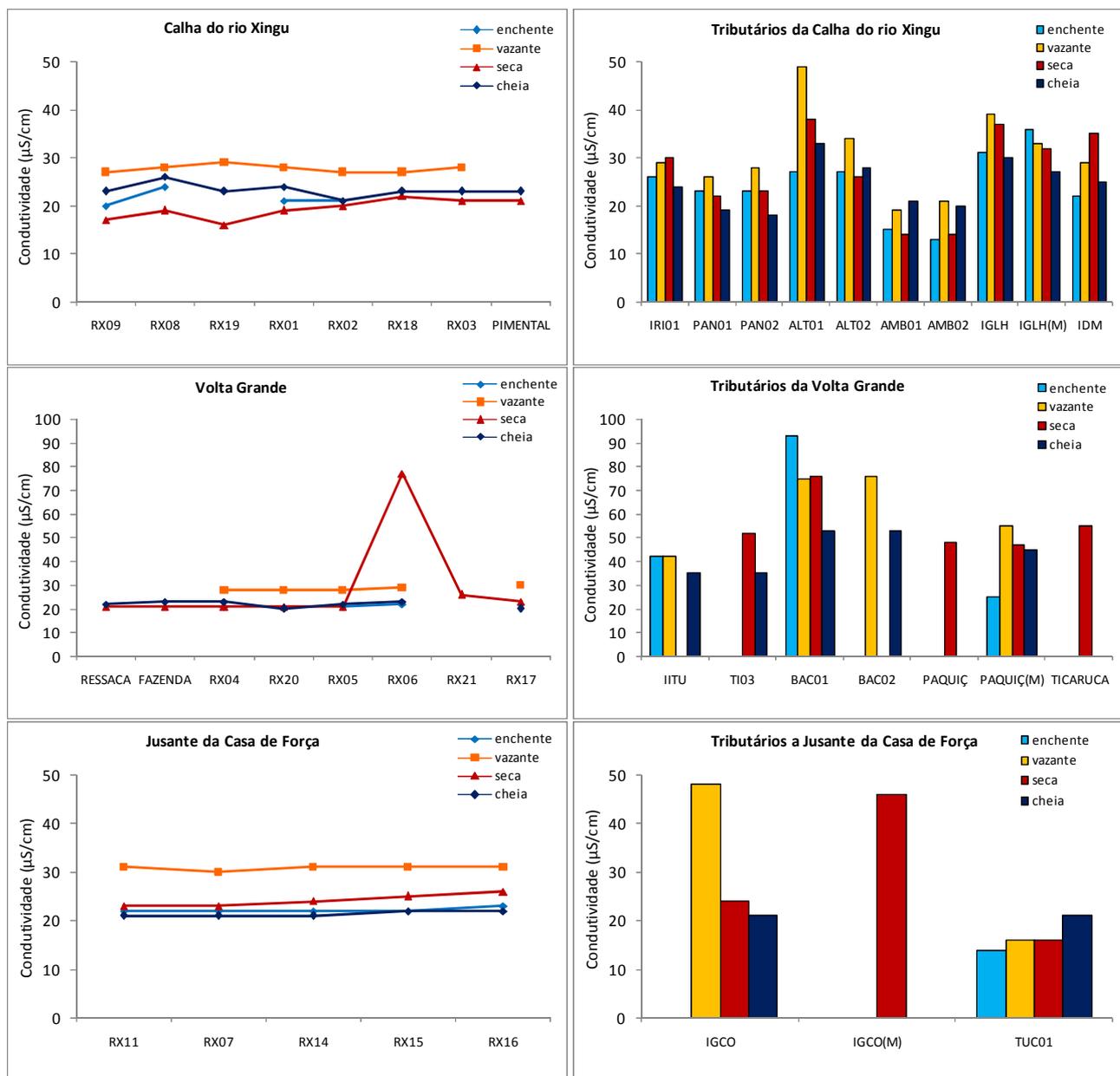
#### c) **Condutividade elétrica**

O **GRÁFICO 7.8.3-6** mostra a variação da condutividade da água do rio Xingu e seus tributários durante o período de estudo (janeiro, maio, setembro 2007 e março 2008) e nos diferentes compartimentos. Os valores de condutividade variaram de 13 a 93  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo que os maiores valores foram observados na vazante. No rio Bacajá foram observadas condutividades maiores nos períodos de enchente, vazante e seca e as mesmas chegaram a influenciar a condutividade do trecho da Volta Grande, principalmente no ponto RX06 na estação seca. Os menores valores foram observados na calha do rio Xingu na estação seca. Para os demais trechos do rio Xingu as variações foram entre 16 e 31  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e para os tributários as variações foram entre 13  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no Igarapé Ambé e 93  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no rio Bacajá.

Os baixos valores de condutividade confirmam os padrões registrados comumente em sistemas fluviais e os valores mais elevados, observados no rio Bacajá, se devem às pequenas variações geológicas de sua bacia de drenagem, não configurando, porém, um sistema de alta condutividade típico de ambiente rico em carga orgânica.

Estas variações de condutividade a jusante da foz do rio Bacajá não influenciam a biota aquática do rio Xingu, pois a mesma apresenta tolerância às variações de condutividade. Variações que podem ocorrer entre 40-60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  até 100-120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  são de pequena escala, considerando-se a capacidade de tolerância de peixes, anfíbios, plâncton e macroinvertebrados bentônicos. Esta fauna e flora aquática toleram variações até muito maiores. Lochwood (1964) destaca que organismos de águas interiores podem tolerar

variações em condutividade entre 50 µS/cm até 150 µS/cm através da sua capacidade de regulação osmótica.



**GRÁFICO 7.8.3-6** - Variação dos valores de condutividade elétrica nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação.

**d) Turbidez**

O rio Xingu apresentou valores de turbidez bastante variáveis ao longo de seu curso e nos seus tributários nas quatro campanhas de coleta. O valor mínimo observado no rio Xingu foi de 11,50 NTU no ponto RX05 na enchente, como está representado no **GRÁFICO 7.8.3-7**, e o máximo foi de 125 NTU no ponto RX17. Os tributários do rio Xingu apresentaram valores de turbidez variando de um máximo de 406 NTU no igarapé da Terra Indígena (TI03), na época de cheia, a um valor mínimo de 5,20 NTU no Igarapé Ambé, na época de seca. Os

pontos de coleta da região a Jusante da Casa de Força e seus tributários apresentaram uma maior turbidez na estação seca, provavelmente em consequência da redução da vazão, que acaba concentrando o material lixiviado pelo uso do solo e as atividades antrópicas na bacia de drenagem. Segundo a Resolução CONAMA 357/05 o limite máximo permitido de turbidez para águas Classe 2 é de 100 NTU (para águas Classe 1 o valor é de 40 NTU), valor que foi ultrapassado em alguns tributários da calha do rio Xingu na época da enchente e na Volta Grande e seus tributários na seca e na cheia.



**GRÁFICO 7.8.3-7** - Variação dos valores de turbidez nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 2: 100 NTU.

#### e) **Oxigênio Dissolvido**

As concentrações de oxigênio dissolvido no rio Xingu apresentaram um valor médio, para todo o período de estudo, de  $7,37 \pm 0,54$  mg/L (média e desvio padrão), com menores concentrações no ponto AMB01 na cheia (4,67 mg/L), e maiores no RX11 na vazante com 9,20 mg/L (**GRÁFICO 7.8.3-8**).

Os trechos da Volta Grande e a Jusante da Casa de Força apresentaram uma concentração de oxigênio dissolvido, média de todo o período de estudo, maior que a observada na calha do rio Xingu a montante. Já para os tributários as maiores concentrações médias foram observadas na Volta Grande, para todo o período de estudo.

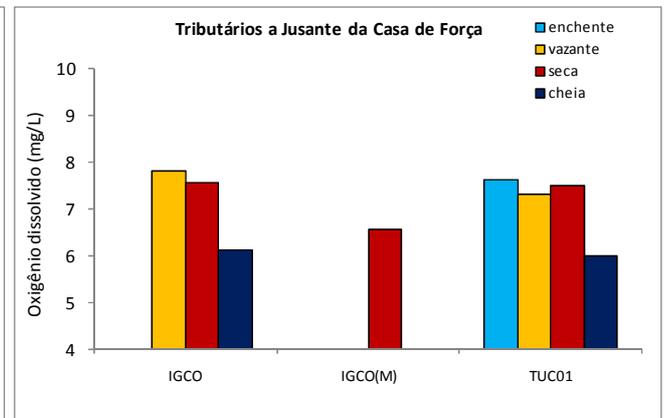
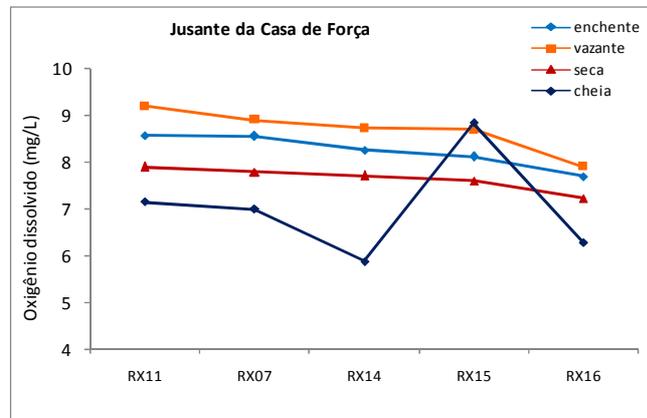
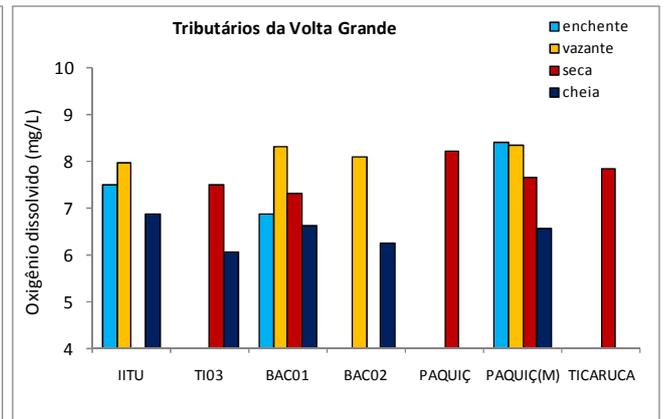
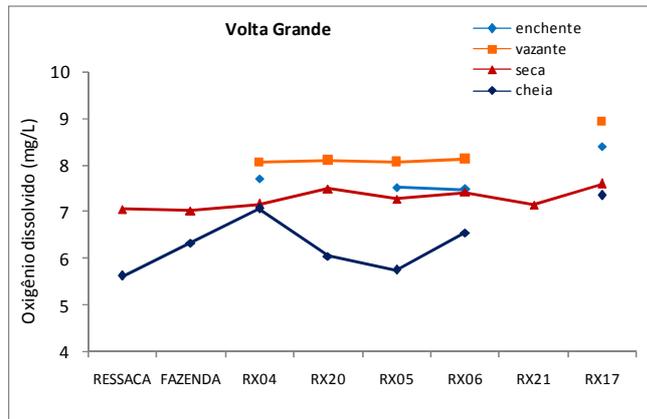
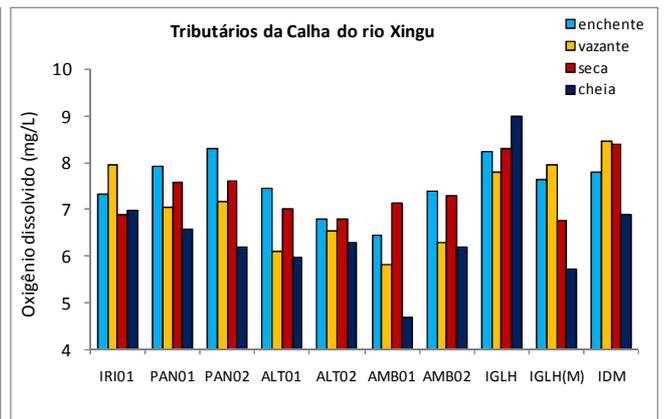
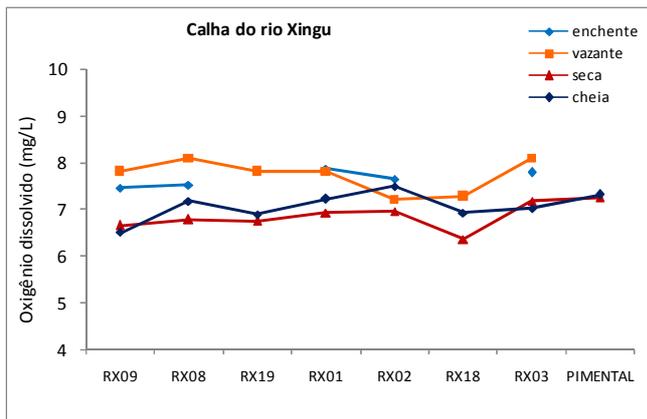
O **GRÁFICO 7.8.3-9** mostra a porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido nos diferentes trechos do rio Xingu e seus tributários, onde se observa que os pontos de coleta mais a jusante apresentaram maiores porcentagens de saturação, superando os 120% em alguns locais (RX07 e RX11 na vazante). Os locais mais afetados pelas atividades antrópicas apresentaram as menores saturações de oxigênio dissolvido (75,8%). As mesmas foram observadas nos tributários que passam pelas áreas urbanizadas da cidade de Altamira (AMB01 com 60% de saturação de oxigênio).

Na calha do rio Xingu, foram observadas menores concentrações de oxigênio dissolvido na estiagem que na cheia, provavelmente devido ao consumo de oxigênio pela degradação da matéria orgânica presente no sistema e o menor volume de água.

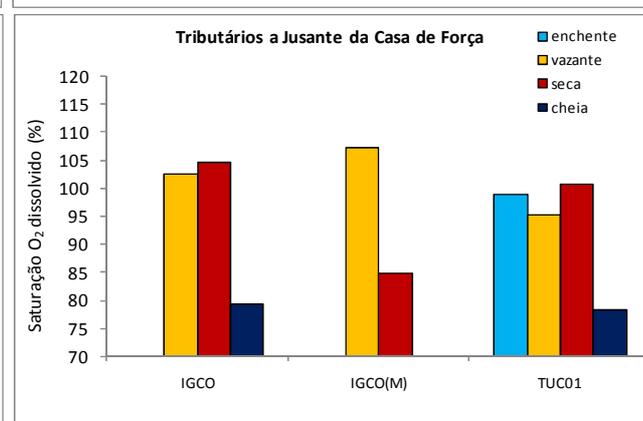
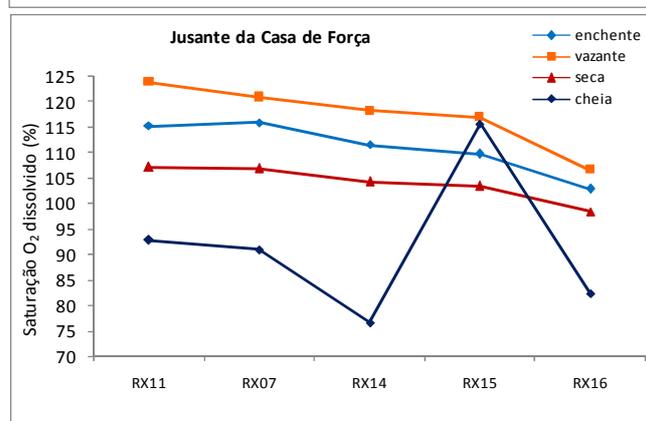
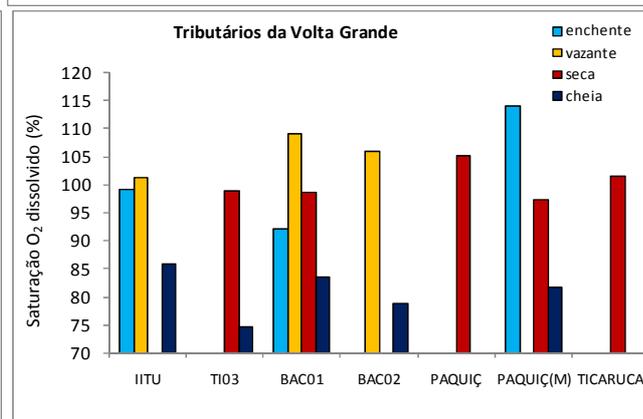
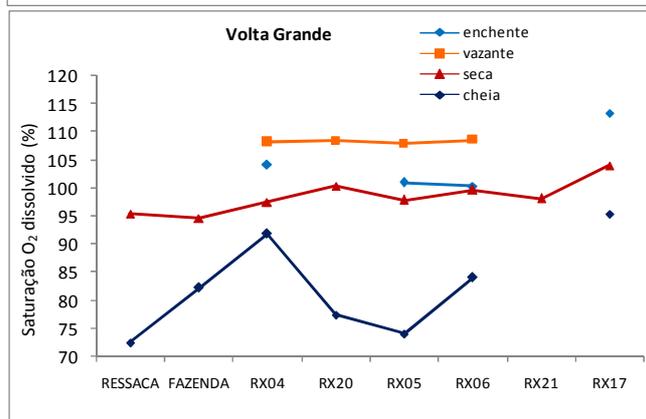
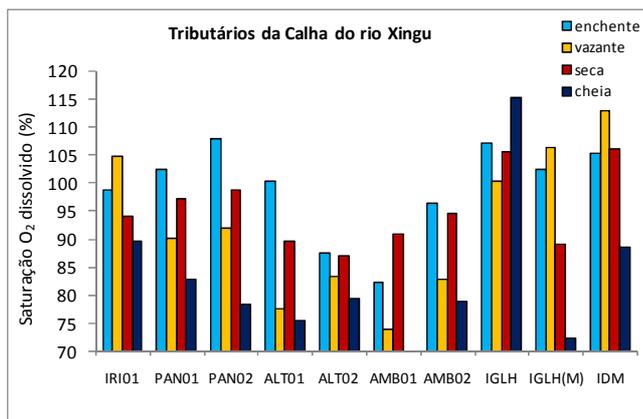
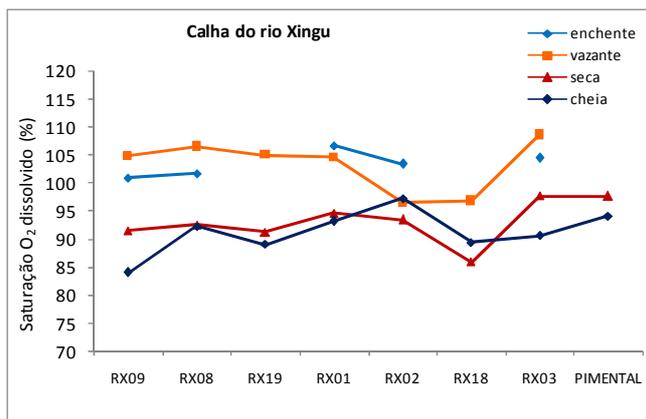
Nos tributários, as concentrações foram variáveis devido à maior alteração que estes sub-sistemas podem sofrer com referência à descarga de esgotos domésticos ou matéria orgânica em geral, ou efeitos da precipitação e escoamento superficial com aporte de material em suspensão. Devido à menor vazão, sofrem alterações mais rapidamente e apresentam variações mais amplas.

De forma geral, todo o sistema apresentou as maiores concentrações de oxigênio dissolvido nos períodos de transição, ou seja, nos períodos de enchente e vazante e as mesmas foram elevadas, o qual indica a boa qualidade da água. O único local onde as concentrações de oxigênio dissolvido foram inferiores ao limite mínimo determinado pelo CONAMA 357 para águas da Classe 2 (5,0 mgO<sub>2</sub>/L) foi o igarapé Ambé na região de Altamira na época da cheia, devido ao consumo de oxigênio pela decomposição da matéria orgânica presente.

Outros igarapés da região de Altamira apresentaram concentrações de oxigênio superiores indicando uma melhor circulação da água nesses locais.



**GRÁFICO 7.8.3-8** - Variação do oxigênio dissolvido nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 2: > 5,0 mg/L.



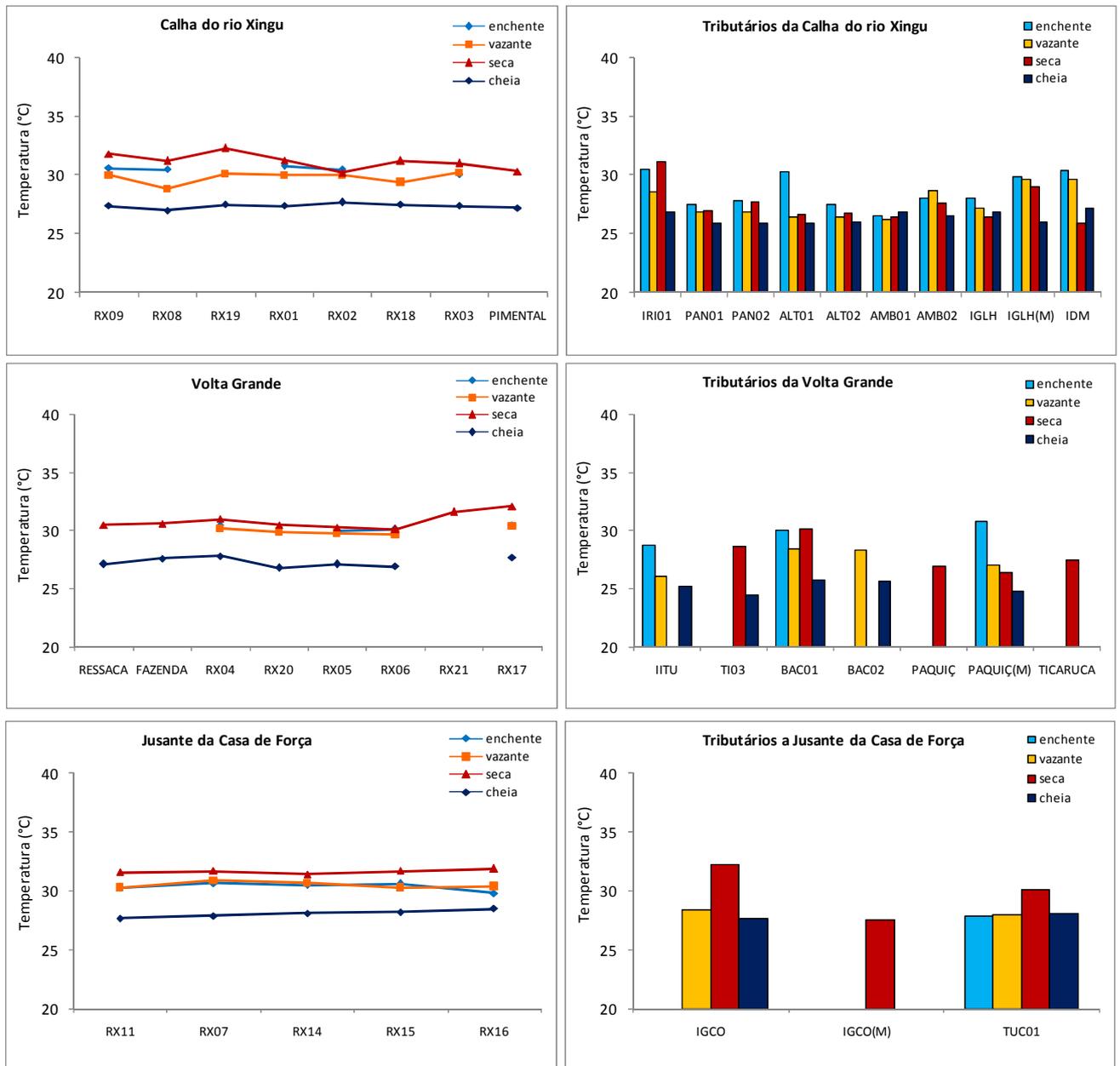
**GRÁFICO 7.8.3-9** - Variação da saturação de oxigênio dissolvido nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008).

**f) Temperatura**

A temperatura apresentou um valor médio de  $28,7 \pm 1,9$  °C no rio Xingu e seus tributários. As temperaturas mais baixas foram registradas no período de cheia (**GRÁFICO 7.8.3-10**) nos trechos do rio Xingu, principalmente no trecho da Volta Grande (temperatura média de 27,3°C).

A temperatura nos tributários foi inferior à observada no rio Xingu, média de  $27,9 \pm 1,0$  °C contra  $29,8 \pm 1,6$  °C do rio Xingu, possivelmente resultante do sombreamento produzido pela presença de mata ciliar e a maior vazão. Por outro lado, a temperatura da água dos tributários foi maior na enchente que na seca. Isto pode dever-se a que a temperatura da água dos

ecossistemas lóticos depende principalmente das entradas de água ao sistema, tanto de água de chuva como de água subterrânea e as variações de temperatura se dão majoritariamente em locais com baixa vazão e maior exposição ao sol, ou seja, em locais desmatados e em terrenos mais planos. Comparativamente com estudos anteriores as temperaturas, tanto das águas do rio Xingu como dos tributários, não apresentaram diferenças significativas.



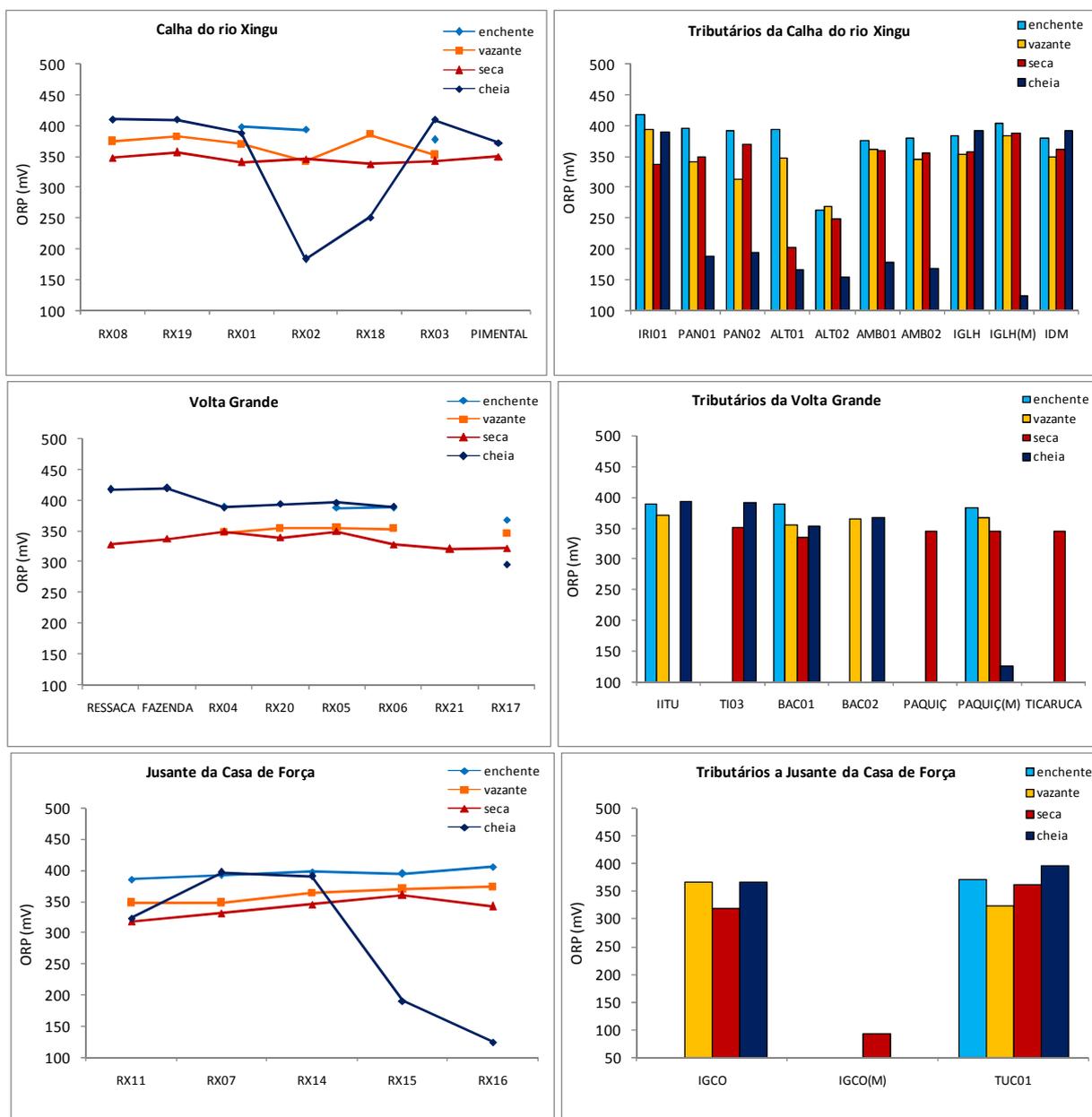
**GRÁFICO 7.8.3-10** - Variação dos valores de temperatura nos diversos pontos ao longo do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).

g) **Potencial de óxido-redução**

O potencial de óxido-redução (ORP) é uma medida do estado de oxidação ou redução do sistema sendo que, uma água com concentrações saturadas de oxigênio, pH 7,0 e 25 °C de temperatura apresenta um potencial de +500 mV. Valores inferiores a +50 mV ou negativos indicam locais altamente redutores com conseqüente déficit de oxigênio.

Os valores para todo o sistema estudado apresentaram um valor médio de  $+344,6 \pm 67,9$  mV. Os menores valores foram observados na seca, tanto no rio Xingu quanto nos tributários, o que indica uma condição mais redutora do sistema (**GRÁFICO 7.8.3-11**).

Nos igarapés com maior influência das atividades antrópicas como os igarapés Ambé, Pannels, Altamira e no igarapé Cobal (92 mV) foram observados baixos valores de ORP e os mesmos se correlacionam positivamente com as menores concentrações de oxigênio dissolvido, a maior carga de material em decomposição e um ambiente predominantemente redutor, principalmente na estação chuvosa. Nos restantes tributários, os valores foram mais homogêneos ao longo do estudo e entre as diferentes estações do ciclo hidrológico, indicando boas condições de oxidação e ciclagem de nutrientes.



**GRÁFICO 7.8.3-11** - Variação dos valores do potencial de óxido-redução (ORP) nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).

Na estação chuvosa, foi observado no rio Xingu baixos valores de potencial de óxido-redução nos pontos RX02, RX15 e RX16, indicando condições mais redutoras no local e maior decomposição de material orgânico pelas bactérias.

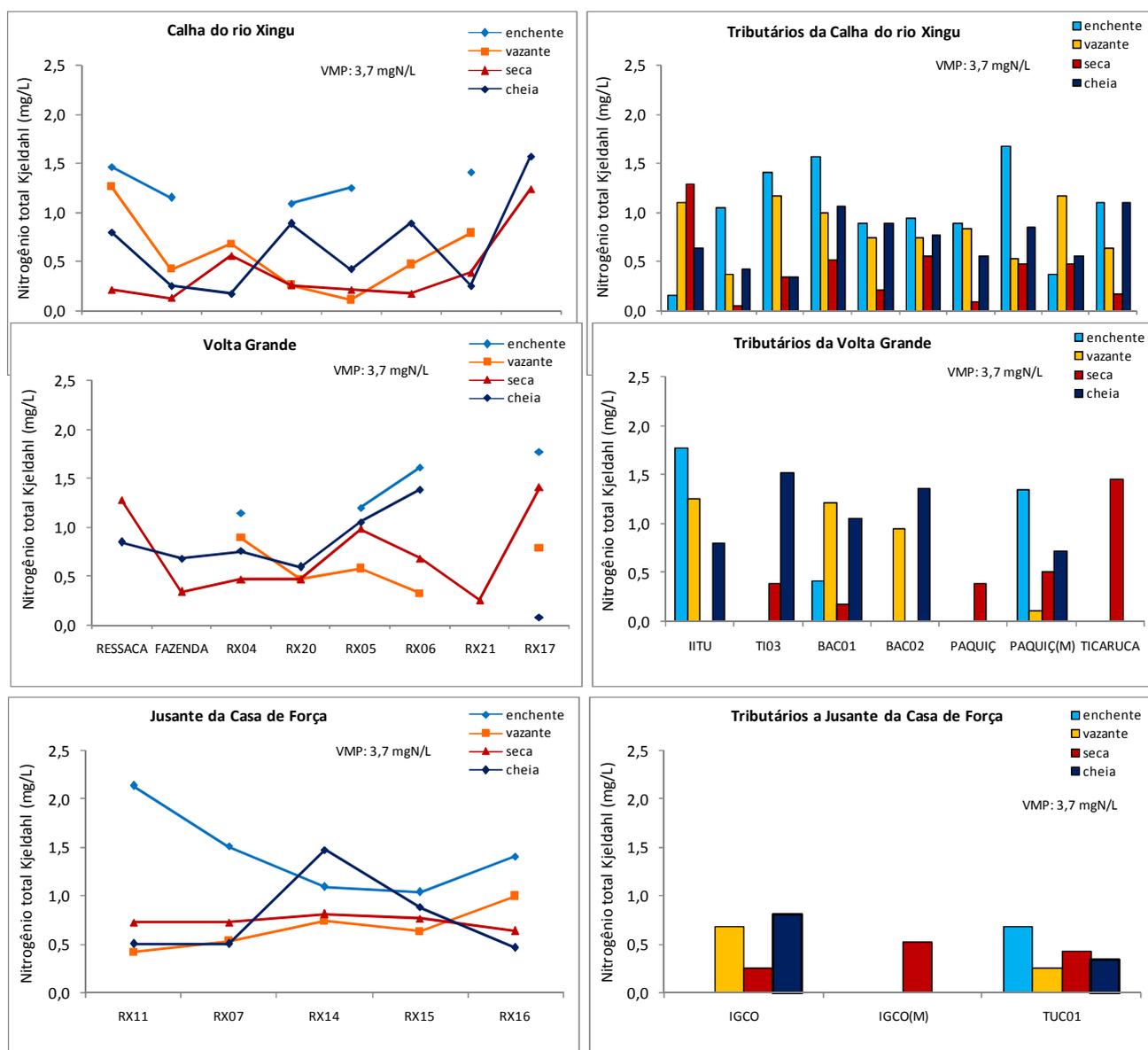
**h) Nitrogênio Total Kjeldahl**

O nitrogênio total Kjeldahl é representado tanto pelo nitrogênio amoniacal como pelas formas orgânicas dissolvidas e particuladas de nitrogênio. O rio Xingu apresentou concentrações que variaram de 2,13 a 0,08 mgNTK/L, como está representado no **GRÁFICO 7.8.3-12**. Nos

tributários as concentrações de nitrogênio orgânico total apresentaram um valor médio de  $0,73 \pm 0,26$  mgNTK/L.

Nos períodos de enchente e cheia foram observadas maiores concentrações, porém variáveis ao longo dos trechos. Alguns locais como RX11, próximo a Belo Monte, apresentaram maiores concentrações na enchente (2,14 mgNTK/L).

Segundo a Resolução CONAMA 357 de 2005 o valor máximo permitido é de 3,7 mgNTK/L para águas da Classe 1 e 2. Em nenhum local amostrado foram observados valores dessa magnitude. As menores concentrações foram detectadas nos tributários à jusante da Casa de Força e na calha do rio Xingu. Em relação a estudos anteriores realizados nos mesmos locais de coleta (ELB/ELN, 2001), foi observado um aumento da concentração de nitrogênio orgânico, principalmente nos locais com maior interferência antrópica.



**GRÁFICO 7.8.3-12** - Variação dos valores de nitrogênio total Kjeldahl nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2: 3,7 mg-N/L.

### i) Fósforo Total

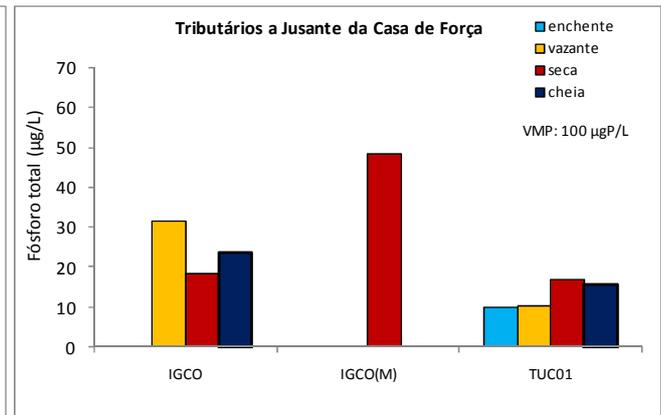
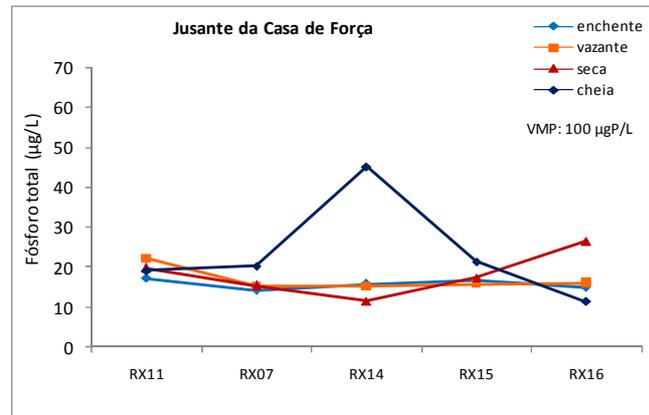
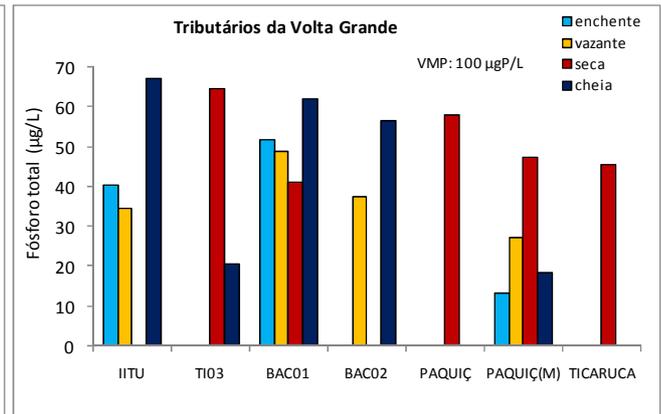
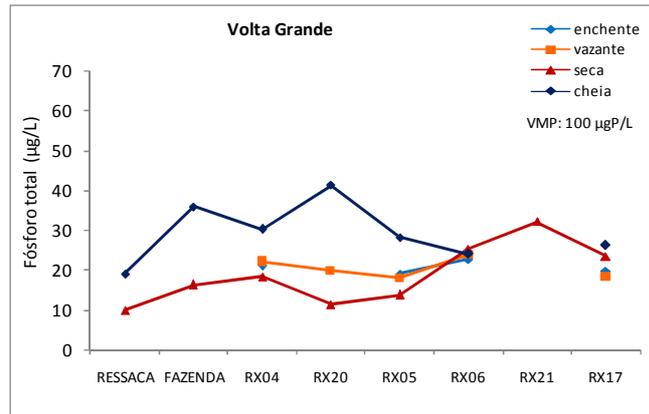
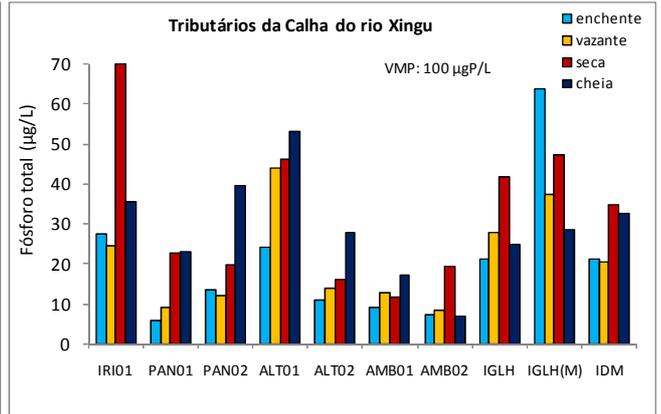
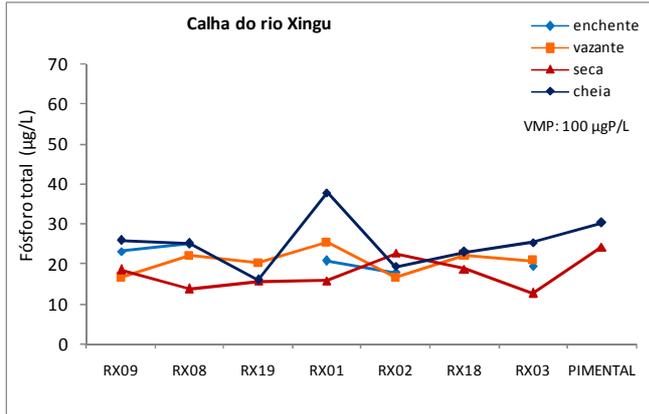
As principais fontes de fósforo dos sistemas lóticos tropicais dominados pelo ciclo hidrológico são a própria geologia local e a matéria orgânica, tanto de origem natural como folhas e serrapilheira como a de origem antrópica. Por este motivo as variações de concentração podem ser muito amplas dependendo da estação, cheia ou vazante, e da geologia da bacia de drenagem.

As concentrações de fósforo total foram muito variáveis ao longo do rio Xingu (**GRÁFICO 7.8.3-13**), com valores médios de  $20,71 \pm 11,78 \mu\text{gP/L}$ , sendo que, os tributários apresentaram as maiores concentrações com um valor médio de  $29,22 \pm 3,83 \mu\text{gP/L}$ .

No rio Xingu as maiores concentrações foram observadas nos pontos RX01, Fazenda, RX20 e RX14 na época da cheia. Já nos tributários foram observadas no rio Iriri, no rio Bacajaí (TI03), no igarapé Paquiçamba e no igarapé Cobal na estação seca, sendo que os mesmos apresentam abundante mata ciliar. Os igarapés da cidade de Altamira apresentaram maiores concentrações na cheia devido à entrada de nutrientes gerados na bacia de drenagem.

No trecho da Volta Grande, no período de cheia, foram observadas as maiores concentrações. Já nos seus tributários foram na época de estiagem. Concentrações mais baixas foram observadas no trecho a jusante da Casa de Força, o que pode dever-se à autodepuração do rio.

As concentrações de fósforo total encontradas nas quatro campanhas foram menores que o valor médio de  $80 \mu\text{gP/L}$  observado em rios da bacia amazônica por Sioli (1984) e se encontram abaixo dos valores estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2 (máximo permitido de  $100 \mu\text{gP/L}$ ) sendo que as concentrações no rio Xingu foram menores que as observadas nos tributários.



**GRÁFICO 7.8.3-13** -Variação dos valores de fósforo total nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classes 1 e 2: 100 µgP/L.

**j) Carbono Total Dissolvido**

No **GRÁFICO 7.8.3-14** estão representados os resultados de carbono total dissolvido na água ao longo do rio Xingu e seus tributários, nas quatro campanhas realizadas (janeiro, maio, setembro de 2007 e março de 2008).

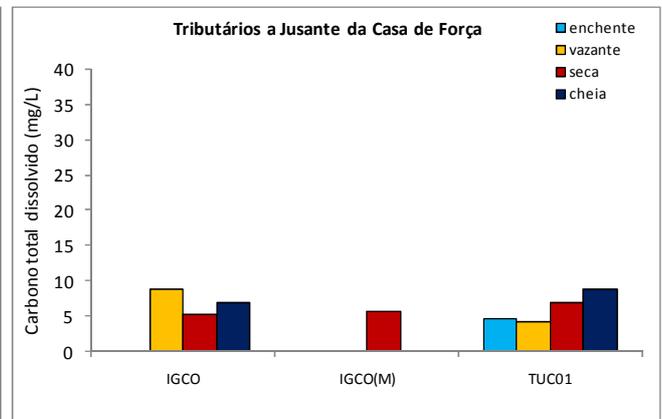
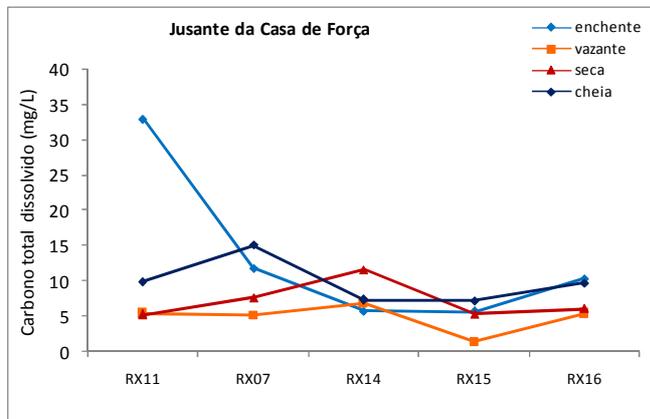
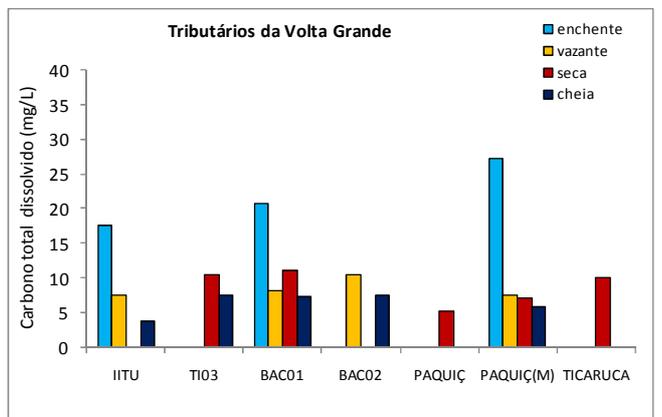
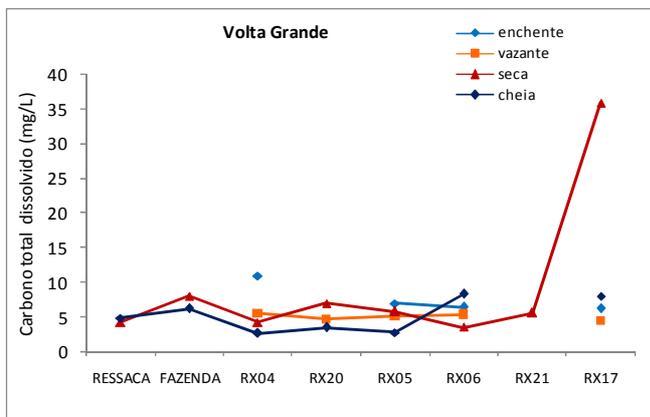
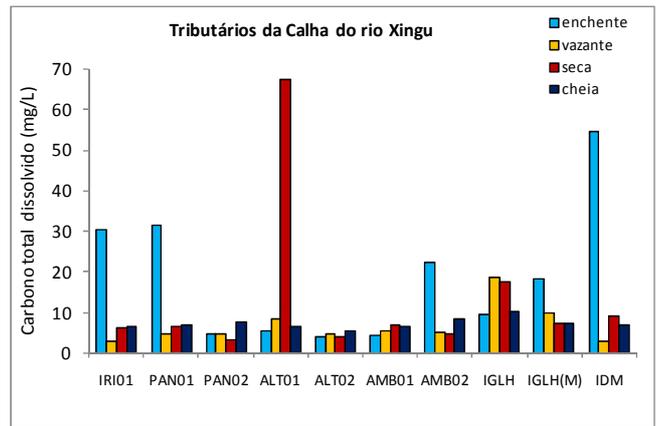
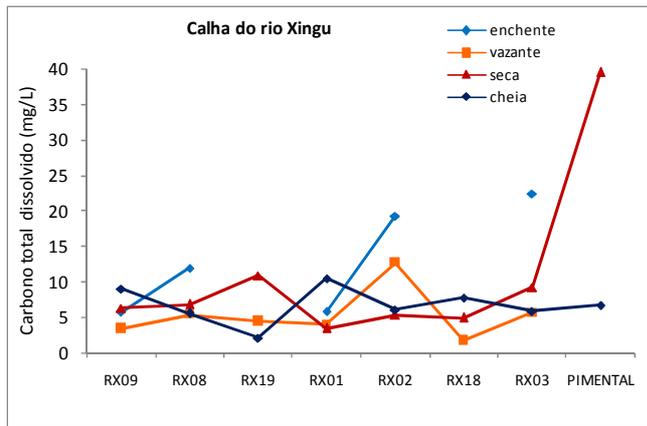
As maiores concentrações foram observadas no período de enchente tanto no rio Xingu como nos seus tributários.

No rio Xingu as maiores concentrações foram observadas em janeiro de 2007 no período de enchente. Já no período de estiagem, foram registradas altas concentrações no ponto Pimental e no RX 17, provavelmente pelo aporte direto de matéria orgânica de origem antrópico ou

originada pelo acúmulo de plâncton no local o que, somado à diminuição da vazão no período de estiagem, provocou um aumento da concentração do carbono total dissolvido, produto da decomposição dessa matéria orgânica.

Nos principais tributários da calha do rio Xingu foi determinada a maior concentração de carbono total no igarapé Altamira ALT01 com 67,45 mgDTC/L, provavelmente originado pela decomposição da alta carga de matéria orgânica transportada pelo igarapé.

O trecho da calha do Xingu foi o que apresentou as maiores concentrações médias em todo o período de estudo (valores médios e desvio padrão de  $8,95 \pm 3,55$  mgDTC/L), junto com os tributários da Volta Grande ( $11,44 \pm 7,03$  mgDTC/L).



**GRÁFICO 7.8.3-14** - Variação dos valores de carbono total dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação.

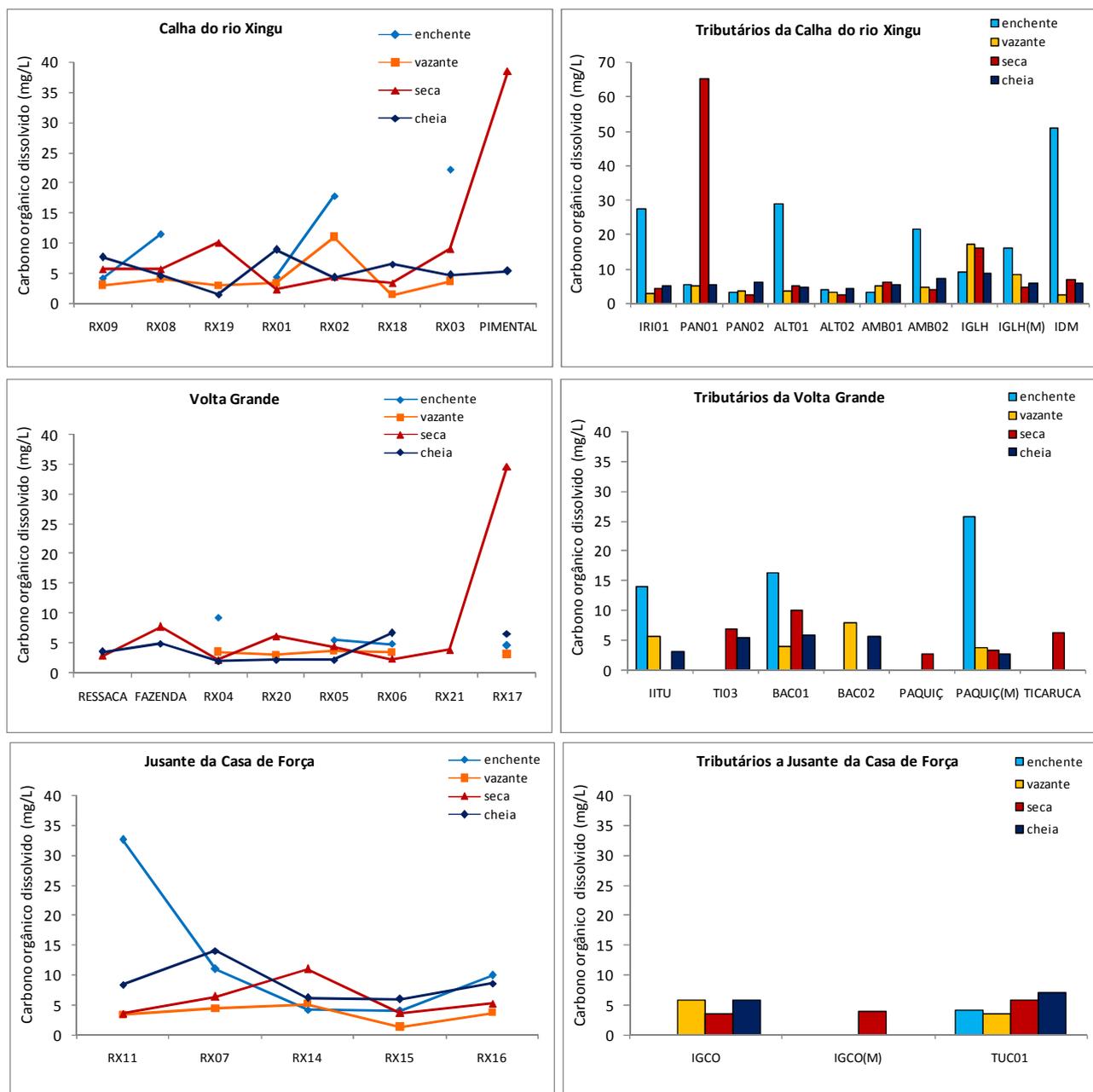
#### j) Carbono Orgânico e Inorgânico Dissolvidos

A forma orgânica do carbono dissolvido foi predominante sobre a inorgânica no sistema do rio Xingu (**GRÁFICO 7.8.3-15**). Os valores máximos e mínimos de carbono orgânico para todo o sistema foram de 65,28 e 1,33 mgDOC/L respectivamente, observados no local PAN01 na seca e no RX15 na vazante. Os valores máximos observados no sitio Pimental, RX17 e no igarapé Panelas se devem à presença de ácidos húmicos provenientes da decomposição de material vegetal o qual é rico em carbono orgânico.

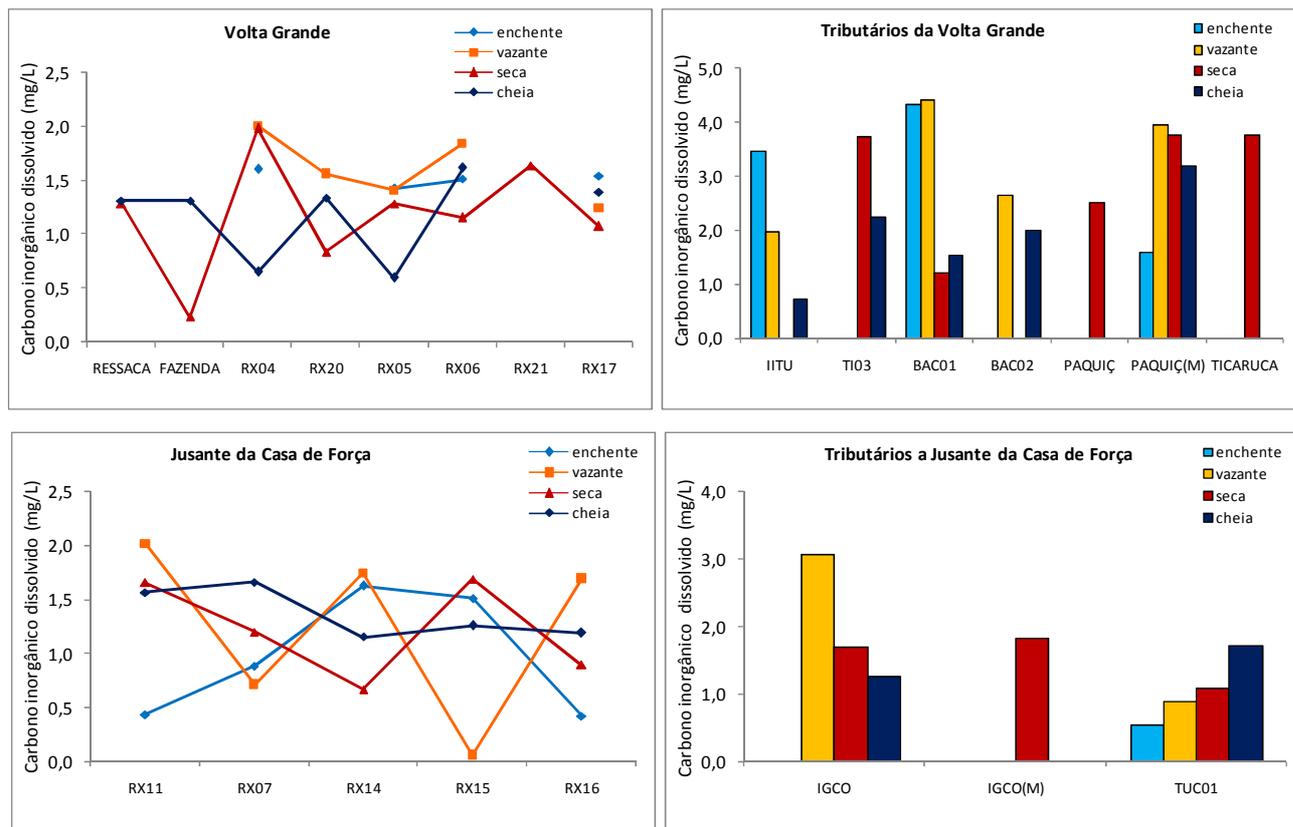
Nos tributários, as maiores concentrações foram observadas no período de enchente principalmente na Volta Grande. Já no rio Xingu, as maiores concentrações foram observadas na calha do rio Xingu no período de enchente. Provavelmente originadas do aumento do material orgânico (principalmente plâncton e serrapilheira) transportado pelo rio nesse período.

O carbono inorgânico dissolvido variou de 4,42 mgDIC/L no BAC01 a 0,06 no RX15 no período de vazante (**GRÁFICO 7.8.3-16**). De forma geral, as concentrações foram maiores na vazante e seca nos tributários, principalmente na Volta Grande e na seca e cheia no rio Xingu, também no trecho da Volta Grande.

As concentrações de carbono dissolvido são muito variáveis de um ambiente a outro já que estão relacionados com a presença de material orgânico em decomposição como serrapilheira, fito e zooplâncton e também com o tipo de sedimentos presentes na bacia hidrográfica, que podem aportar carbono inorgânico por lixiviação do solo e das rochas nas épocas chuvosas.



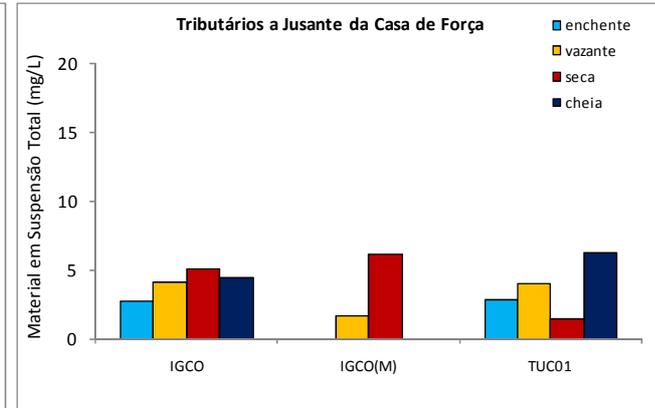
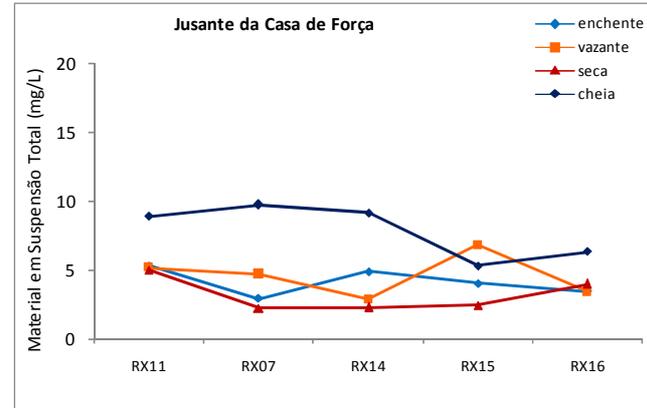
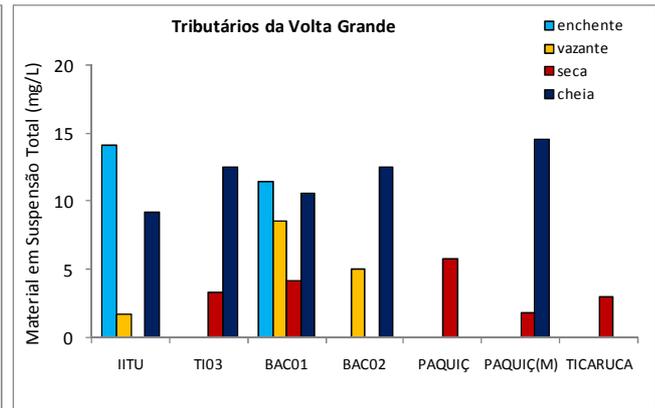
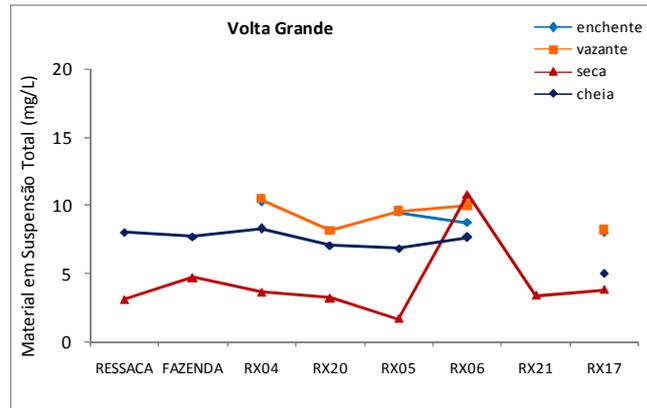
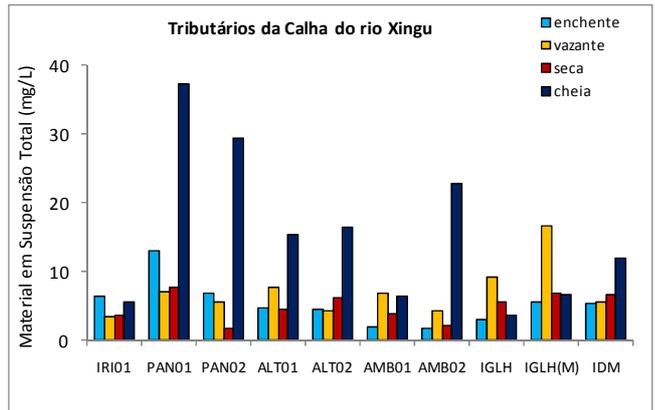
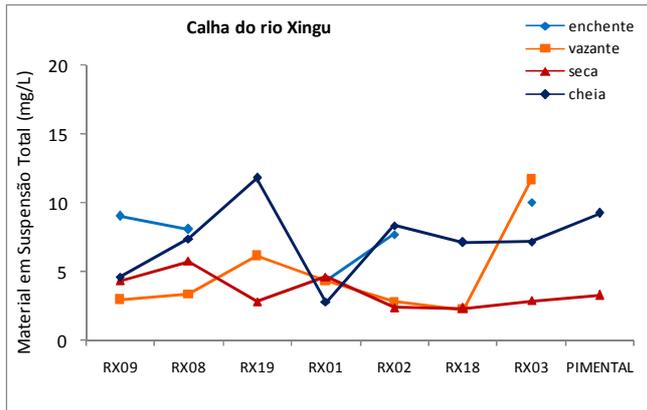
**GRÁFICO 7.8.3-15** - Variação dos valores de carbono orgânico dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação.



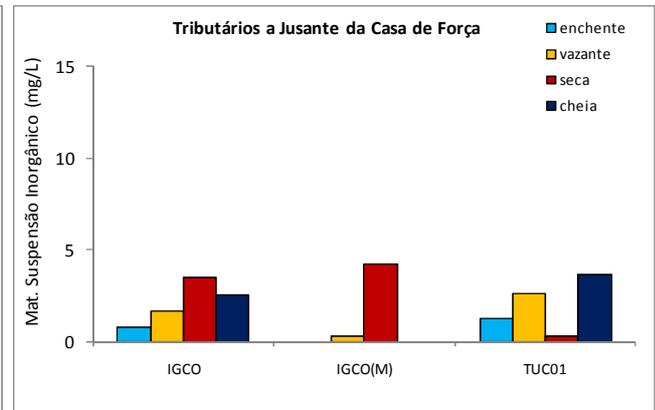
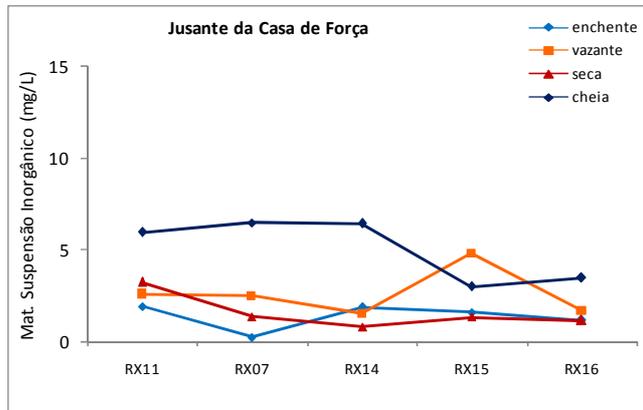
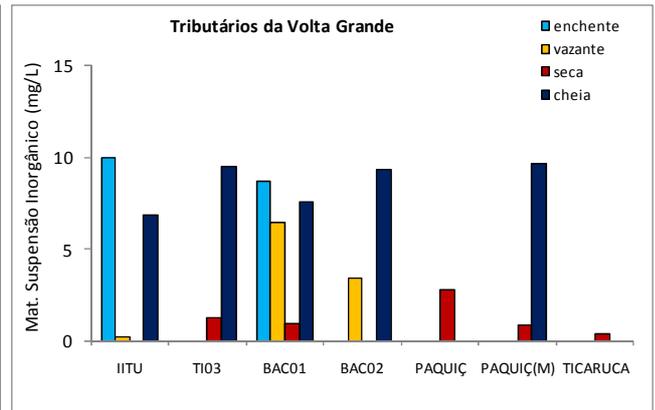
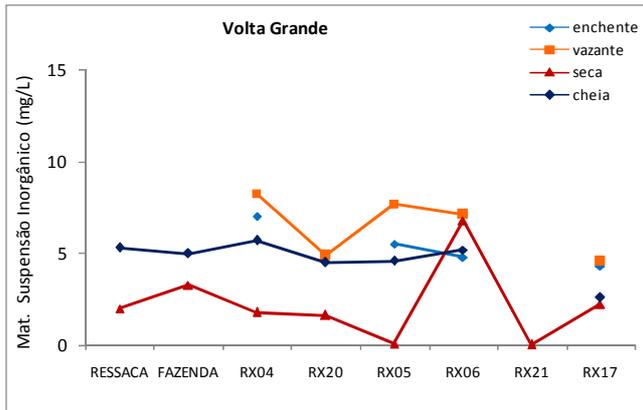
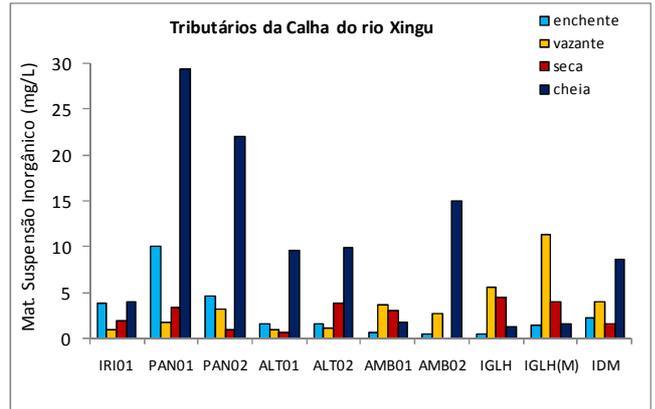
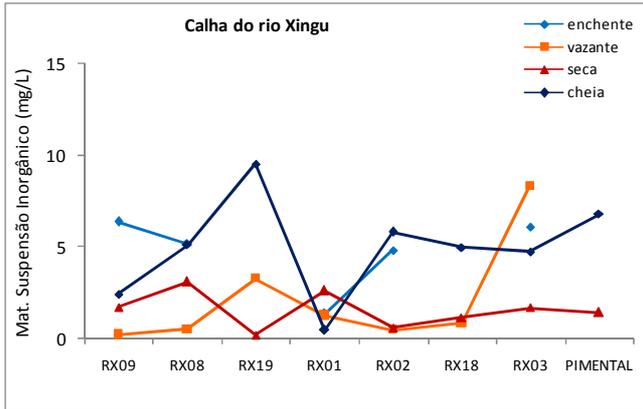
**GRÁFICO 7.8.3-16** - Variação dos valores de carbono inorgânico dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação.

### k) Material em Suspensão

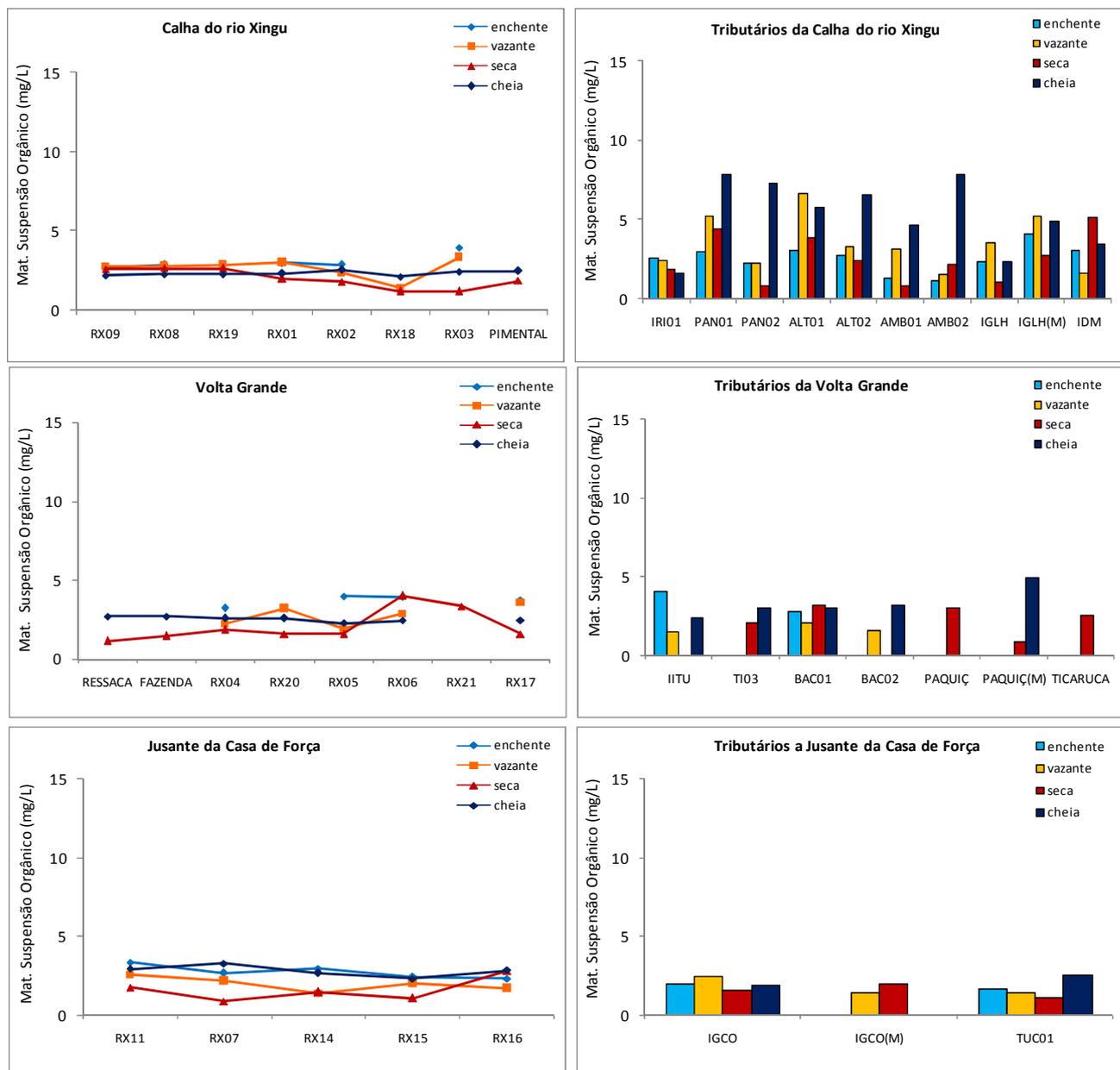
O material em suspensão total apresentou maiores concentrações no mês de março de 2008, na cheia, com um valor médio de  $7,48 \pm 0,35$  mg/L para o rio Xingu e  $10,93 \pm 6,83$  mg/L para seus tributários, sendo que o trecho correspondente a Volta Grande apresentou maiores concentrações (**GRÁFICO 7.8.3-17**). Os locais que apresentaram maiores concentrações de material em suspensão foram os igarapés da região de Altamira. O material em suspensão inorgânico foi predominante sobre o orgânico e com maiores variações ao longo do rio Xingu (**GRÁFICO 7.8.3-18** e **GRÁFICO 7.8.3-19**). As maiores concentrações foram observadas na estação chuvosa para todos os trechos estudados. No período da vazante, as concentrações no rio Xingu foram maiores que nos tributários, principalmente devido ao transporte de material proveniente da bacia hidrográfica. Este material em suspensão inorgânico se origina na lixiviação de áreas de solos expostos por desmatamento ou por pecuária intensiva e é transportado até os cursos de água pela chuva. O predomínio do material inorgânico sobre o orgânico se deve a que os solos predominantes na bacia hidrográfica são pobres em nutrientes e predominantemente minerais.



**GRÁFICO 7.8.3-17** - Variação dos valores de material em suspensão total nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação.



**GRÁFICO 7.8.3-18** - Variação dos valores de material em suspensão inorgânico nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação.



**GRÁFICO 7.8.3-19** - Variação dos valores de material em suspensão orgânico nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação.

## D) Íons dissolvidos

No **GRÁFICO 7.8.3-20** se encontram os resultados da concentração de íons totais, sendo que a mesma corresponde à somatória das concentrações de: fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, sulfato, sódio, amônio, potássio, cálcio e magnésio.

Em média, as maiores concentrações de íons foram observadas no período da cheia, no rio Xingu e na enchente nos seus tributários.

No trecho da calha do rio Xingu, o Sítio Pimental apresentou maiores valores na estação seca devido às altas concentrações de nitrato, amônio, sulfato, potássio e magnésio. Os locais

RX19 e RX02 apresentaram maiores concentrações na cheia, principalmente devido ao nitrato e sulfato.

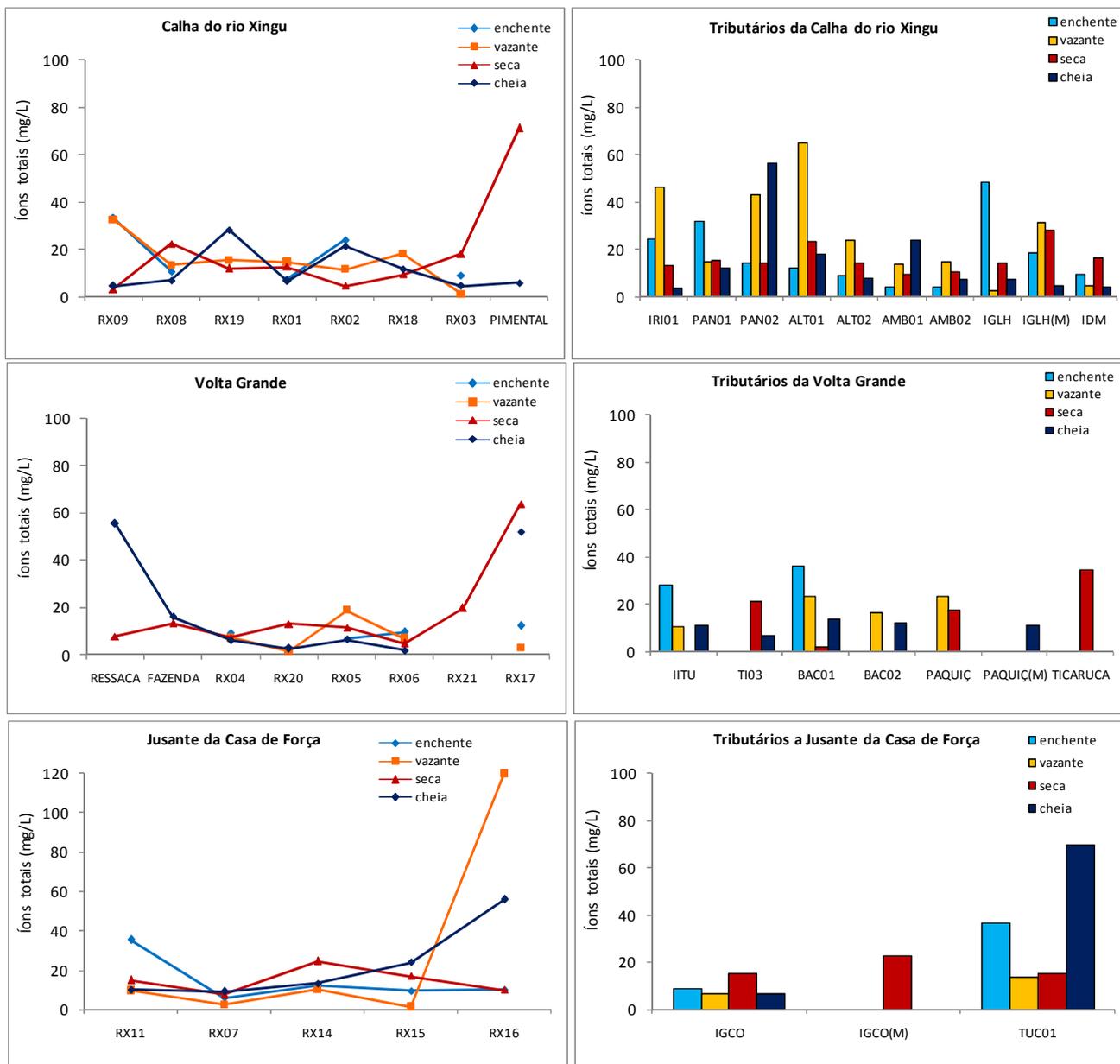
O trecho da Volta Grande apresentou maiores concentrações na cheia na Ressaca e no RX05 devido às altas concentrações de fosfato e sulfato. Na estação seca, os pontos RX17 e RX21, no trecho a jusante de Belo Monte, apresentaram altas concentrações de íons totais devido ao cloreto, sódio, nitrato, amônio, potássio e magnésio. O mesmo aconteceu com o local RX16 na época da vazante e na cheia.

Os igarapés da cidade de Altamira apresentaram concentrações similares em todo o período de estudo, com exceção do local PAN02 que na cheia apresentou altas concentrações de nitrato e amônio, o que evidencia o lançamento de esgoto não tratado no local e, no ALT01 na vazante com altas concentrações de cloreto e sódio. As maiores concentrações de íons totais na enchente, no igarapé Galhoso (ponto IGLH), se devem ao aumento das concentrações de sulfato e amônio provenientes da diluição dos dejetos do gado criado na região.

Entre os tributários da Volta Grande, as maiores concentrações foram observadas na enchente no igarapé Ituna e no rio Bacajá, devido às concentrações de nitrato, amônio, cálcio, magnésio, sódio e potássio.

Nos tributários a jusante da Casa de Força, o rio Tucuruí apresentou as maiores concentrações de nitrato, amônio, sulfato, sódio e potássio nas épocas de enchente e de cheia, evidenciando a influência das atividades antrópicas da região, como a proximidade da cidade de Vitória do Xingu, o desmatamento e a pecuária, sobre os corpos de água.

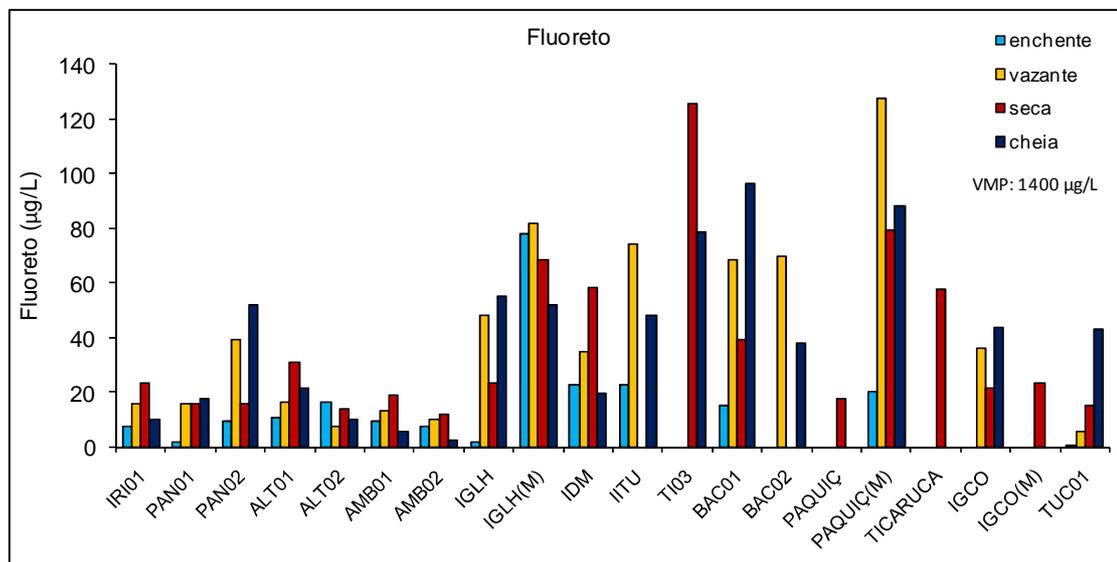
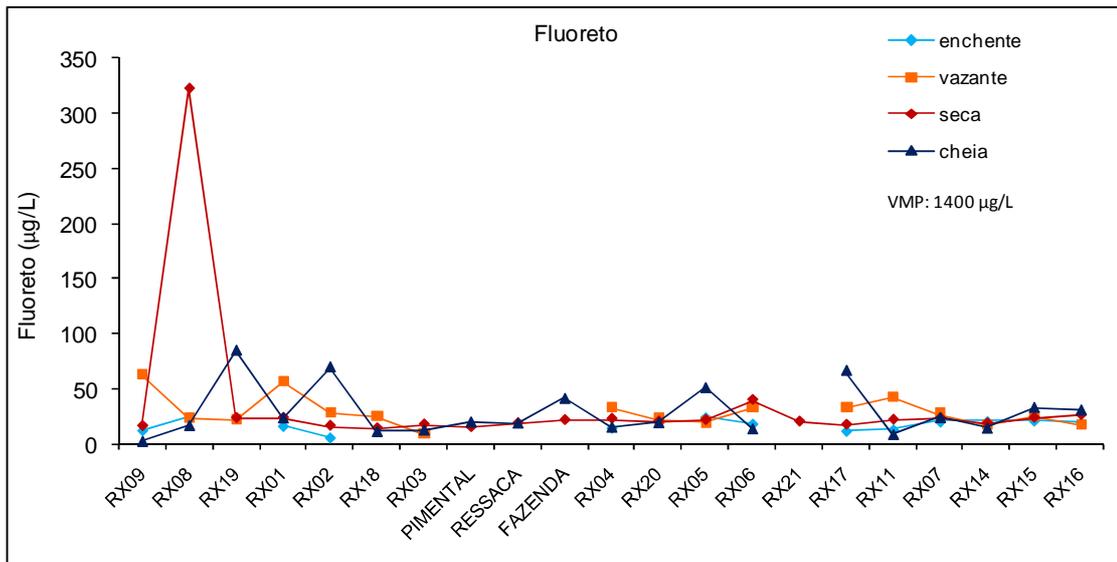
As Tabelas com as concentrações de íons nos diferentes pontos amostrados ao longo do rio Xingu e nos principais tributários estão apresentadas no **Anexo 7.8.3-1**.



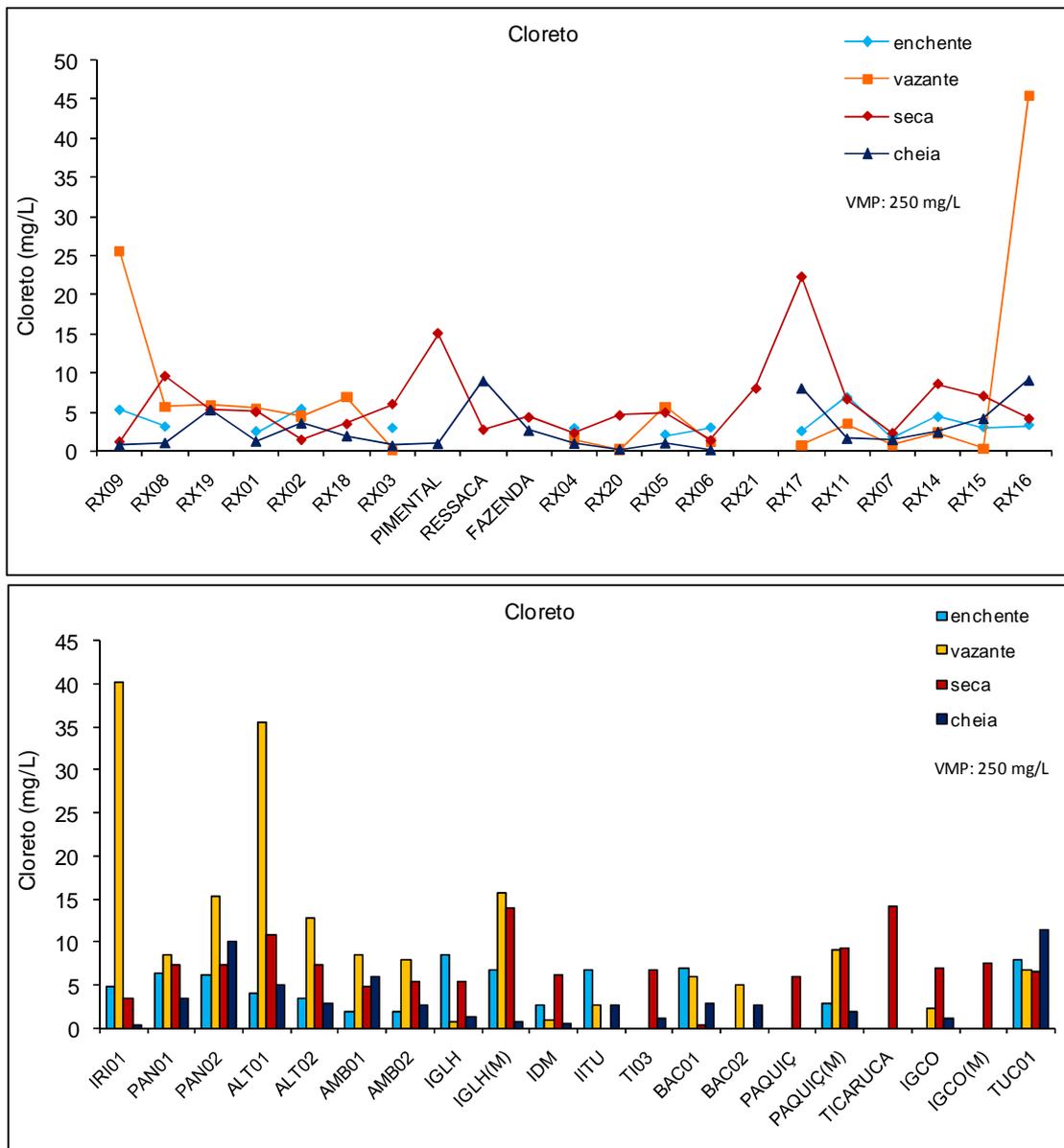
**GRÁFICO 7.8.3-20** - Variação das concentrações de íons totais nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008).

Nos **GRÁFICO 7.8.3-21**, **GRÁFICO 7.8.3-22**, **GRÁFICO 7.8.3-23** se encontram os gráficos das concentrações dos íons dissolvidos fluoreto, cloreto e brometo, determinados no rio Xingu e seus tributários, nas campanhas realizadas nos períodos de: enchente, vazante, seca e cheia (janeiro, maio, setembro 2007 e março 2008).

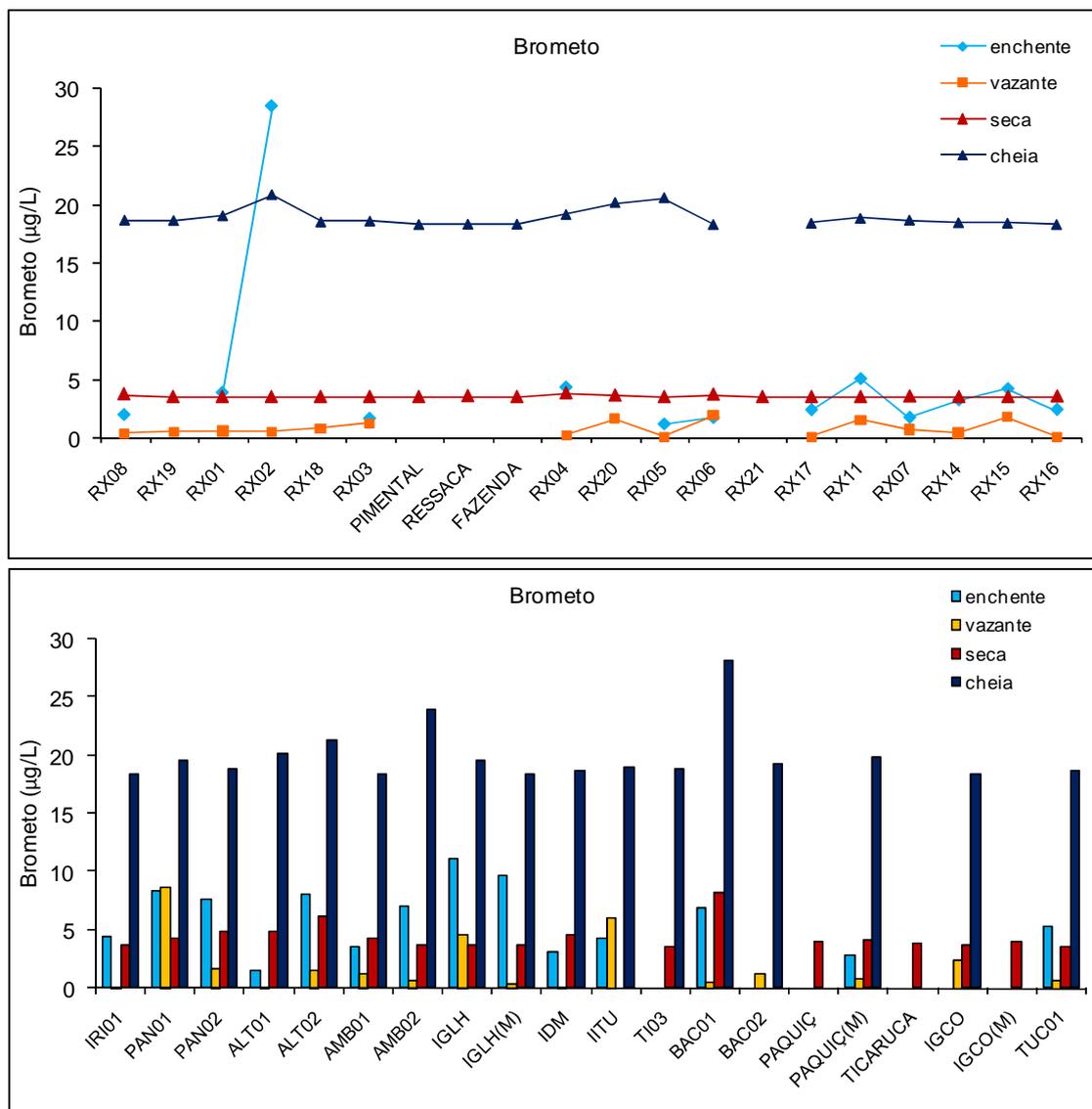
As concentrações de fluoreto e cloreto, determinadas em todos os pontos de coleta no período de estudo, foram inferiores aos máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas Classe 1 e 2, (1400 µg/L para Fluoreto e 250 mg/L para Cloreto).



**GRÁFICO 7.8.3-21** - Gráficos das concentrações de fluoreto dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 1400 µg/L.



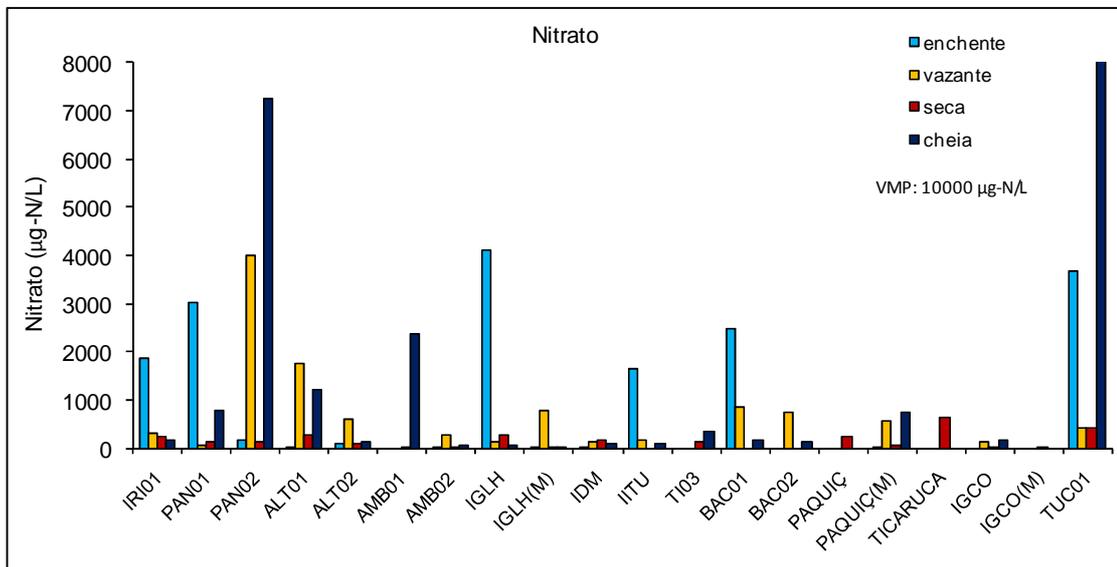
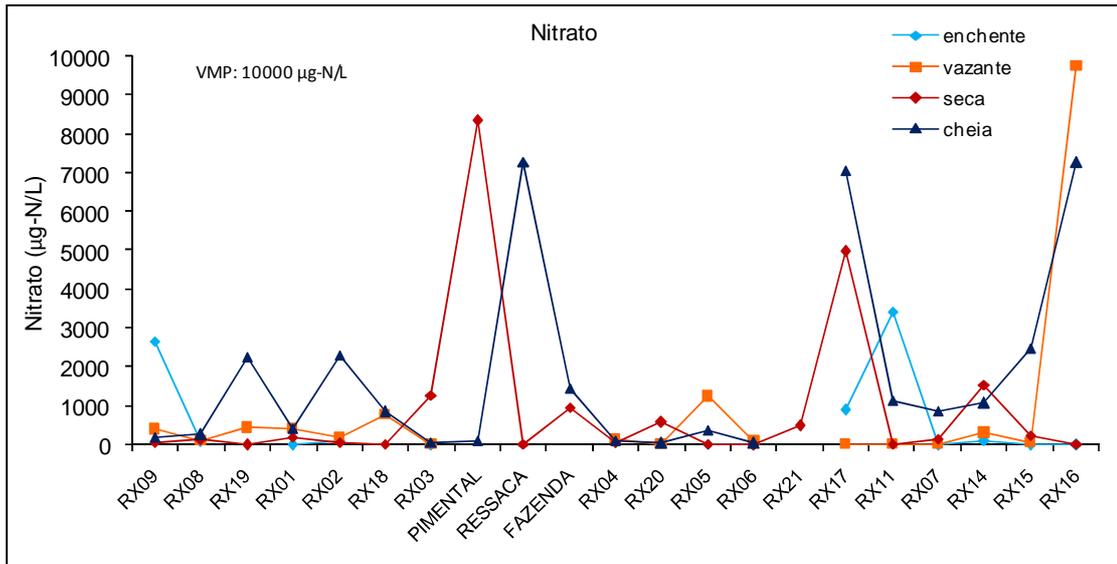
**GRÁFICO 7.8.3-22** - Gráficos das concentrações de cloro dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 1400 µg/L para cloro.



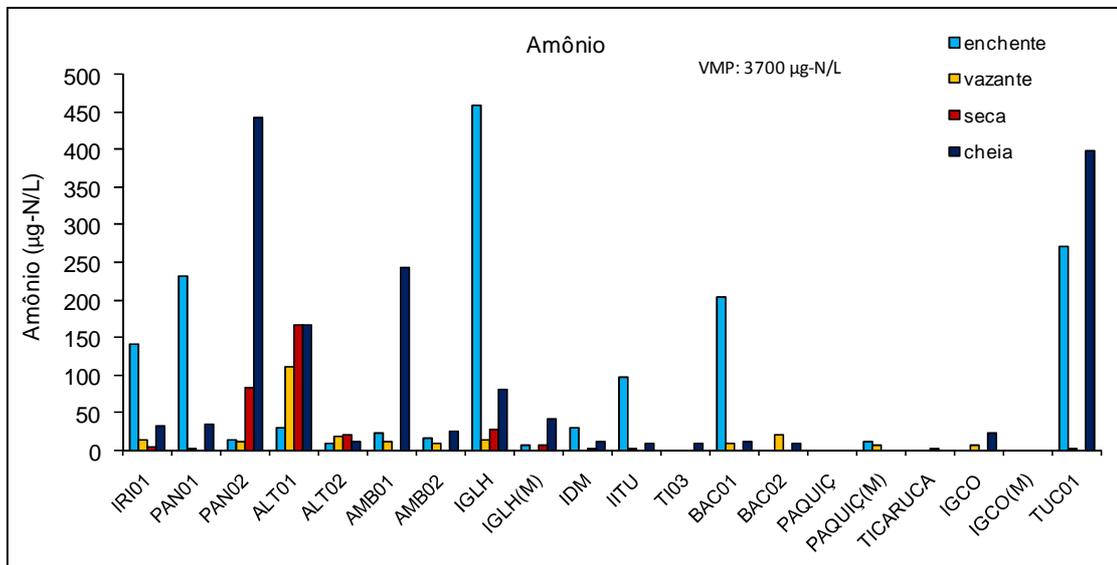
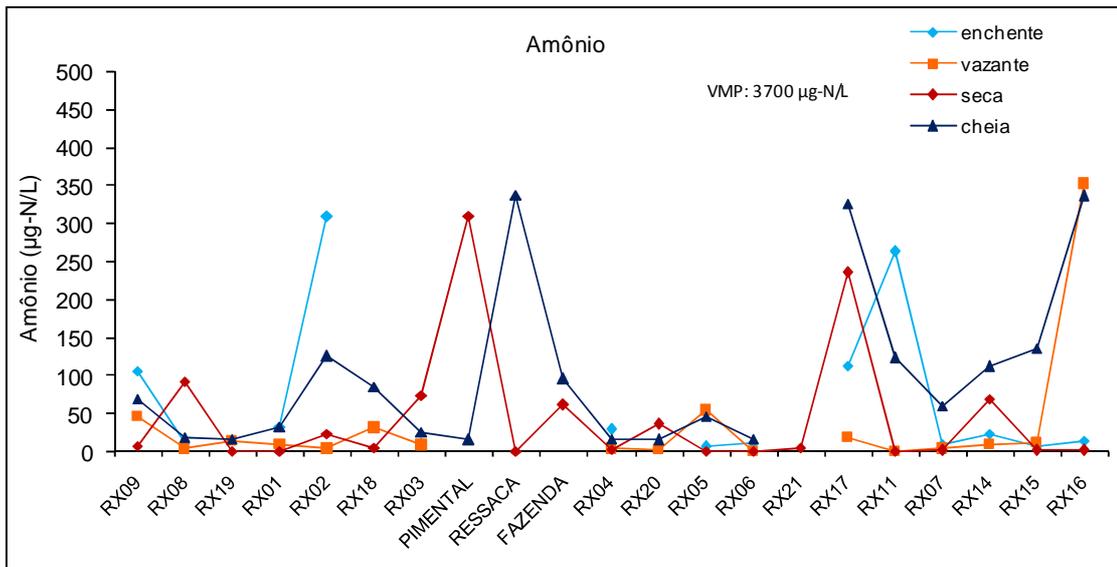
**GRÁFICO 7.8.3-23** - Gráficos das concentrações de brometo dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação.

Nos **GRÁFICO 7.8.3-24**, **GRÁFICO 7.8.3-25** e **GRÁFICO 7.8.3-26** se encontram os gráficos das concentrações dos íons dissolvidos nitrato, amônio e sulfato determinados no rio Xingu e seus tributários, nas campanhas realizadas nos períodos de enchente, vazante, seca e cheia. Os valores de nitrato dissolvido chegaram muito próximo do limite estabelecido pelo CONAMA 357 para águas das classes 1 e 2 no ponto RX16 na vazante, chegando a atingir 9762,6 µg-N/L quando o máximo permitido é de 10000 µg-N/L. As altas concentrações de nitrato se correspondem com altas concentrações de amônio o que significa que o mesmo está sendo oxidado a nitrato e que, provavelmente ambos se originam em despejos de efluentes ricos em matéria orgânica, já que estas concentrações foram observadas em locais povoados como Vitória do Xingu (TUC01), Senador José Porfírio (RX16), Altamira (igarapé Pannels), Ressaca, Pimental e próximo a Belo Monte (RX17).

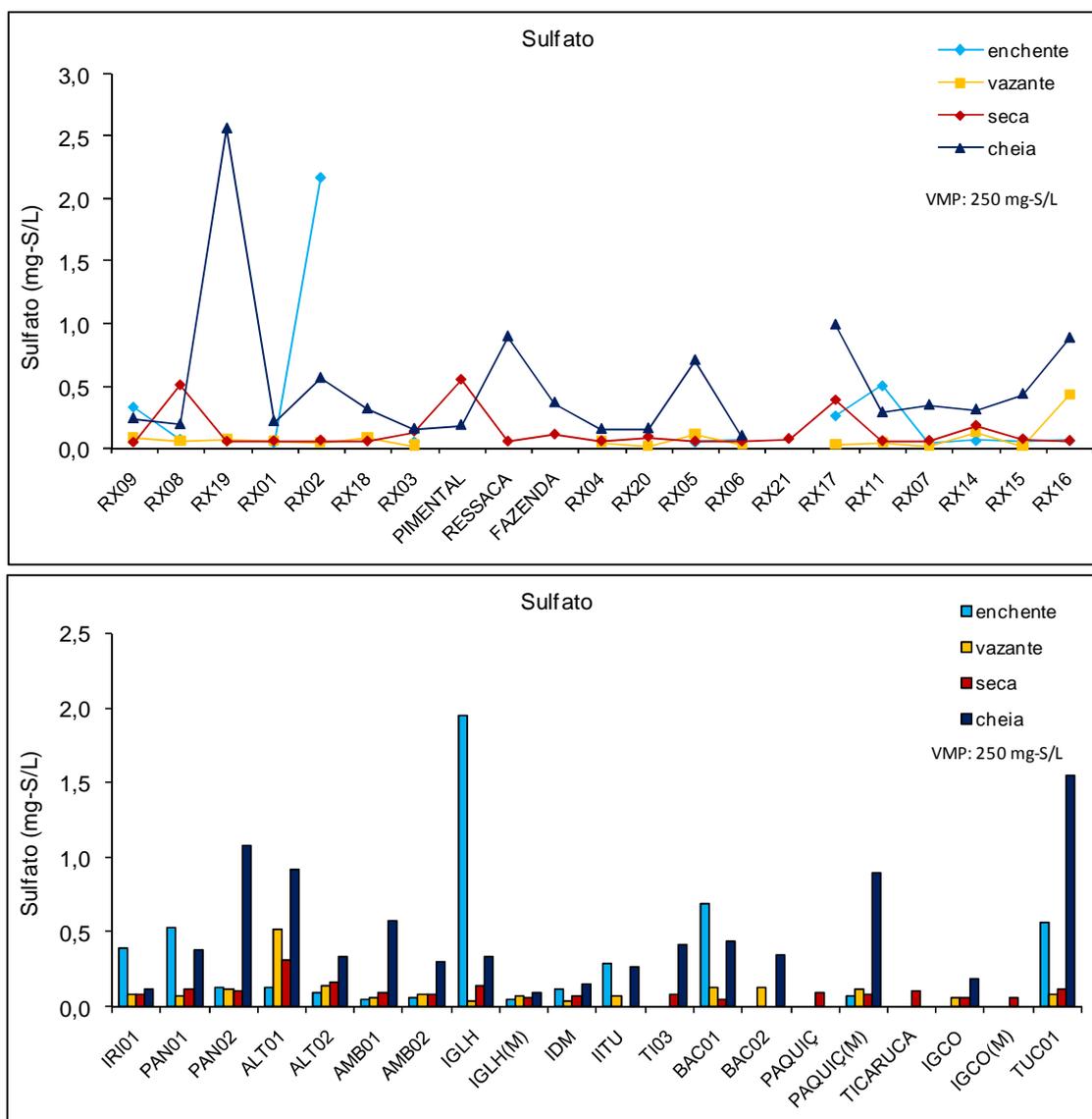
As concentrações de sulfato foram muito inferiores ao limite estabelecido de 250 mg-S/L, sendo as mesmas de origem natural.



**GRÁFICO 7.8.3-24** - Gráficos das concentrações de nitrato dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 10000 µg-N/L.

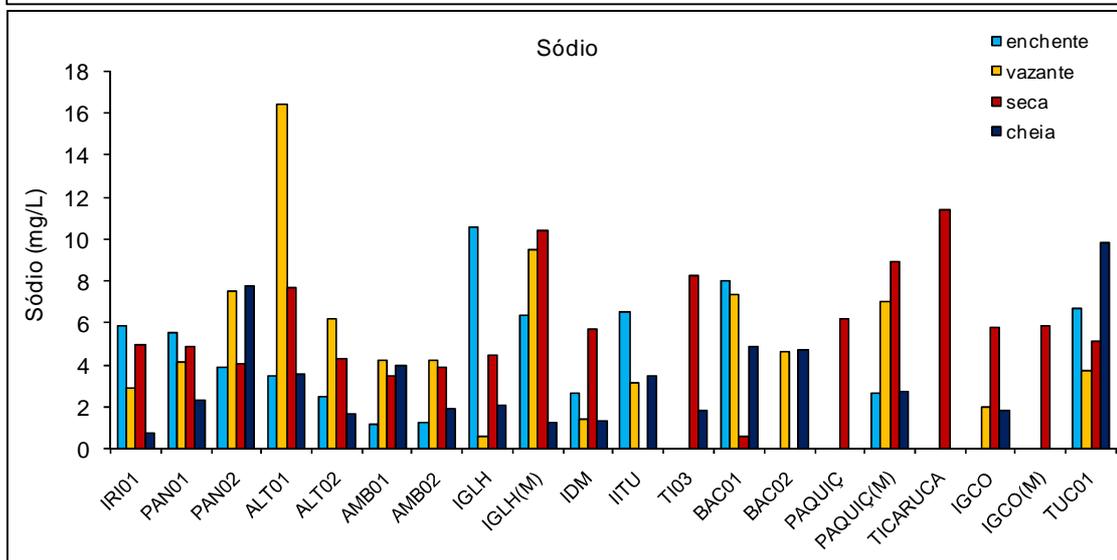
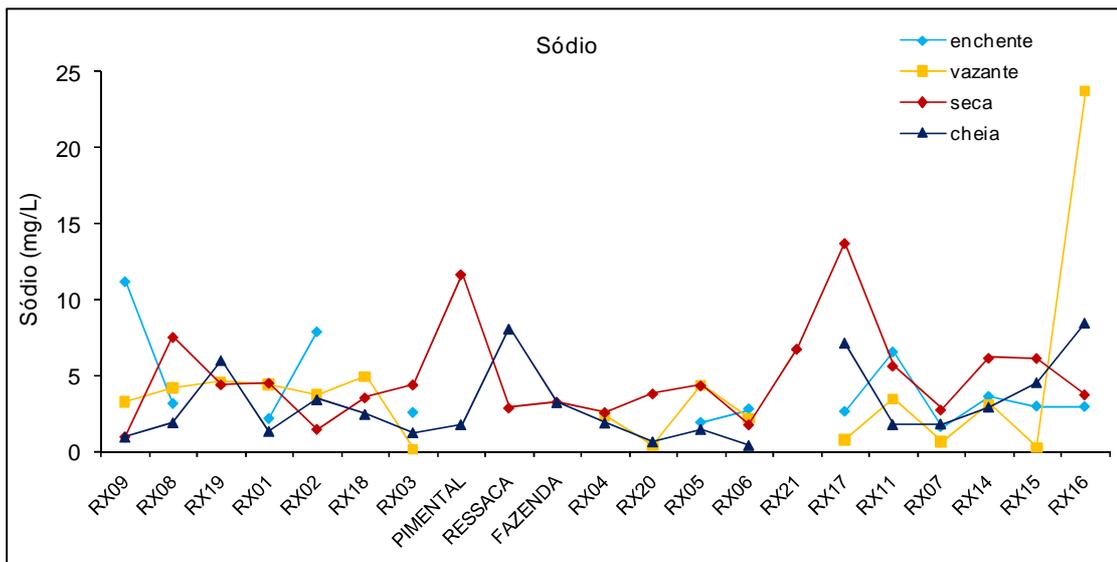


**GRÁFICO 7.8.3-25** - Gráficos das concentrações de amônio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 3700 µg-N/L.

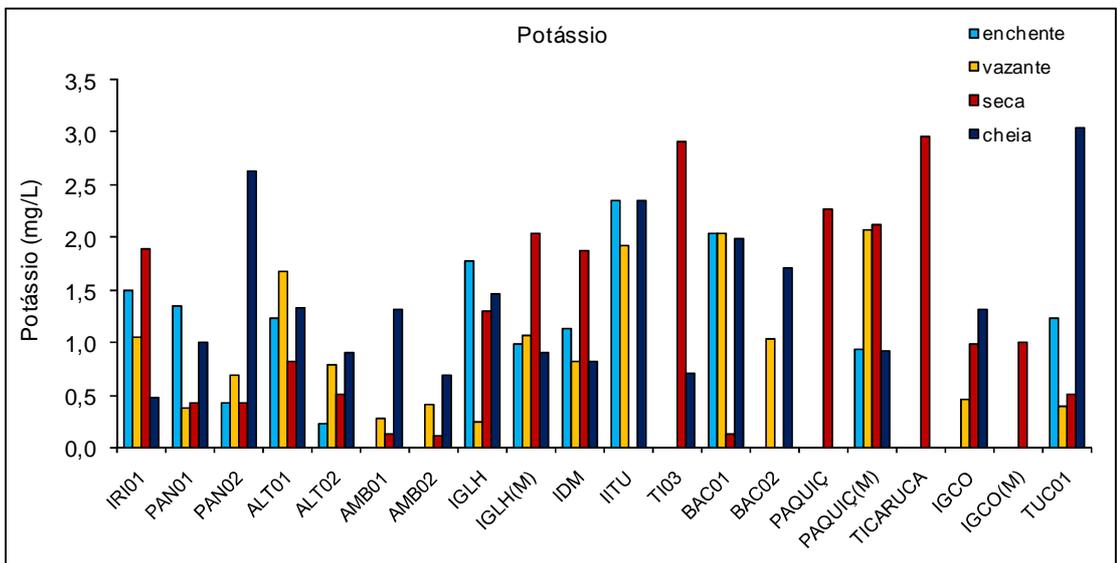
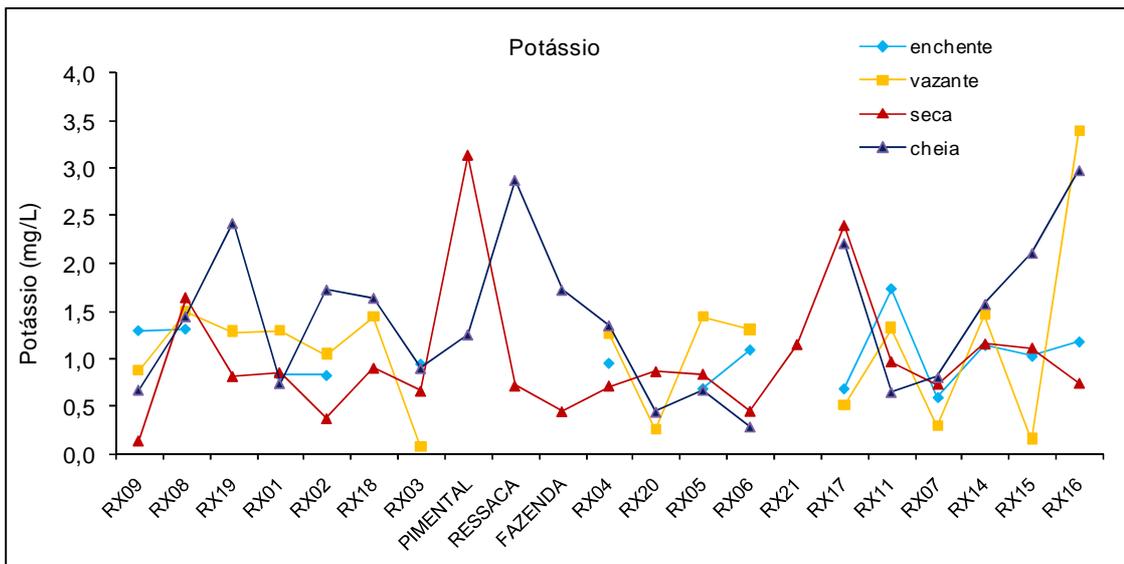


**GRÁFICO 7.8.3-26** - Gráficos das concentrações de sulfato dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2: 250 mg-S/L.

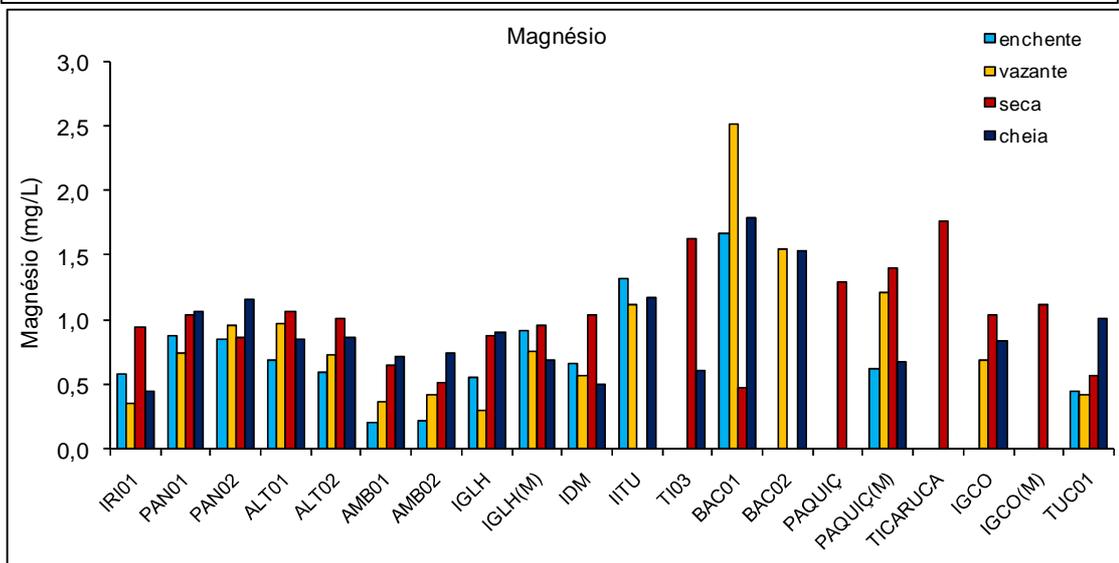
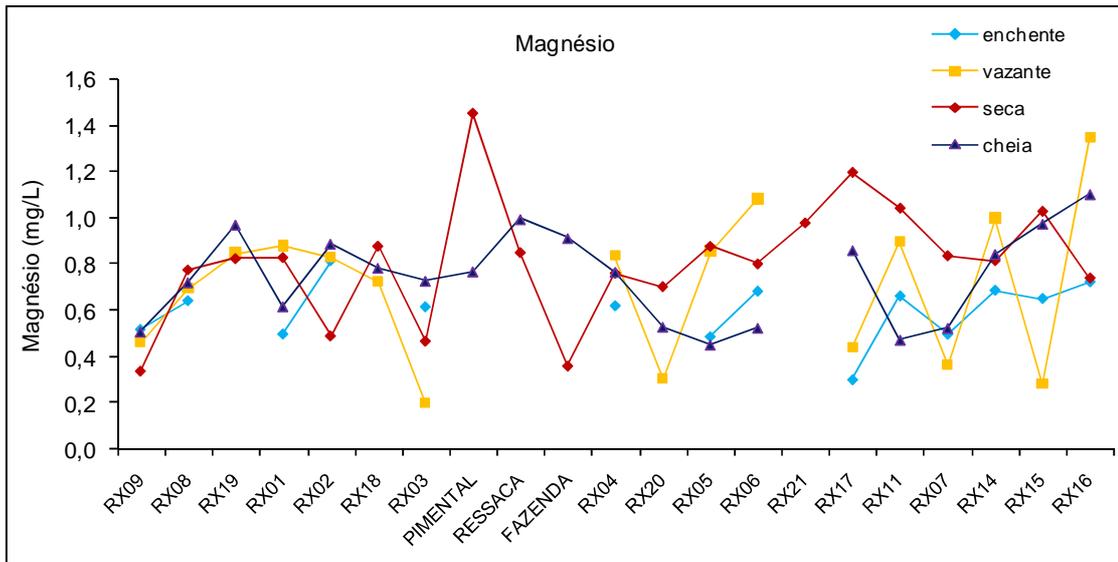
Nos **GRÁFICO 7.8.3-27**, **GRÁFICO 7.8.3-28**, **GRÁFICO 7.8.3-29** e **GRÁFICO 7.8.3-30** se encontram os gráficos das concentrações dos íons dissolvidos: sódio, potássio, magnésio e cálcio. Estes elementos se encontram em concentrações maiores as observadas em estudos anteriores na mesma região (ELB/ELN, 2001), provavelmente devido ao desmatamento na região e a exposição dos solos aos efeitos da chuva e as atividades agropecuárias, já que estes elementos se encontram naturalmente nos solos da região.



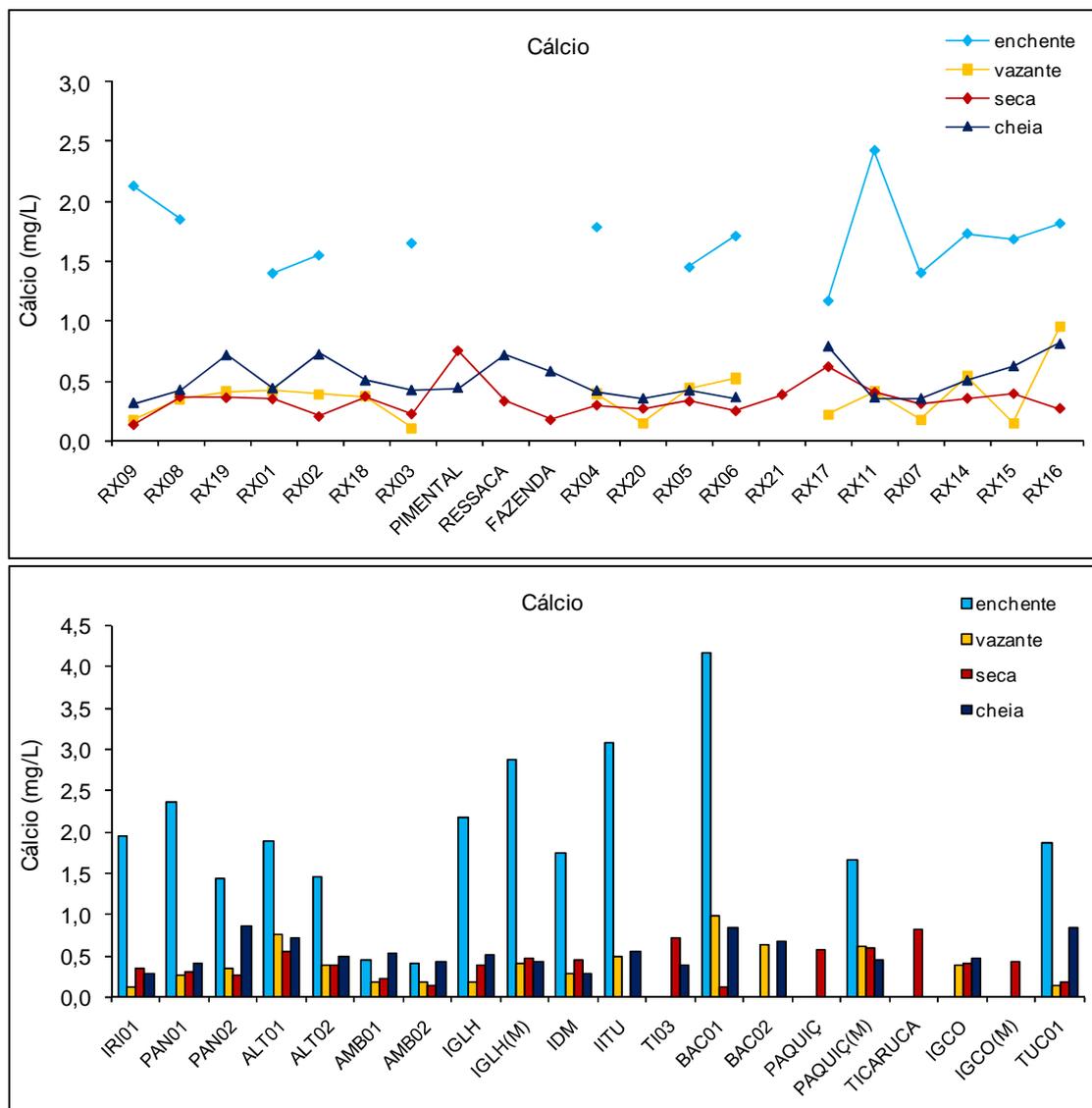
**GRÁFICO 7.8.3-27** - Gráficos das concentrações de sódio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro.



**GRÁFICO 7.8.3-28** - Gráficos das concentrações de potássio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro.



**GRÁFICO 7.8.3-29** - Gráficos das concentrações de magnésio dissolvido nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro.



**GRÁFICO 7.8.3-30** Gráficos das concentrações de cálcio nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Não se aplica regulamentação para este parâmetro.

**m) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

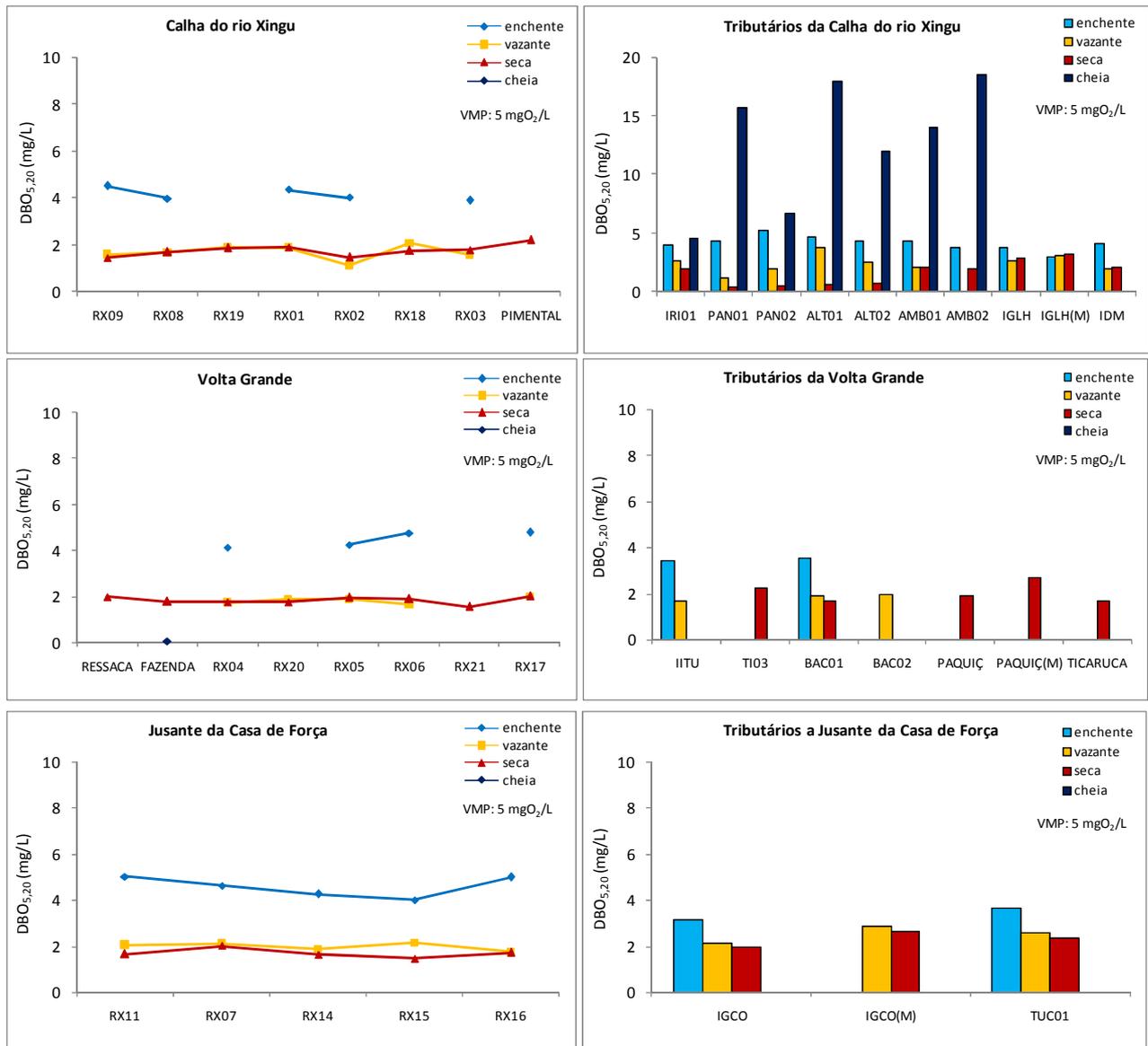
No **GRÁFICO 7.8.3-31** se encontram representados graficamente os resultados obtidos para todos os pontos de coleta, nas quatro campanhas realizadas.

Os resultados da DBO<sub>5,20</sub> foram maiores nos meses de janeiro de 2007 e março de 2008 durante os períodos de enchente e cheia, tanto para o rio Xingu como para seus tributários. Os valores máximos foram observados no igarapé Ambé na época de cheia com 18,54 mg/L e o mínimo foi na mesma época, na Fazenda, com 0,07 mg/L. O valores mais baixos na Fazenda podem dever-se ao efeito de diluição das cargas de material orgânico em decomposição provocado pelo aumento da vazão na época de cheia.

No período de enchente, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes trechos em estudo do rio Xingu, porém entre os tributários, os que apresentaram maiores taxas de DBO foram os da região da cidade de Altamira, igarapés Panelas, Ambé e Altamira

principalmente no período de cheia quando as águas aumentam e atingem regiões mais afetadas pelas atividades antrópicas nas margens dos igarapés aumentando assim a carga de material orgânico a decompor.

Considerando o limite máximo permitido pelo CONAMA 357/05 para águas de Classe 1 (3 mgO<sub>2</sub>/L) e Classe 2 (5 mgO<sub>2</sub>/L), os igarapés de Altamira se encontram fora do limite estabelecido tanto na enchente como na cheia e a maioria dos locais analisados na campanha de enchente nos restantes trechos do rio Xingu e seus tributários.

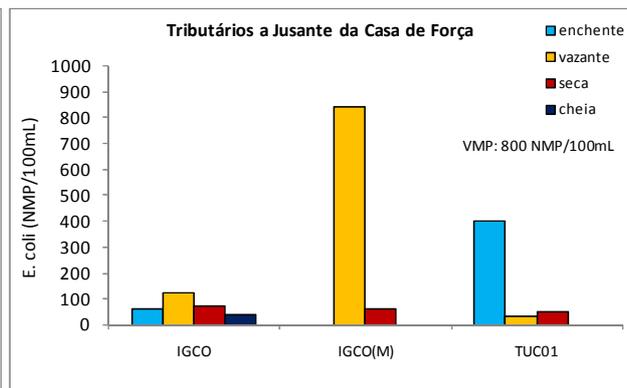
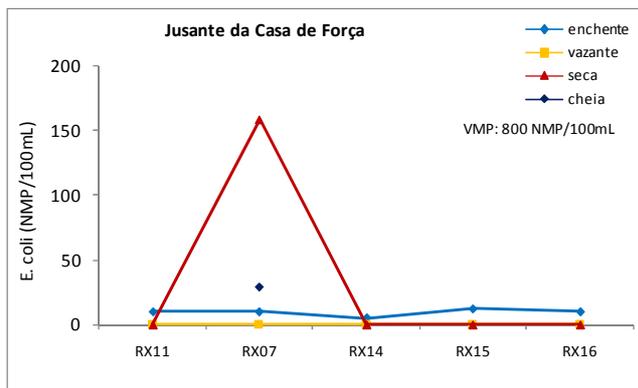
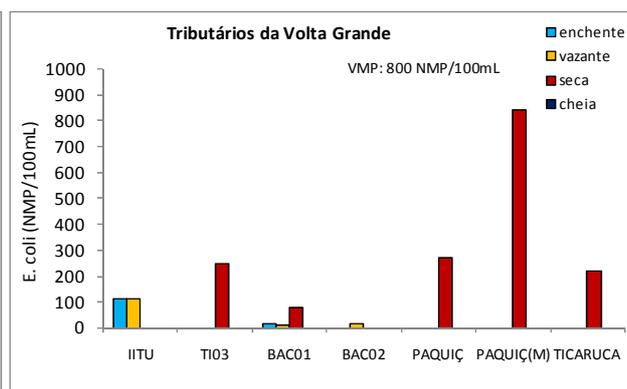
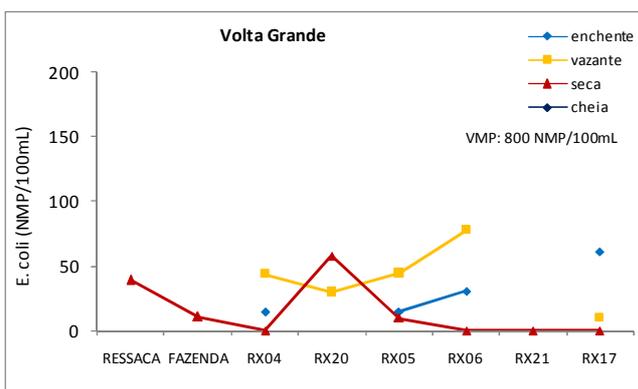
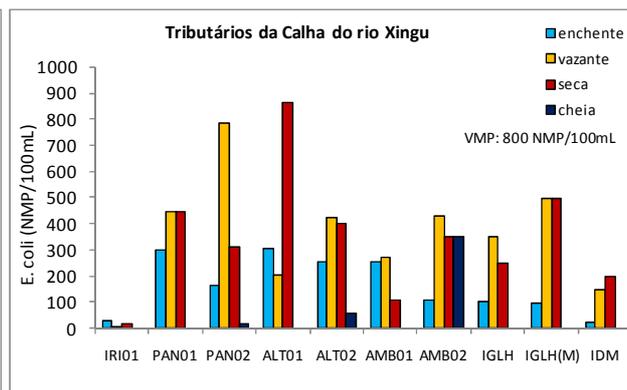
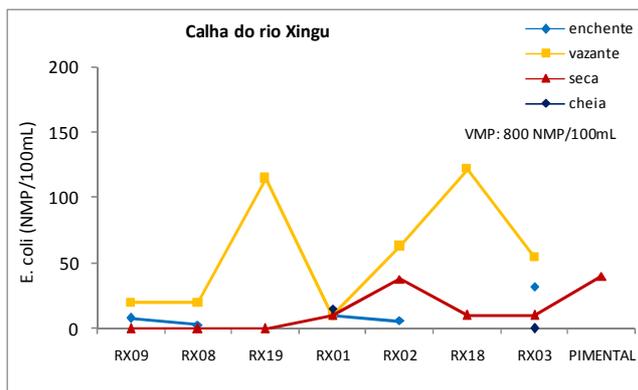


**GRÁFICO 7.8.3-31** - Variação das concentrações de DBO<sub>5,20</sub> nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007- março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 1: 3,0 mg-O<sub>2</sub>/L e Classe 2: 5,0 mg-O<sub>2</sub>/L.

n) **Coliformes fecais (*E. coli*)**

Foram considerados somente os coliformes fecais e especificamente o *Escherichia coli* como parâmetro de qualidade da água devido a que o mesmo indica contaminação por esgotos ou dejetos animais que são prejudiciais a saúde humana, já os coliformes totais podem ser encontrados naturalmente no solo e na água não sendo específicos como indicadores de contaminação.

Os valores de coliformes fecais no rio Xingu foram variáveis ao longo do trecho estudado (**GRÁFICO 7.8.3-32**). Os maiores valores de abundância de *Escherichia coli* (*E. coli*) foram observados na coleta do mês de maio durante a vazante, principalmente nos locais onde há maior influência das atividades humana como nos igarapés próximos a cidade de Altamira (igarapés Panelas e Altamira principalmente) e nas áreas mais afetadas pela pecuária como as regiões a montante dos tributários Paquiçamba e Cobal. Estes locais foram os que apresentaram densidades de bactérias *E. coli* superiores as permitidas pela Resolução CONAMA 357/05 para águas Classe 1 e 2, e de qualidade satisfatória segundo a Resolução CONAMA 274/00, onde o limite máximo permitido é de 800 NPM/100mL.

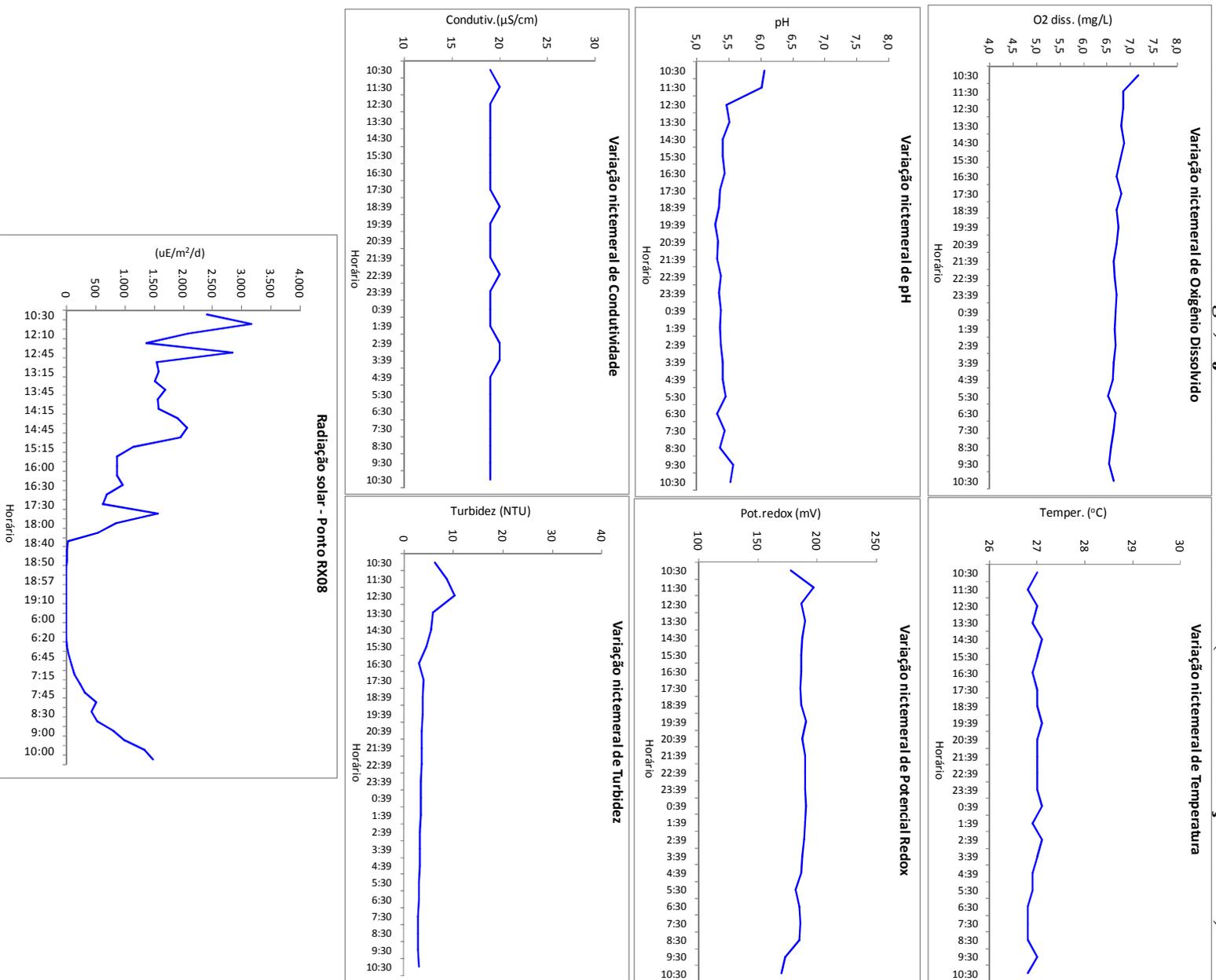


**GRÁFICO 7.8.3-32** - Variação da abundância de coliformes fecais *E. coli* nos pontos de coleta do rio Xingu e tributários no período de estudo (janeiro 2007-março 2008). Valor máximo permitido (VMP) CONAMA 357 Classe 1 e 2: 800 NMP/100mL.

**o) Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar**

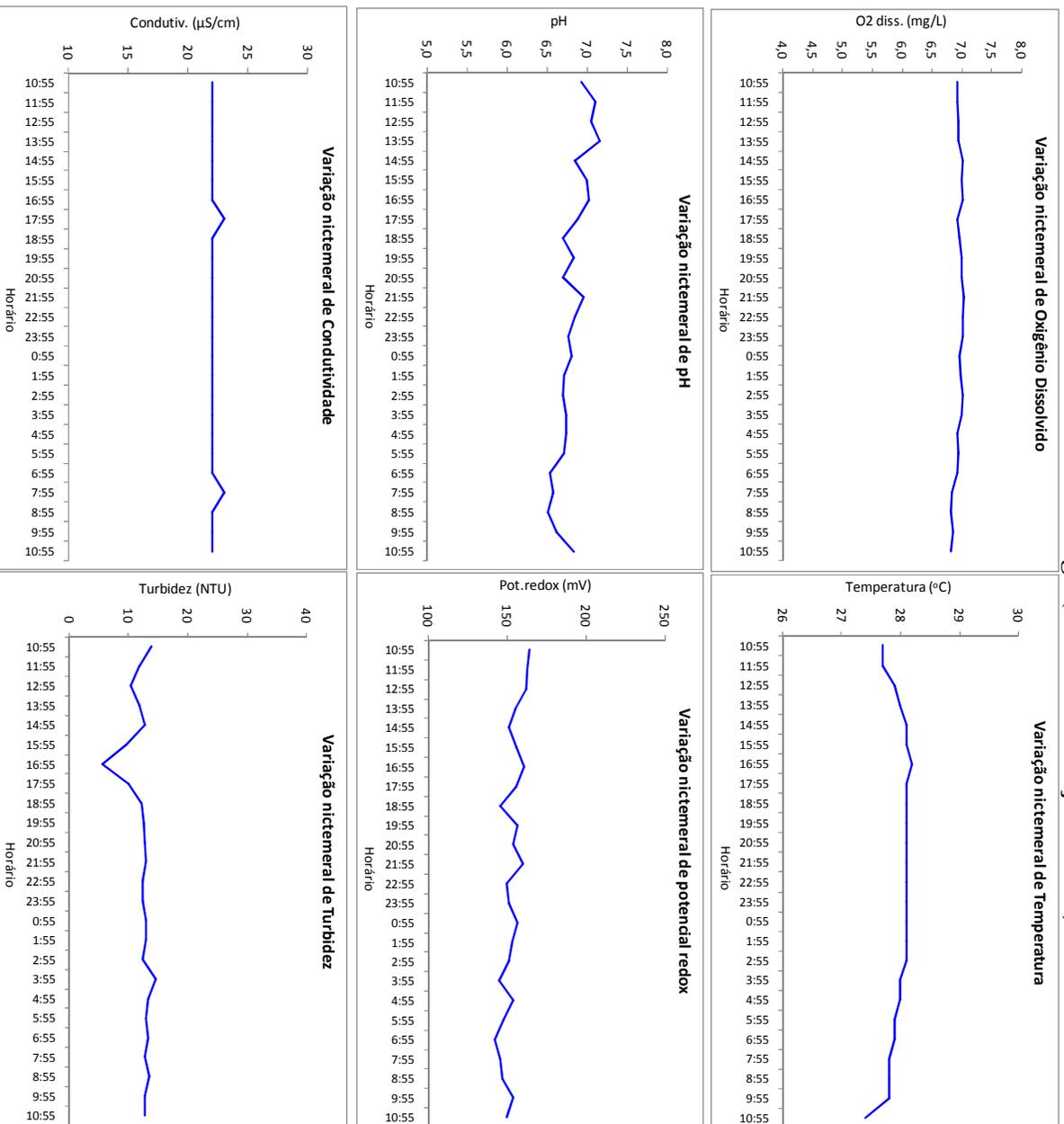
Os resultados dos monitoramentos nictemeraias das diferentes variáveis físicas e químicas da água estão apresentados nos **GRÁFICO 7.8.3-33** a **GRÁFICO 7.8.3-37**.

**Ponto RX08 – Rio Xingu, a jusante da foz do rio Iriti (16 e 17 de março de 2008)**



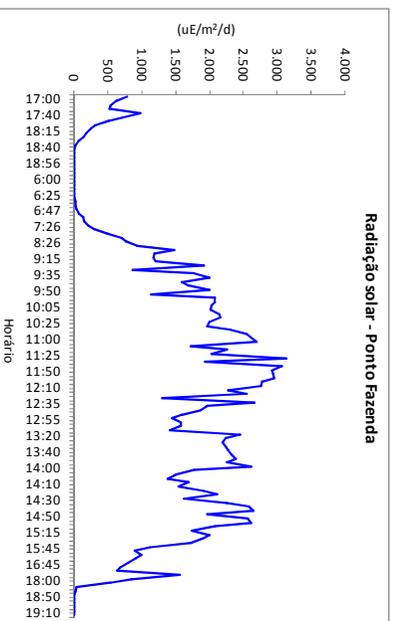
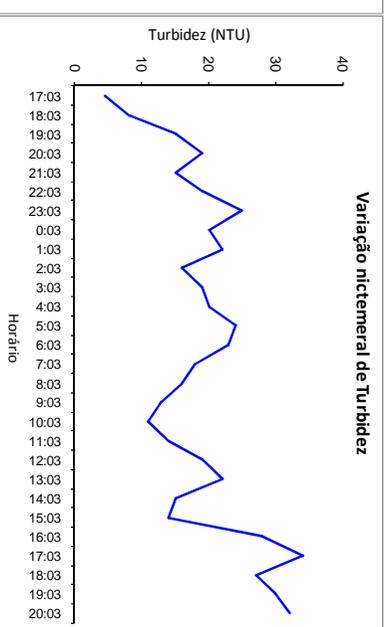
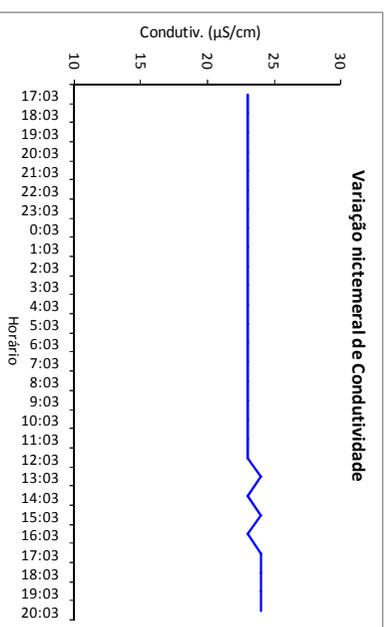
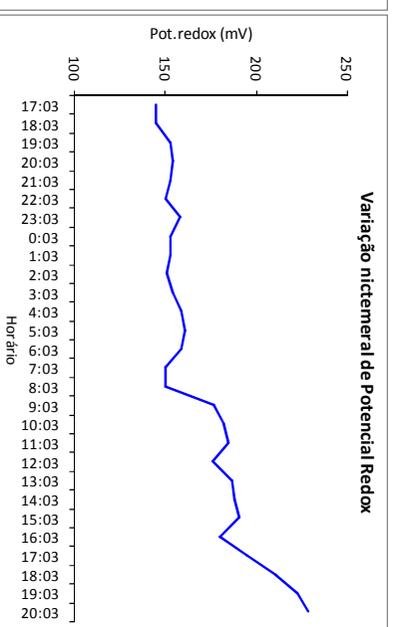
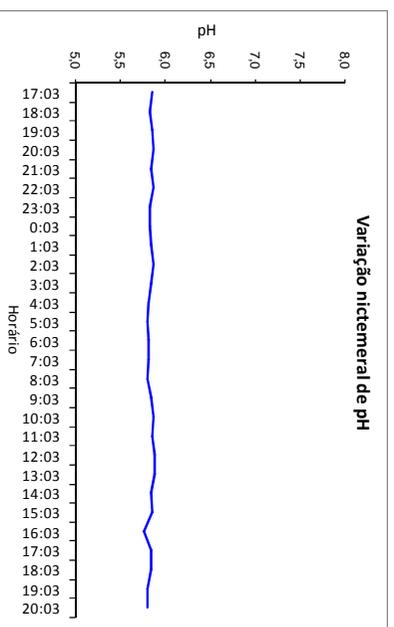
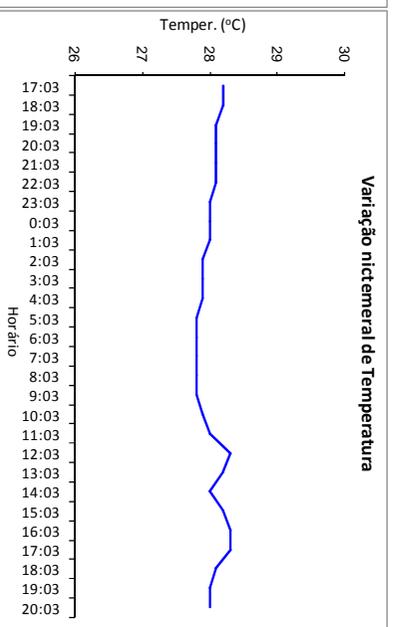
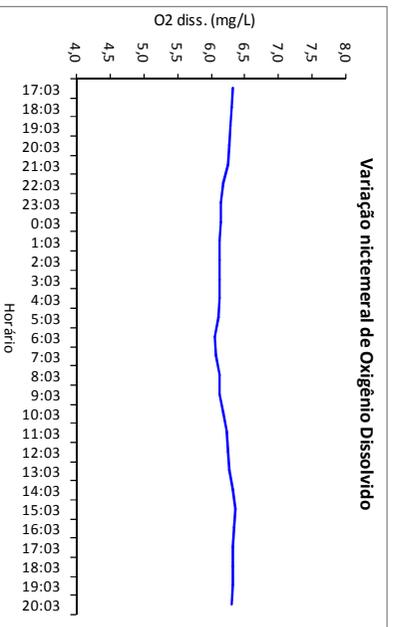
**GRÁFICO 7.8.3-33 -** Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 16 e 17 de março de 2008 no ponto RX08, localizado na calha do rio Xingu, à jusante da foz do rio Iriti.

**Ponto RX01 – calha do rio Xingu (16 e 17 de março de 2008)**



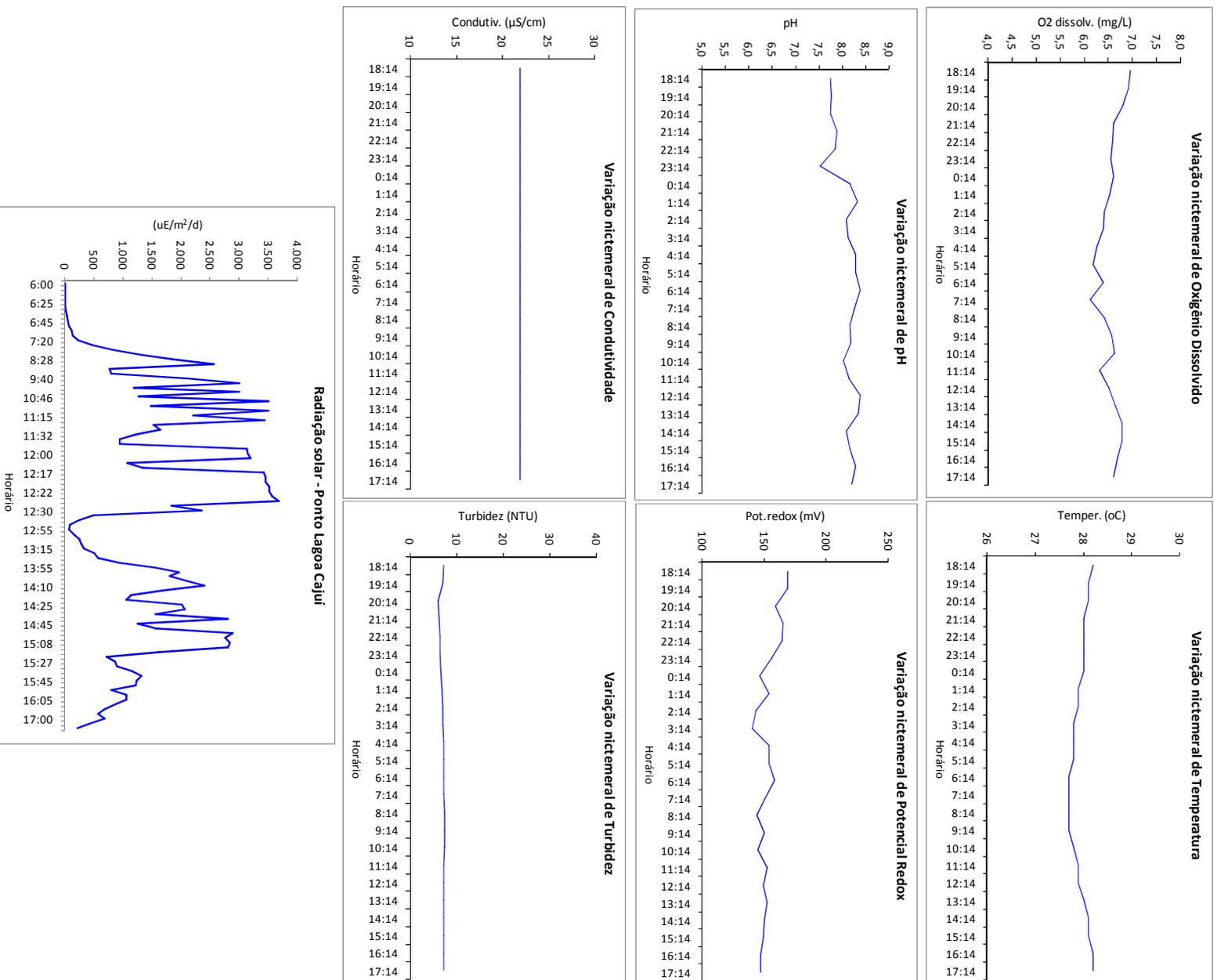
**GRÁFICO 7.8.3-34** - Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 22 e 23 de março de 2008 no ponto RX01, localizado na calha do rio Xingu, à montante de Altamira.

**Ponto Fazenda – próximo à ilha da Fazenda, Volta Grande do Xingu  
(17 e 18 de março de 2008)**



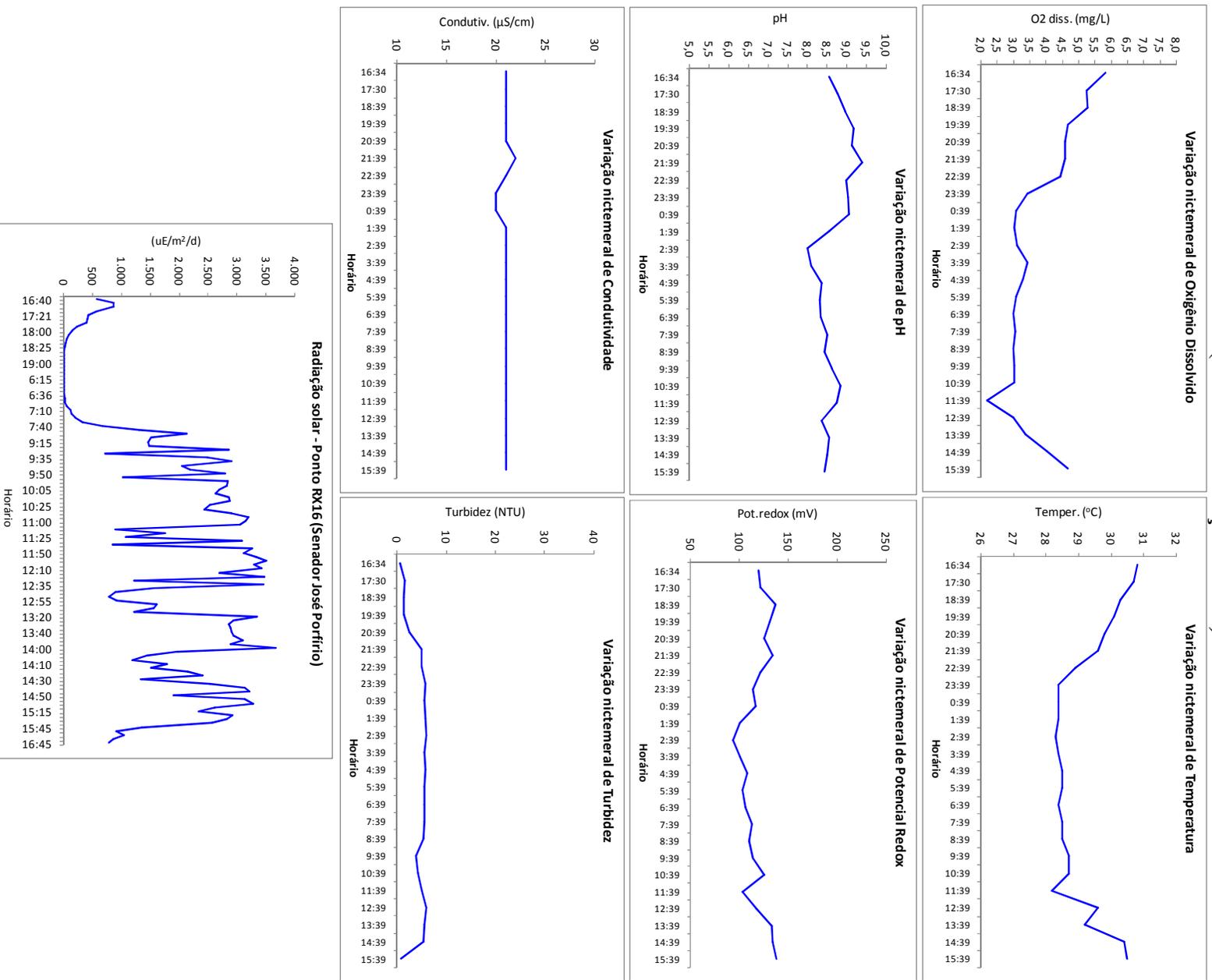
**GRÁFICO 7.8.3-35 -** Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 17 e 18 de março de 2008 no ponto Fazenda, localizado na Volta Grande do rio Xingu.

**Ponto Lagoa Cajuí – lagoa marginal a jusante da casa de força  
(20 e 21 de março de 2008)**



**GRÁFICO 7.8.3-36 -** Variação nittemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 20 e 21 de março de 2008 na Lagoa Cajuí, localizado à jusante da casa de força principal.

**Ponto RX16 – ria do Xingu, próximo a Senador José Porfírio  
(19 e 20 de março de 2008)**



**GRÁFICO 7.8.3-37 -** Variação nictemeral das variáveis físicas e químicas da água e da radiação solar medidas nos dias 19 e 20 de março de 2008 no ponto RX16, localizado na ria do rio Xingu, à jusante da casa de força principal.

De uma forma geral, as variáveis físicas e químicas da água monitoradas ao longo do dia apresentaram pouca variabilidade nos pontos localizados na calha do rio Xingu, na Volta Grande e na lagoa Cajuí.

Esse resultado pode estar relacionado às condições hidrológicas do sistema caracterizado pela elevada vazão e elevada cota da água que ocasionaram maior mistura da água e impedindo condições de remanso e eventuais estratificações. Uma exceção foi observada no ponto RX16, localizado na ria do rio Xingu, no qual foi observada uma diminuição bastante significativa da concentração de oxigênio dissolvido e do potencial redox (Figura 4.31). As condições mais estáveis da ria do Xingu resultantes do represamento da água pelo rio Amazonas e da influência das marés possibilitaram essa maior variabilidade em comparação com dos demais pontos localizados à montante.

A irregularidade das curvas de radiação solar observada foi em função da freqüente passagem de nuvens no período monitorado, caracterizado pela elevada precipitação.

#### **p) Metais na água superficial**

As concentrações detectadas dos metais Cr, Ni, Fe, Pb, Zn e Hg analisados na água superficial do rio Xingu e nos principais tributários, para as quatro campanhas realizadas, estão apresentadas nas **TABELA 7.8.3-9** a **TABELA 7.8.3-14**.

Os resultados de concentrações de mercúrio se encontram na Tabela 4.1. O mesmo ocorreu em concentrações abaixo do limite de detecção do método, em todos os pontos e amostragens, exceto no igarapé Galhoso e no rio Bacajá, onde o registro revelou concentração baixa e igual a 0,001 mg-Hg/L. No igarapé Altamira, as concentrações superaram os limites máximos permitidos pelo CONAMA 357/05 Classe 1 e 2 (0,0002 mg-Hg/L) e pela Portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde (0,001 mg-Hg/L).

Uma vez que o levantamento dos usos do solo e os estudos sócio-econômicos realizados na Área de Abrangência Regional não registraram, no igarapé Altamira, atividades de garimpo de ouro, as concentrações observadas podem ter sua origem em material depositado no lixão da cidade, proveniente, dentre outras fontes, de antigas atividades de refino de ouro, quando a Caixa Econômica ainda comprava ouro em Altamira. A partir das vistorias de campo, observou-se que ainda hoje existe manipulação de ouro na cidade, embora todos confirmem que não se usa mais o mercúrio.

Já o lixão se encontra próximo dos pontos coletados no igarapé Altamira e existe a possibilidade de que o chorume formado no lixão escoe para o curso de água.

**TABELA 7.8.3-9**

Concentrações de mercúrio (mg-Hg/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Hg (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX08	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX19	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX01	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX02	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX18	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX03	< LD	< LD	< LD	< LD
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	< LD	< LD
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	< LD	< LD	< LD	< LD
	PAN01	< LD	< LD	< LD	< LD
	PAN02	< LD	< LD	< LD	< LD
	ALT01	0,0006	< LD	< LD	< LD
	ALT02	0,0003	< LD	< LD	< LD
	AMB01	< LD	< LD	< LD	< LD
	AMB02	< LD	< LD	< LD	< LD
	IGLH	< LD	< LD	< LD	< LD
	IGLH(M)	0,0001	< LD	< LD	< LD
IDM	< LD	< LD	< LD	< LD	
Volta Grande do Xingu	RESSACA	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	FAZENDA	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	RX04	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX20	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX05	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX06	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX21	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
RX17	< LD	< LD	< LD	< LD	
Tributários da Volta Grande	IITU	< LD	< LD	n.d.	< LD
	TI03	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	BAC01	0,0001	< LD	< LD	< LD
	BAC02	n.d.	< LD	n.d.	< LD
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	< LD	< LD
TICARUCA	n.d.	n.d.	< LD	n.d.	
Jusante da Casa de Força	RX11	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX07	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX14	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX15	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX16	< LD	< LD	< LD	< LD
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	< LD	< LD	< LD	< LD
	IGCO(M)	n.d.	< LD	< LD	n.d.
	TUC01	< LD	< LD	< LD	< LD
	LD*	0,0001	0,0001	0,0004	0,0000
VMP*	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

O cromo foi detectado em todos os pontos do rio Xingu, em pelo menos uma das quatro campanhas e apresentou concentrações acima do limite máximo permitido pelo CONAMA 357 e a Portaria 518 (0,05 mg-Cr/l), em quase todos os locais de coleta, na enchente e na cheia. Porém, as concentrações na cheia foram menores indicando o efeito de diluição do aumento da vazão (TABELA 7.8.3-10).

A única informação referente ao uso do cromo é a presença deste elemento no sal utilizado para consumo animal, empregado para antecipar o cio do rebanho bovino. Entretanto, este fator não justifica a presença do cromo em todos os pontos.

O registro deste metal nos trechos da rede de amostragem pode ser decorrente da presença deste elemento em rochas máficas-ultramáficas associadas ao Complexo Xingu e ao Enderbitto Cajazeiras, sendo que esta última unidade geológica ocorre no alto curso do rio Bacajá.

**TABELA 7.8.3-10**

Concentrações de cromo (mg-Cr/L) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Cr (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	0,2121	0,0238	0,0310	0,0771
	RX08	0,2574	0,0239	0,0262	0,0676
	RX19	n.d.	0,0321	0,0332	0,0827
	RX01	0,2265	0,0201	0,0222	0,0745
	RX02	0,2507	0,0245	0,0245	0,0768
	RX18	n.d.	0,0303	0,0318	0,0755
	RX03	0,2386	0,0152	0,0259	0,0719
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	0,0208	0,0721
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	0,1888	< LD	0,0180	0,0496
	PAN01	0,2404	0,0181	0,0225	0,0523
	PAN02	0,2325	0,0084	0,0181	0,0528
	ALT01	< LD	< LD	0,0084	0,0392
	ALT02	< LD	< LD	0,0139	0,0528
	AMB01	0,0383	< LD	0,0138	0,0574
	AMB02	0,1055	< LD	0,0148	0,0564
	IGLH	0,1484	0,0142	0,0146	0,0540
	IGLH(M)	0,1749	< LD	0,0143	0,0569
Volta Grande do Xingu	IDM	0,1711	< LD	0,0170	0,0513
	RESSACA	n.d.	n.d.	0,0225	0,0723
	FAZENDA	n.d.	n.d.	0,0146	0,0753
	RX04	0,2626	0,0212	0,0230	0,0760
	RX20	n.d.	0,0313	0,0349	0,0808
	RX05	0,2341	0,0221	0,0244	0,0901
	RX06	0,2416	0,0202	0,0257	0,0781
	RX21	n.d.	n.d.	0,0344	n.d.
Tributários da Volta Grande	RX17	0,2393	0,0302	0,0309	0,0754
	IITU	0,2212	< LD	n.d.	0,0599
	TI03	n.d.	n.d.	0,0369	0,0619
	BAC01	0,1189	< LD	0,0101	0,0698
	BAC02	n.d.	< LD	n.d.	0,0733
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	0,0172	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	0,0156	0,0682
Jusante da Casa de Força	TICARUCA	n.d.	n.d.	0,0348	n.d.
	RX11	0,2625	0,0269	0,0282	0,0797
	RX07	0,2200	0,0229	0,0267	0,0858
	RX14	0,2263	0,0197	0,0304	0,0853
	RX15	0,2321	0,0182	0,0333	0,0901
	RX16	0,2107	0,0252	0,0337	0,0782
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	0,2023	< LD	0,0160	0,0662
	IGCO(M)	n.d.	< LD	0,0180	n.d.
	TUC01	0,1876	0,0330	0,0349	0,0811
	LD*	0,0027	0,0079	0,0040	0,0103
	VMP*	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

O ferro apresentou concentrações abaixo do limite máximo permitido pelo CONAMA 357 Classe 1 e 2 (0,3 mg-Fe/L), para todos os locais de coleta nos quatro períodos estudados (TABELA 7.8.3-11), mesmo sendo este um elemento que se encontra naturalmente nas formações geológicas da região em estudo.

**TABELA 7.8.3-11**

Concentrações de ferro (mg-Fe/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Fe (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	< LD	< LD	0,0261	0,0367
	RX08	0,1044	< LD	0,0273	0,0408
	RX19	n.d.	< LD	0,0366	0,0384
	RX01	0,0440	< LD	< LD	0,0382
	RX02	0,0603	< LD	< LD	0,0426
	RX18	n.d.	< LD	0,0389	0,0549
	RX03	0,0066	< LD	0,0238	0,0359
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	0,0222	0,0422
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	0,0094	< LD	< LD	0,0389
	PAN01	< LD	< LD	0,0216	0,1263
	PAN02	0,1284	< LD	0,0175	0,0522
	ALT01	< LD	< LD	< LD	0,0260
	ALT02	< LD	< LD	< LD	0,0553
	AMB01	< LD	< LD	0,0197	0,0762
	AMB02	< LD	< LD	0,0179	0,1236
	IGLH	< LD	< LD	0,0187	0,1041
	IGLH(M)	0,1502	0,0352	0,0253	0,1033
IDM	< LD	< LD	0,0177	0,0276	
Volta Grande do Xingu	RESSACA	n.d.	n.d.	0,0226	0,0443
	FAZENDA	n.d.	n.d.	< LD	0,0377
	RX04	< LD	< LD	< LD	0,0289
	RX20	n.d.	< LD	0,0317	0,0423
	RX05	0,0329	< LD	0,0180	0,0379
	RX06	0,1218	< LD	0,0260	0,0405
	RX21	n.d.	n.d.	0,0336	n.d.
RX17	< LD	< LD	0,0374	0,0504	
Tributários da Volta Grande	IITU	< LD	< LD	n.d.	0,0825
	TI03	n.d.	n.d.	0,0491	0,0471
	BAC01	< LD	< LD	< LD	0,0487
	BAC02	n.d.	< LD	n.d.	0,0456
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	0,0225	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	< LD	< LD
TICARUCA	n.d.	n.d.	0,0365	n.d.	
Jusante da Casa de Força	RX11	0,0740	< LD	0,0245	0,0266
	RX07	0,0204	< LD	0,0170	0,0411
	RX14	< LD	< LD	0,0261	0,0473
	RX15	0,0577	< LD	0,0279	0,0555
	RX16	0,0643	< LD	0,0316	0,0552
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	0,0780	< LD	< LD	0,0359
	IGCO(M)	n.d.	< LD	< LD	n.d.
	TUC01	0,1336	0,0212	0,0429	0,0403
	LD*	0,0105	0,0097	0,0165	0,0155
	VMP*	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

O níquel ocorreu em concentrações abaixo do limite de detecção do método para a maioria dos pontos e amostragens. Porém, este elemento foi detectado no igarapé Pannels apresentando concentrações acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 357 águas de Classe 1 e 2 (0,025 mg-Ni/L) na enchente (**TABELA 7.8.3-12**). No rio Xingu foi detectado próximo ao sitio Pimental (RX03), na foz do rio Bacajá (RX06) e próximo à cidade de Senador José Porfírio (RX16). Em muitos desses casos as concentrações superaram em poucos miligramas o limite de detecção e não configuram contaminação pontual de atividades antrópicas, uma vez detectado um padrão sazonal bastante evidente, indicando que as concentrações detectadas tenham sua origem no intemperismo e lixiviação das rochas.

Esta hipótese é reforçada por dados levantados nos estudos geológicos que identificaram a ocorrência deste elemento nas rochas máficas-ultramáficas associadas ao Complexo Xingu e nas jazidas de níquel laterítico no município de São Felix do Xingu, região do Médio Xingu.

**TABELA 7.8.3-12**

Concentrações de níquel (mg-Ni/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Ni (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX08	< LD	< LD	< LD	0,0174
	RX19	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX01	< LD	< LD	< LD	< LD
	RX02	0,0136	< LD	< LD	< LD
	RX18	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX03	0,0551	< LD	< LD	< LD
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	< LD	0,0140
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	< LD	< LD	< LD	< LD
	PAN01	0,0644	< LD	< LD	< LD
	PAN02	0,0382	< LD	< LD	< LD
	ALT01	< LD	< LD	< LD	< LD
	ALT02	< LD	< LD	< LD	< LD
	AMB01	< LD	< LD	< LD	< LD
	AMB02	< LD	< LD	< LD	< LD
	IGLH	< LD	< LD	< LD	< LD
	IGLH(M)	< LD	< LD	< LD	< LD
	IDM	< LD	< LD	< LD	< LD
Volta Grande do Xingu	RESSACA	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	FAZENDA	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	RX04	< LD	< LD	< LD	0,0214
	RX20	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX05	0,0215	< LD	< LD	0,0198
	RX06	0,0798	< LD	< LD	< LD
	RX21	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
RX17	< LD	< LD	< LD	< LD	
Tributários da Volta Grande	IITU	< LD	< LD	n.d.	< LD
	TI03	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	BAC01	< LD	< LD	< LD	< LD
	BAC02	n.d.	< LD	n.d.	< LD
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	< LD	< LD
TICARUCA	n.d.	n.d.	< LD	n.d.	
Jusante da Casa de Força	RX11	0,0001	< LD	< LD	< LD
	RX07	< LD	< LD	< LD	0,0166
	RX14	< LD	0,0156	< LD	0,0129
	RX15	0,0052	< LD	< LD	0,0147
	RX16	0,0315	< LD	< LD	< LD
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	0,0319	< LD	< LD	0,0252
	IGCO(M)	n.d.	< LD	< LD	n.d.
	TUC01	0,0109	< LD	< LD	0,0136
	LD*	0,0125	0,0177	0,0210	0,0128
	VMP*	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

As concentrações de chumbo atingiram concentrações elevadas e foram acima do limite máximo permitido pelo CONAMA 357 e a Portaria 518 (0,01 mg-Pb/L) em todos os pontos de coleta no período de enchente (TABELA 7.8.3-13). Nos períodos de seca e vazante as concentrações foram inferiores ao limite de detecção do método de análise e na cheia as

concentrações novamente ficaram acima do limite permitido, porém inferiores as detectadas na enchente, evidenciando o efeito de diluição do aumento da vazão.

Assim como para os demais metais registrados, não foi diagnosticada uma fonte antrópica de contaminação. Como este elemento também se encontra naturalmente nas formações geológicas da região em estudo, é possível que esta seja a origem de contribuição.

**TABELA 7.8.3-13**

Concentrações de chumbo (mg-Pb/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Pb (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	0,9695	< LD	< LD	0,0183
	RX08	0,8680	< LD	< LD	0,0426
	RX19	n.d.	< LD	< LD	0,0658
	RX01	0,6748	< LD	< LD	0,0152
	RX02	0,7437	< LD	< LD	< LD
	RX18	n.d.	< LD	< LD	0,0700
	RX03	0,7829	< LD	< LD	0,0315
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	< LD	0,1098
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	0,4914	< LD	< LD	< LD
	PAN01	0,6536	< LD	< LD	< LD
	PAN02	0,8488	< LD	< LD	< LD
	ALT01	0,3621	< LD	< LD	< LD
	ALT02	0,4414	< LD	< LD	< LD
	AMB01	0,6068	< LD	< LD	< LD
	AMB02	0,6367	< LD	< LD	< LD
	IGLH	0,5781	< LD	< LD	0,0528
	IGLH(M)	0,8120	< LD	< LD	< LD
	IDM	0,5648	< LD	< LD	< LD
Volta Grande do Xingu	RESSACA	n.d.	n.d.	< LD	0,0564
	FAZENDA	n.d.	n.d.	< LD	0,0323
	RX04	0,8157	< LD	< LD	0,0217
	RX20	n.d.	< LD	< LD	< LD
	RX05	0,8469	< LD	< LD	0,0244
	RX06	0,9296	< LD	< LD	0,1183
	RX21	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
	RX17	0,6025	< LD	< LD	0,0349
Tributários da Volta Grande	IITU	0,7122	< LD	n.d.	< LD
	TIO3	n.d.	n.d.	< LD	0,0414
	BAC01	0,5618	< LD	< LD	< LD
	BAC02	n.d.	< LD	n.d.	0,0746
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	< LD	< LD
	TICARUCA	n.d.	n.d.	< LD	n.d.
Jusante da Casa de Força	RX11	0,7780	< LD	< LD	< LD
	RX07	0,7100	< LD	< LD	< LD
	RX14	0,6693	< LD	< LD	< LD
	RX15	0,6674	< LD	< LD	0,0755
	RX16	0,8858	< LD	< LD	< LD
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	0,6523	< LD	< LD	0,0173
	IGCO(M)	n.d.	< LD	< LD	n.d.
	TUC01	0,9926	< LD	< LD	< LD
	LD*	0,0027	0,0050	0,0080	0,0100
	VMP*	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

O zinco foi detectado em todos os pontos de coleta nas quatro campanhas, porém, as concentrações determinadas foram superiores ao limite determinado pelo CONAMA 357/05 para águas doces de Classe 1 e 2 (0,18 mg-Zn/L), somente na cheia (TABELA 7.8.3-14). Este elemento se encontra naturalmente nas formações geológicas da região em estudo.

**TABELA 7.8.3-14**

Concentrações de zinco (mg-Zn/L) na água superficial nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações que ultrapassam o limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

Trecho	Ponto	Zn (mg/L)			
		Enchente	Vazante	Seca	Cheia
Calha do rio Xingu	RX09	0,2662	0,0285	0,0751	0,2550
	RX08	0,0923	0,0721	0,0230	0,3497
	RX19	n.d.	0,0352	0,0382	0,8628
	RX01	0,0270	0,0296	0,0260	0,2171
	RX02	0,0318	0,0455	0,0299	0,0341
	RX18	n.d.	0,0571	0,0386	1,2339
	RX03	0,0254	0,0365	0,0646	0,0159
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	0,5046	1,1605
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	0,1087	0,0397	0,0264	0,2852
	PAN01	0,0140	0,0328	0,0579	1,0722
	PAN02	0,0251	0,0282	0,0326	0,0135
	ALT01	0,0658	0,0329	0,0341	0,9930
	ALT02	0,0955	0,0386	0,0348	0,0815
	AMB01	0,1243	0,0484	0,0406	0,0766
	AMB02	0,4175	0,0401	0,0373	0,0129
	IGLH	0,0623	0,0339	0,3735	1,3061
	IGLH(M)	0,2161	0,0401	0,0353	0,1525
	IDM	0,0190	0,0942	0,0397	0,2558
Volta Grande do Xingu	RESSACA	n.d.	n.d.	0,0344	0,9620
	FAZENDA	n.d.	n.d.	0,0326	0,1668
	RX04	0,0319	0,0288	0,0432	0,1718
	RX20		0,0357	0,0327	0,2156
	RX05	0,1791	0,0425	0,1592	0,1652
	RX06	0,0495	0,0360	0,0712	1,3314
	RX21	n.d.	n.d.	0,2237	n.d.
RX17	0,0112	0,0508	0,0320	0,5913	
Tributários da Volta Grande	IITU	0,0513	0,0354	n.d.	0,0615
	TIO3	n.d.	n.d.	0,2518	0,9908
	BAC01	0,0459	0,0618	0,0204	0,2483
	BAC02	n.d.	0,0276	n.d.	1,1001
	PAQUIÇ	n.d.	n.d.	0,3095	n.d.
	PAQUIÇ(M)	n.d.	n.d.	0,0376	0,0180
TICARUCA	n.d.	n.d.	0,0440	n.d.	
Jusante da Casa de Força	RX11	0,0897	0,0383	0,0802	0,1666
	RX07	0,0056	0,0431	0,0256	0,1700
	RX14	0,1126	0,0974	0,7724	0,1978
	RX15	0,2330	0,0645	0,0434	0,7334
	RX16	0,2094	0,0305	0,0354	0,0221
Trib. à Jusante Casa de Força	IGCO	0,0731	0,2555	0,0350	0,1895
	IGCO(M)	n.d.	0,0391	0,0380	n.d.
	TUC01	0,1632	0,0596	0,0416	0,0174
	LD*	0,0020	0,0010	0,0030	0,0023
	VMP*	0,1800	0,1800	0,1800	0,1800

\*LD-Limite de detecção do equipamento

\*VMP-Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

n.d. = não determinado

A partir dos dados levantados dos estudos geológicos regionais, têm-se que os metais Cr, Ni, Pb, Zn e Fe encontram-se naturalmente nas formações geológicas da área do futuro empreendimento. Esta ocorrência, associada à sazonalidade observada para os resultados das concentrações de metais dissolvidos, cujos valores foram maiores nas épocas de enchente e cheia, reforçam a hipótese de que os mesmos têm origem em processos de lixiviação e intemperismo provocados pelas chuvas sobre os sedimentos e rochas da bacia. Posteriormente, o material lixiviado é transportado pelos tributários até alcançar a calha do rio Xingu.

Foram investigadas outras fontes de contaminação como a utilização de cromo em processos de conservação de madeiras e utilização de mercúrio em atividades de garimpo no Igarapé Altamira, no entanto, os levantamentos sócio-econômicos e dos usos e ocupação dos solos não confirmaram tais atividades. Portanto, não foram caracterizadas fontes antrópicas de contaminação, e a hipótese mais provável é que a geologia regional tem forte influência na composição dos metais dos sistemas hídricos diagnosticados.

Cabe destacar que a solubilização destes metais está diretamente relacionada a pHs ácidos, mas que cada elemento apresenta particularidades em relação aos valores ideais de pH para que a reação química ocorra. Os valores de pH registrados podem, portanto, ter favorecido a maior solubilização de determinados metais em detrimento de outros.

Outro aspecto importante é o carácter sazonal das concentrações indicando que a solubilização não é constante, mas que está relacionada com os períodos de maior precipitação quando ocorre a lixiviação das rochas.

#### **q. Pesticidas e herbicidas na água superficial**

Na **TABELA 7.8.3- 15** se encontram os resultados das análises de pesticidas e herbicidas na água superficial do rio Xingu e tributários. A coleta foi realizada quando ocorreram as primeiras chuvas, no início período chuvoso.

A maioria dos elementos analisados ocorreu abaixo dos limites de detecção do método analítico e abaixo do limite máximo permitido pela legislação, tanto da Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classes 1 e 2 como da Portaria 518 do Ministério da Saúde.

Alguns elementos foram detectados em concentrações abaixo do estabelecido pela legislação, tanto no rio Xingu como nos tributários. O benzeno foi detectado nos pontos RX01, RX02, Pimental, IGLH e RX07, e ele é utilizado como solvente e se encontra na gasolina, borrachas sintéticas e tintas. O aldrin e dieldrin foram detectados no ponto Pimental e são inseticidas organoclorados comumente utilizados na agricultura. Já o glifosato, detectado no Pimental e IGLH, é amplamente utilizado como herbicida. Todas as concentrações foram muito inferiores aos máximos permitidos indicados pelas legislações de referência.

**TABELA 7.8.3- 15**

Concentrações de pesticidas e herbicidas ( $\mu\text{g/L}$ ) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações detectadas. Valores máximos permitidos de referência: Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

continua

Trecho	Ponto	Aldrin e Dieldrin	Atrazina	Benzeno	Benzo(a)antraceno	Benzo(a)pireno	Benzo(b)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno
		( $\mu\text{g/L}$ )						
Calha do rio Xingu	RX 09	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 08	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 19	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 01	<0,001	<0,005	0,017	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 02	<0,001	<0,005	0,014	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 18	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	PIMENTAL	0,003	<0,005	0,027	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Tributários da Calha do Xingu	IRI 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	PAN 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	PAN 02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	ALT 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	ALT 02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	AMB 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	AMB 02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	IGLH	<0,001	<0,005	0,026	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	IGLH (M)	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	IDM	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Volta Grande do Xingu	RESSACA	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	FAZENDA	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 20	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 05	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 06	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 21	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 17	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Tributários da Volta Grande do Xingu	IITU	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	TI 03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	BAC 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	BAC 02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	PAQUIÇ.	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	PAQUIÇ. (M)	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	TICARUCA	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Jusante da Casa de Força Principal	RX 11	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 07	<0,001	<0,005	0,020	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 14	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 15	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	RX 16	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Tributário s a Jusante da Casa de Força	IGCO	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	IGCO (M)	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	TUC 01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	LD*	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	VMP*	0,005	2,00	5,00	0,05	0,05	0,05	0,05

\* LD: limite de detecção

\*VMP: Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

**TABELA 7.8.3-15**

Concentrações de pesticidas e herbicidas ( $\mu\text{g/L}$ ) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações detectadas. Valores máximos permitidos de referência: Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

continuação

Trecho	Ponto	Criseno ( $\mu\text{g/L}$ )	2,4-D ( $\mu\text{g/L}$ )	DDT (isómeros) ( $\mu\text{g/L}$ )	Endossulfan (isómeros) ( $\mu\text{g/L}$ )	Endrin ( $\mu\text{g/L}$ )	Fenóis totais ( $\mu\text{g/L}$ )	Glifosato ( $\mu\text{g/L}$ )
Calha do rio Xingu	RX 09	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 08	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 19	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 01	0,017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 18	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 03	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	PIMENTAL	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	1,147
Tributários da Calha do Xingu	IRI 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	PAN 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	PAN 02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	ALT 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	ALT 02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	AMB 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	AMB 02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	IGLH	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	0,879
	IGLH (M)	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	IDM	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
Volta Grande do Xingu	RESSACA	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	FAZENDA	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 04	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 20	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 05	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 06	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 21	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 17	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
Tributários da Volta Grande do Xingu	IITU	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	TI 03	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	BAC 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	BAC 02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	PAQUIÇ.	0,035	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	PAQUIÇ. (M)	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	TICARUCA	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
Jusante da Casa de Força Principal	RX 11	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 07	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 14	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 15	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	RX 16	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
Tributários Jusante da Casa de Força	IGCO	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	IGCO (M)	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	TUC 01	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	LD*	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001
	VMP*	0,05	4,00	0,002	0,056	0,004	3,00	65,00

\* LD: limite de detecção

\*VMP: Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

**TABELA 7.8.3-15**

Concentrações de pesticidas e herbicidas ( $\mu\text{g/L}$ ) na água superficial do rio Xingu e tributários. Em vermelho se encontram destacadas as concentrações detectadas. Valores máximos permitidos de referência: Resolução CONAMA 357/05 para águas da Classe 1 e 2.

		Lindano	Malation	Paration	PCBs - Bifenilas Policloradas	Pentaclorofenol	Simazina	Tolueno	Xileno
Trecho	Ponto	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )	( $\mu\text{g/L}$ )
Calha do rio Xingu	<b>RX 09</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 08</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 19</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 02</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 18</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 03</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
<b>PIMENTAL</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001	
Tributários da Calha do Xingu	<b>IRI 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>PAN 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>PAN 02</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>ALT 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>ALT 02</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>AMB 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>AMB 02</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>IGLH</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
<b>IGLH (M)</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001	
<b>IDM</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001	
Volta Grande do Xingu	<b>RESSACA</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>FAZENDA</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 04</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 20</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 05</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 06</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 21</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
<b>RX 17</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001	
Tributários da Volta Grande do Xingu	<b>IITU</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>TI 03</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>BAC 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>BAC 02</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>PAQUIÇ.</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>PAQUIÇ. (M)</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
<b>TICARUCA</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001	
Jusante da Casa de Força Principal	<b>RX 11</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 07</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 14</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 15</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>RX 16</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
Tributário s a Jusante da Casa de Força	<b>IGCO</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>IGCO (M)</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>TUC 01</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>LD*</b>	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,100	<0,001	<0,001
	<b>VMP*</b>	0,02	0,10	0,04	0,001	9,00	2,00	2,00	300,00

\* LD: limite de detecção

\*VMP: Valores Máximos Permitidos CONAMA 357 águas Classe 1 e 2

#### 7.8.3.4.2 Comparação com dados secundários

De forma a comparar e verificar a evolução da qualidade da água na região, ao longo dos anos, foram utilizados os resultados da qualidade da água apresentados no diagnóstico do Estudo de Impacto Ambiental do CHE Belo Monte (ELN/ELB, 2001). Os resultados obtidos naquele estudo se encontram representados na **TABELA 7.8.3-16**.

**TABELA 7.8.3-16.**

Síntese dos resultados de qualidade da água apresentados pelo EIA/RIMA do CHE Belo Monte (ELB/ELN, 2001).

Parâmetros analisados	Reservatório da Calha do Xingu	Tributários da Calha do Xingu	Volta Grande	Tributários da Volta Grande	Jusante da Casa de Força	Tributários a Jusante da Casa de Força
Temperatura (°C)	27,7-33	26,0-33	28,5-33	27,2-32	28,4-32	29,5-32
Cor (UM-APHA)	17-52	14-61	27-110	56-285	27-62	34-65
Transparência (m)	0,15-1,77	0,5-2,0	0,75-1,50	0,40-0,84	1,1-2,0	1,0-1,7
Turbidez (NTU)	1,0-18,0	1,7-37,4	2,5-20,0	11,1-51,0	1,7-10,7	2,9-16,5
Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	4,2-10,0	2,9-10,0	5,5-20,0	14,8-27,0	5,8-10,0	2,5-7,5
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	2,2-13,0	4,6-13,5	8,9-24,0	2,2-24,0	7,5-15,0	0,8-8,0
Mat. Suspensa (mg/L)	3,1-257,0	4,6-63,0	6,1-136,0	13,6-116,0	4,1-124,0	2,0-10,5
STD (mg/L)	9,0-16,4	6,0-18,0	4,5-40,6	12,0-40,3	10,0-17,4	7,0-14,3
pH	6,27-6,97	4,61-6,80	6,48-6,98	6,57-7,06	6,19-6,80	4,91-6,52
Condutividade (µS/cm)	19,7-27,8	12,2-39,0	10,0-62,5	57,2-69,1	22,4-27,9	14,2-22,0
OD (mg/L)	5,8-7,6	3,4-6,7	4,0-8,2	6,1-10,2	6,8-7,9	4,7-6,7
DQO (mg/L)	<5,0-144,0	<5,0-130,5	50	<5,0-96,2	<5,0-30,2	<5,0-20,0
DBO (mg/L)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
N-Kjedahl (mg/L)	0,4-2,4	1,2-7,0	0,6-2,5	2,2-4,4	0,5-2,1	<1,50
Nitrato (mg/L)	0,06-1,00	0,04-1,20	0,06-1,10	0,22-1,00	0,04-1,20	0,08-0,90
Nitrito (mg/L)	<0,001-0,002	<0,001-0,002	<0,001-0,002	<0,001-0,007	<0,001	<0,001
Amônia (mg/L)	0,01-0,05	0,002-0,20	0,005-0,03	0,01-0,04	0,01-0,02	0,01-0,02
Fósforo Total (mg/L)	0,00-0,06	0,03-0,15	0,02-0,09	0,09-0,14	0,02-0,04	0,04-0,11
Fosfato (mg/L)	<0,01-0,04	<0,01-0,06	<0,01-0,05	0,05-0,09	<0,01-0,03	<0,01-0,04
Sulfato (mg/L)	<1-3	<1	<1	<1	<1	<1
Cloreto (mg/L)	0,6-2,0	0,8-6,4	0,4-3,0	2,7-4,0	1,0-1,8	1,0-6,9
HCO <sub>3</sub> (mg/L)	1,8-10,7	2,3-11,1	8,5-12,5	1,8-7,3	4,3-12,3	0,7-9,2
Íons Totais (mg/L)	2,7-5,3	1,0-5,3	4,6-7,3	12,4-13,2	4,6-5,1	1,7-2,5
Silica (mg/L)	3,7-7,5	1,5-11,7	0,9-7,6	3,0-12,2	2,0-4,4	0,9-2,2
Ferro Total (mg/L)	0,07-0,3	0,06-1,1	0,1-0,8	0,4-1,1	0,04-0,2	0,06-0,1

A análise destes resultados mostra que algumas variáveis apresentaram um padrão relativamente constante como temperatura, pH, DBO, nitrito, nitrato, sulfato, fósforo total, fosfato e bicarbonato. A área da Calha do rio Xingu apresentou valores mais altos de material em suspensão, DQO e sulfato, enquanto seus tributários apresentaram valores maiores de turbidez, transparência, DQO, amônia, nitrogênio total kjeldhal, fósforo total, cloreto, ferro e sílica. Na Volta Grande, as variáveis cor, material em suspensão, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, dureza, condutividade e OD foram maiores que em outras regiões, assim como seus tributários também apresentaram valores para cor, turbidez, material em suspensão, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, dureza, condutividade, OD, nitrito, fósforo total, fosfatados, ferro total, íons totais e sílica. Entretanto, a área a jusante da Casa de Força apresentaram baixos valores para grande parte das variáveis analisadas, com exceção da transparência da água. Os tributários do Xingu nesta área contribuíram com os maiores valores de cloreto e os menores de nitrato e bicarbonato.

Deste trabalho concluiu-se que as águas do rio Xingu são de boa qualidade e não apresentaram resultados indicadores de degradação quando comparados aos estudos anteriores.

Na **TABELA 7.8.3-17** se encontram os valores máximos e mínimos das diferentes variáveis da qualidade da água analisadas no diagnóstico da AID do AHE Belo Monte nos anos de 2007-2008 para os mesmos trechos estudados.

**TABELA 7.8.3-17**

Resultados obtidos para os diferentes parâmetros analisados no diagnóstico da qualidade da água realizado na AID do AHE Belo Monte.

Variáveis analisadas	VMP CONAMA 357 Classes 1 e 2	Calha do rio Xingu		Tributários da Calha do rio Xingu		Volta Grande		Tributários da Volta Grande		Jusante da Casa de Força		Tributários a Jusante da Casa de Força	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
pH	6 a 9	5,01	7,24	5,00	8,68	5,80	7,39	5,35	8,63	6,18	8,05	5,41	6,70
Condutividade elétrica (µS/cm)	-	16	29	13	49	20	77	25	93	21	31	14	48
Oxigênio dissolvido (mg/L)	> 6 e >5	6,36	8,08	4,67	9,00	5,63	8,94	6,05	8,40	5,87	9,20	5,99	7,82
Temperatura (°C)	-	27,0	32,3	25,9	31,1	26,8	32,1	24,5	30,8	27,7	31,9	27,5	32,3
Potencial de óxido-redução (mV)	-	184	411	123	418	296	420	125	393	124	405	92	396
Fósforo total (µg/L)	100	12,55	37,71	5,74	69,84	9,94	41,39	13,29	67,13	11,45	45,19	10,06	48,27
Nitrogênio total Kjeldahl (mg/L)	2	0,11	1,57	0,04	1,67	0,08	1,77	0,11	1,77	0,42	2,13	0,26	0,81
Material em suspensão total (mg/L)	-	2,26	11,83	1,73	37,23	1,68	10,80	1,75	14,57	2,24	9,74	1,41	6,25
Carbono total dissolvido (mg/L)	-	1,76	39,44	2,80	67,45	2,68	35,80	3,90	27,30	1,39	32,97	4,36	8,86
Clorofila a (µg/L)	10	0,10	6,10	0,04	5,66	0,06	5,34	0,08	9,06	0,10	4,94	0,30	5,14
Coliformes E.coli (NMP/100mL)	800	0	122	10	866	0	1203	0	840	0	158	30	839
DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)	< 3	0,00	4,51	0,39	18,54	0,07	4,78	0,00	3,54	0,00	5,01	0,00	3,66
Íons totais (mg/L)	-	0,96	71,06	2,72	64,98	1,54	63,74	1,99	36,22	1,47	119,75	6,62	69,67
Fluoreto (µg/L)	1400	2,13	322,94	1,85	82,03	11,67	65,98	14,99	127,08	8,24	42,33	0,49	43,53
Cloreto (mg/L)	250	0,17	25,56	0,42	40,21	0,16	22,23	0,45	14,12	0,16	45,41	1,10	11,51
Brometo (µg/L)	-	0,10	28,44	0,11	23,81	0,10	20,58	0,47	28,18	0,10	18,81	0,67	18,58
Nitrato (µg-N/L)	10000	3,43	8342,20	7,87	7268,43	1,68	7307,41	0,79	2480,10	0,79	9762,58	25,76	9322,30
Amônio (µg-N/L)	2	0,00	310,03	0,53	457,44	0,00	336,77	0,00	203,54	0,00	352,14	0,00	399,08
Sulfato (mg-S/L)	250	0,02	2,57	0,03	1,94	0,02	0,99	0,05	0,90	0,02	0,89	0,06	1,54
Sódio (mg/L)	-	0,14	11,67	0,56	16,45	0,36	13,74	0,62	11,43	0,36	23,66	1,85	9,86
Potássio (mg/L)	-	0,08	3,13	0,00	2,64	0,25	2,88	0,13	2,97	0,13	3,38	0,40	3,03
Magnésio (mg/L)	-	0,20	1,45	0,21	1,15	0,30	1,19	0,46	2,51	0,30	1,34	0,41	1,12
Cálcio (mg/L)	-	0,11	2,13	0,13	2,87	0,15	1,79	0,13	4,17	0,13	2,43	0,15	1,87
Merúrio (mg/L)	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0006	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo (mg/L)	0,0500	0,0152	0,2574	0,0084	0,2404	0,0146	0,2626	<0,0027	0,2212	0,0182	0,2625	0,0160	0,2023
Ferro (mg/L)	0,3000	<0,0097	0,1044	0,0097	0,1502	<0,0097	0,1218	<0,0097	0,0825	<0,0097	0,0740	0,0212	0,1336
Níquel (mg/L)	0,0250	<0,0125	0,0551	<0,0125	0,0644	<0,0125	0,0798	<0,0125	<0,0125	<0,0125	0,0315	<0,0125	0,0319
Chumbo (mg/L)	0,0100	<0,0027	0,9695	<0,0027	0,8488	<0,0027	0,9296	<0,0027	0,7122	<0,0027	0,8858	<0,0027	0,9926
Zinco (mg/L)	0,1800	0,0159	1,2339	0,0129	1,3061	0,0112	1,3314	0,0180	1,1001	0,0056	0,7724	0,0174	0,2555

VMP = Valor Máximo Permitido

Comparando os resultados obtidos no presente diagnóstico com os dados obtidos em 2001, tem-se que algumas variáveis apresentaram mudanças, principalmente na região da cidade de Altamira.

O pH apresentou maior amplitude nas variações, com máximos superiores a 8 nos tributários da Calha do Xingu e da Volta Grande. Os valores de condutividade foram bastante similares aos observados anteriormente. As concentrações de oxigênio dissolvido foram maiores em todos os trechos analisados. O rio Xingu apresentou supersaturação de oxigênio nos períodos de enchente, vazante e seca.

As concentrações de fósforo total e DBO, observadas no presente diagnóstico, foram inferiores às observadas em 2001, com exceção dos tributários da Calha do Xingu na região de Altamira. Este resultado deve-se, provavelmente, ao aumento da população nas margens dos igarapés e do despejo de efluentes e lixo nos cursos de água.

As concentrações de nitrogênio orgânico total foram menores às observadas anteriormente, porém as concentrações de nitrato foram maiores em todos os trechos, indicando que as formas orgânicas são rapidamente oxidadas no sistema.

A comparação dos dados obtidos na região de influência do AHE Belo Monte mostrou valores similares ao longo do tempo, indicando que, de modo geral, não ocorreram alterações na bacia que se refletissem em mudanças significativas da qualidade da água. As únicas variáveis que apresentaram valores sensivelmente maiores e que podem estar indicando o resultado de pressões antrópicas foram as concentrações de nitrato, amônio e carbono nas regiões com maior concentração de habitantes. Essas pressões talvez expliquem também a maior condutividade observada nos dados mais recentes quando comparados aos obtidos anteriormente na mesma região.

#### **7.8.3.4.3 Qualidade da água por setor diagnosticado**

##### **a1) Calha do rio Xingu e tributários**

RX08, RX09, RX19 e IRI01 – montante do futuro reservatório

Considerando a região a montante do remanso do futuro reservatório do Xingu, tem-se que as águas do rio Iriri, assim como do rio Xingu, apresentaram elevadas temperaturas durante todas as campanhas de amostragem, com destaque para os valores acima de 30 °C na campanha de seca, quando os sistemas apresentaram baixa profundidade total. Em geral, as temperaturas caíram em torno de 3 a 4 °C no período de cheia.

Ambos os sistemas analisados apresentaram águas mais ácidas, principalmente no período de cheia, e águas com pH mais neutro na campanha de janeiro/07, referente à campanha de enchente. Diferenças significativas foram observadas entre as médias de pH comparadas para os diferentes períodos hidrológicos, exceto entre a vazante e a seca (Tabela 18C, **Anexo 7.8.3-2**), o que demonstra que o pH foi bastante variável entre os diferentes períodos. A contribuição alóctone de ácidos húmicos, em especial nos períodos de enchente e cheia, que também foram registrados em dados bibliográficos, bem como o maior aporte de cálcio no período da enchente, podem ter favorecido estes resultados de pH.

O Rio Xingu apresentou baixa turbidez nos três pontos analisados em todas as campanhas. Um leve aumento foi registrado nas campanhas de cheia e enchente, com provável contribuição de matéria de origem alóctone que são submersas durante os períodos de maiores vazões. Os valores estiveram abaixo até mesmo dos limites determinados para sistemas classe 1.

O Rio Iriri apresentou baixa turbidez nas três primeiras campanhas, no entanto, na estação de cheia, o valor registrado foi igual a 63 NTU, valor acima do limite da classe 1, mas abaixo do limite dos sistemas de classe 2.

Estes resultados são corroborados pelos resultados obtidos de sólidos em suspensão total, que também apresentaram valores mais elevados nas campanhas de cheia e enchente, quando ocorreram maiores contribuições da porção inorgânica nos dois sistemas hídricos amostrados.

Em todos os pontos dos rios Xingu e Iriri, no período de vazante, a maior contribuição é de sólidos em suspensão orgânicos, sendo que na seca as exceções são registradas em RX08 e IRI01, onde a porção inorgânica também prevalece.

O predomínio do material inorgânico sobre o orgânico se deve ao fato dos solos predominantes na bacia hidrográfica serem pobres em nutrientes e predominantemente minerais.

As águas são, em geral, bem oxigenadas. Na estiagem e na estação mais chuvosa representadas pelas campanhas de setembro/07 e março/08, as concentrações de oxigênio dissolvido foram mais baixas, com valores abaixo de 7 para os rios Xingu e Iriri.

Dois processos diferentes podem estar relacionados com a variação sazonal observada. No período de seca, a baixa profundidade dos sistemas provocou elevação da temperatura da água e conseqüentemente, a redução de solubilidade do oxigênio na água. Uma vez assumido que a saturação do oxigênio é a quantidade máxima que pode ser dissolvida na água em determinada pressão e temperatura, tem-se que os resultados observados da saturação do oxigênio dissolvido (OD) reforçaram a importância da influência da temperatura nas concentrações de OD destes sistemas.

No período de cheia, o escoamento superficial e a inundação das áreas marginais representaram fontes de matéria orgânica que refletiram nos valores de turbidez e sólidos. Para a decomposição microbiana desta matéria orgânica, parte do OD é consumida. Estes resultados não puderam ser confirmados pela análise de DBO, uma vez que na campanha da cheia este parâmetro não foi determinado. No entanto, os resultados obtidos tanto para o rio Xingu quanto para o Iriri, na campanha de enchente, revelaram maior consumo de oxigênio em relação às demais campanhas amostradas. Os valores atingiram concentrações abaixo do limite determinado para classe 2, mas superiores ao limite de 3mg/L estabelecido para os sistemas classe 1 (CONAMA 357/05).

Nas campanhas de vazante e seca os resultados da DBO mostraram valores abaixo de níveis onde são expressivos os processos de decomposição de material orgânico carregado às águas.

A condutividade elétrica foi baixa em todo o trecho em todas as campanhas, e sofreu pouca variação sazonal. As médias foram iguais a 21,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 24,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 22,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nos pontos RX09, RX08 e RX19 do rio Xingu e 27,21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ponto IRI01. Estes resultados revelaram baixa contribuição da bacia de drenagem e do processo de decomposição de matéria orgânica nas concentrações de íons.

A variação sazonal da caracterização de íons totais dissolvidos neste trecho revelou padrões particulares para cada ponto de amostragem, não apresentando, muitas vezes, relação direta com os valores de condutividade elétrica.

Os principais íons analisados revelaram baixas concentrações, sendo que o cálcio apresentou considerável aumento na estação de enchente. Os elevados valores de cálcio nesse período, cujas médias apresentaram diferenças significativas entre as médias dos demais períodos hidrológicos (Tabela 12C, **Anexo 7.8.3-2**), resultaram, também, no aumento do pH da água, conforme descrito anteriormente. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classe 1 e 2 (CONAMA 357/05).

Em relação às concentrações de zinco, valores acima do limite de 0,18 mg/L foram detectados na campanha de cheia nos três pontos do rio Xingu e no rio Iriri. Na campanha referente ao

período de enchente, apenas o ponto de montante do rio Xingu (RX09) apresentou desconformidade.

Os resultados de chumbo revelaram valores acima do limite de 0,01 mg/L no período de enchente nos dois sistemas amostrados, e apenas no rio Xingu na campanha de cheia.

Os metais chumbo, zinco e níquel encontram-se naturalmente nas formações geológicas da área do futuro empreendimento. De forma geral, as concentrações de metais na água foram maiores nas épocas de enchente e cheia do rio, indicando que os mesmos provêm de processos de lixiviação e intemperismo provocados pelas chuvas sobre os sedimentos e rochas da bacia.

Foram registrados, ainda, resultados em desconformidade com a legislação nas análises de cromo dissolvido, cujos valores acima de 0,05 mg/L ocorreram nas campanhas de cheia e enchente em todos os pontos localizados a montante da área a ser inundada pelo futuro reservatório. A ocorrência de maiores concentrações nas épocas de enchente e cheia e em todo o trecho analisado, indica que este elemento tem sua origem na bacia a montante e que sua origem esteja, provavelmente, nas formações geológicas da região.

Os elementos fósforo e nitrogênio se encontram nas águas naturais em concentrações muito baixas e inferiores ao ótimo exigido pelas algas e, por isso, quando registrados em concentrações mais elevadas, atuam favorecendo o crescimento desses organismos que utilizam os nutrientes para promover seu crescimento.

Em função do favorecimento da proliferação algal, entre outros eventos, o nitrogênio e o fósforo são utilizados como indicadores do estabelecimento do processo de eutrofização nos corpos d'água. Destaque deve ser dado a estes elementos, principalmente em estudos limnológicos de empreendimentos que irão alterar a condição hidrológica do sistema hídrico de lótico para lântico ou semi-lântico, visto que esta alteração é mais um fator de favorecimento do aumento das concentrações destes compostos nos corpos hídricos.

Em relação aos compostos nitrogenados, as concentrações das três formas analisadas foram baixas nos dois rios analisados, sendo que os limites de 3,7 mg/L de amônio e de 10 mg/L de nitrato, determinados para os sistemas classes 1 e 2, não foram atingidos em nenhuma campanha. As variações temporais revelaram incremento na estação de enchente nos pontos RX09 e IRI01 e na estação de cheia nos pontos RX08 e RX19. Variações significativas foram observadas entre a média de nitrogênio total Kjeldahl da estação de enchente e as médias das demais estações (Tabela 2C, **Anexo 7.8.3-2**). O aumento da carga orgânica nestes pontos de montante, provocado pelo aumento de vazão e submersão das áreas marginais, pode ter relação direta com o aumento dos compostos nitrogenados e representar um fator de alerta para o desenvolvimento do processo de eutrofização após o represamento do corpo de água a jusante.

Em todas as campanhas as concentrações de nitrato foram superiores às registradas para o íon amônio, o que caracteriza um sistema predominantemente oxidante.

As concentrações de fosfato total foram baixas e inferiores ao limite de 0,1 mg/L estabelecido pela legislação. Ocorreu pequena variação temporal das concentrações, sendo os maiores valores registrados na cheia para o rio Xingu e na seca para o rio Iriri.

A variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas revelou a ocorrência de baixas concentrações e padrões particulares para cada ponto de amostragem. De forma geral, foi registrada a maior contribuição de COD em relação ao CID em todos os pontos, com baixas concentrações exceto em IRI01, onde foi registrado o valor de 30,25 mg/L em janeiro/07.

O carbono orgânico dissolvido (COD) origina-se principalmente da decomposição de plantas e animais e a partir de produtos de excreção destes organismos, estando diretamente relacionado com o estado trófico dos sistemas. A excreção de COD, principalmente pelo fitoplâncton e pelas macrófitas aquáticas durante a fase vegetativa e durante sua senescência, através da autólise de células, constitui uma importante fonte de COD para a coluna de água.

O carbono inorgânico dissolvido (CID) pode ocorrer no ambiente aquático nas formas de carbono inorgânico livre, íons bicarbonato e carbonato. Estas formas estão fundamentalmente relacionadas ao pH do meio. Em sistemas mais ácidos ( $\text{pH} < 6,4$ ) predomina a forma livre do carbono.

A partir dos resultados, pôde-se constatar que os períodos de cheia e de enchente são os mais críticos em relação à contribuição de sólidos e matéria orgânica tanto pelo rio Xingu quanto pelo rio Iriri.

Tanto o rio Xingu quanto o rio Iriri apresentaram águas contaminadas pelos metais zinco, chumbo e cromo, sendo as maiores contribuições diagnosticadas nas campanhas de cheia e enchente.

O trecho do rio Xingu a ser represado pelo reservatório do AHE Belo Monte está sob influência direta do município de Altamira, que é o maior centro urbano da região e tem uma população de 68.665 habitantes. Localizada na margem esquerda do rio Xingu, sua área urbana é drenada por três tributários, sendo os mesmos o Igarapé Altamira, Igarapé Ambé e o Igarapé Panelas. Estes igarapés são utilizados pela população local para pesca, lavagem de utensílios domésticos, recreação e despejo de lixo e esgoto doméstico.

*RX01 e RX02 – trecho do rio Xingu a ser inundado pelo reservatório, a montante de Altamira*

Os resultados das análises limnológicas revelaram que os pontos RX01 e RX02 do rio Xingu, localizados a montante de núcleo urbano de Altamira e a serem represados, mantiveram águas com elevadas temperaturas, mais ácidas, principalmente no ponto RX02 na campanha de seca. A turbidez permaneceu baixa, com um discreto aumento em janeiro/07 (enchente). O ponto RX01 apresentou maior concentração de material em suspensão total na seca influenciado pelo aumento da porção inorgânica. Em RX02 os maiores valores da porção total foram registrados na cheia e na enchente, corroborando o padrão descrito para a região a montante.

As águas permaneceram com elevadas concentrações de OD e de saturação de oxigênio. O padrão temporal descrito para o consumo de oxigênio dissolvido medido pela DBO a montante foi mantido. Na campanha de enchente foram registrados maiores valores de DBO, que atingiram concentrações abaixo do limite determinado para classe 2, mas superiores ao limite de 3 mg/L estabelecido para os sistemas classe 1.

A condutividade elétrica permaneceu baixa e com pouca variação sazonal. Os principais íons analisados revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classe 1 e 2, assim como registrado para o trecho a montante da área a ser represada pelo futuro barramento.

A contaminação das águas por chumbo permaneceu bastante evidente no rio Xingu e manteve o padrão sazonal de aumento no período de enchente. No ponto mais a montante (RX01), a concentração de chumbo observada foi 67 vezes superior ao valor limite para classes 1 e 2, que é de 0,01 mg/L, onde foi detectado, também, concentração próxima ao limite estabelecido na campanha de cheia. Em RX02, a concentração de chumbo atingiu valor 74 vezes superior ao limite, também no período de enchente. Os resultados de chumbo na água nas demais campanhas foram abaixo do limite de detecção do método analítico sendo, portanto, um forte indicativo de uma contaminação não pontual e desencadeada pelo processo de inundação das áreas adjacentes e carreamento de sólidos da bacia hidrográfica a montante. A contaminação por cromo foi também detectada nas águas durante as campanhas de cheia e enchente, com concentração até 5 vezes superior ao limite de 0,05 mg/L detectada em RX02 na enchente. O zinco foi detectado em desacordo ao limite estabelecido pela legislação apenas em RX01 na cheia, com valor pouco superior ao determinado.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. As variações temporais revelaram incremento de N-total no período de enchente. É importante considerar que a legislação especifica as concentrações de fósforo total de acordo com as características dos sistemas como descrito a seguir: a) se lântico, b) se intermediário, com tempo de retenção entre 2 e 40 dias e tributários de sistemas lânticos e c) se lóticos e tributários de ambientes intermediários. Após a formação do reservatório, as concentrações registradas na atual situação nos pontos RX01 e RX02 estariam no limite de 0,025 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas intermediários classe 1 e inferiores ao limite de 0,05 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas intermediários classe 2.

A variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas neste trecho corroborou os padrões descritos para o trecho a montante, com a ocorrência de baixas concentrações e maior contribuição de COD em relação ao CID. Neste trecho o valor de destaque foi 19,26 mg/L de COD no ponto RX02, revelando uma variação sazonal mais marcante para o rio Xingu.

A partir dos resultados tem-se que as águas do rio Xingu não sofrem influência direta significativa no trecho compreendido desde a confluência do rio Iriri até a localização de Altamira.

#### *Igarapés Panelas, Altamira e Ambé*

Os igarapés apresentaram águas com temperaturas médias aproximadamente 2 °C mais baixas que o rio Xingu. Na estação seca, esta diferença atingiu 4 °C, e os valores variaram de 26,5 a 27,7 °C. Os três igarapés apresentaram águas ácidas e se diferiram em relação ao rio Xingu pelos valores abaixo e/ou no limite inferior do intervalo de 6,0 a 9,0 estabelecido pela legislação, em pelo menos um ponto dos igarapés, nos períodos de vazante, seca e cheia. A situação mais crítica foi registrada no igarapé Ambé onde os valores estiveram em desconformidade em relação à legislação em todas as campanhas.

Conforme diagnosticado para o rio Xingu, os igarapés apresentaram baixa turbidez com valores inferiores até mesmo aos limites determinados para sistemas classe 1 nos períodos de seca e cheia. Os valores estiveram entre o limite de 40 NTU determinado para sistemas classe 1, e 100 NTU determinado para sistemas classe 2 nos igarapés Panelas e Altamira na campanha de janeiro/07, sendo que no Altamira o valor foi elevado também em maio/08 com resultado igual a 86 NTU. Os baixos resultados de sólidos em suspensão no período de enchente indicaram que outras formas de sólidos, como dissolvido ou sedimentáveis podem estar relacionados aos valores de turbidez. No entanto, no período da cheia, as concentrações de sólidos em suspensão foram superiores em relação às demais campanhas em todos os igarapés.

O igarapé Panelas apresentou a melhor condição de oxigenação de suas águas com valores acima dos limites das classes 1 e 2 em todas as campanhas. O igarapé Altamira apresentou situação mais crítica na cheia de 2008, quando foi registrada concentração igual a 5,98 mg/L, no limite estabelecido para classe 1 e acima do estabelecido para classe 2. No ponto mais a jusante do igarapé Ambé, as menores concentrações de OD foram registradas na vazante e na cheia, quando o valor de 4,67 mg/L foi inferior ao limite mínimo de 5 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas classe 2. Os resultados de saturação de OD apresentaram uma relação direta com os resultados das concentrações absolutas.

Os resultados de DBO nos três igarapés indicaram um incremento expressivo de matéria orgânica em níveis superiores aos limites da legislação para sistemas classes 1 e 2 na campanha de cheia e no igarapé Panelas na enchente. Nos igarapés Altamira e Ambé, as concentrações de DBO foram acima do limite de 3mg/L da classe 1 e menores que o limite 5mg/L da classe 2 na campanha de janeiro/07. Tanto o valor médio de DBO como o valor médio de potencial redox da água observados no período de cheia nesses tributários apresentaram diferenças significativas em relação aos demais períodos (Tabela 18C, **Anexo 7.8.3-2**), o que demonstra o aporte de matéria orgânica proveniente principalmente da área urbana de Altamira é muito significativa na época da cheia.

A condutividade elétrica foi registrada em baixos valores nos igarapés, assim como observado para o rio Xingu. A variação sazonal foi pouco evidente com relativo aumento das concentrações no mês de maio, referente ao período de vazante. A falta de padrão dos resultados de íons totais dissolvidos foi também registrada nos igarapés, onde em pelo menos um dos pontos amostrados de cada sistema apresentou maior resultado de íons na campanha de enchente, indicando certa relação com os resultados de condutividade elétrica.

Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para o rio Xingu.

Na campanha realizada em janeiro/07, referente ao período de enchente, o igarapé Panelas apresentou águas com contaminação de chumbo, cromo e níquel e as águas do igarapé Altamira estiveram contaminadas por chumbo e mercúrio. Neste mesmo período o igarapé Ambé apresentou contaminação por cromo, zinco e chumbo. Na campanha de cheia foram observados valores acima dos limites estabelecidos para as análises de zinco e cromo nos igarapés Panelas e Altamira e apenas para a análise de cromo no igarapé Ambé.

Os resultados dos compostos acima citados foram baixos e muitas vezes inferiores aos limites de detecção do método analítico nas demais campanhas, padrão também descrito para o rio Xingu. A variação sazonal evidente reforça a importância dos pulsos hidrológicos na qualidade da água dos igarapés e a ocorrência dos metais Pb, Zn, Fe e Ni nas formações geológicas da área do futuro empreendimento sugerem que os processos de lixiviação e de intemperismo provocados pelas chuvas sobre os sedimentos e rochas da bacia podem ser determinantes para os resultados elevados destes compostos nas águas do rio Xingu e dos igarapés. As concentrações de mercúrio observadas no igarapé Altamira podem ter sua origem no chorume do lixão da cidade, onde podem ter ficado depositados materiais provenientes de atividades de purificação do ouro realizadas antigamente na região.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas na maioria dos períodos amostrados nos três igarapés. Cabe destacar a elevada concentração de nitrato na campanha de cheia e valores moderados nas campanhas de enchente e vazante no igarapé Panelas. As maiores concentrações de nitrato é um indicativo de contaminações mais antigas e oxidação dos íons amônio.

A variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas nos igarapés deste trecho corroborou os padrões descritos para os trechos de montante do rio Xingu com a ocorrência de baixas concentrações e maior contribuição de COD em relação ao CID. Nos igarapés alguns valores de destaque de carbono total dissolvido foram registrados como no Igarapé Panelas o valor de 31,27 mg/L na enchente, o valor de 67,45 mg/L na seca no igarapé Altamira e o valor de 22,28 mg/L no igarapé Ambé também na campanha representativa do período de enchente.

A partir dos resultados apresentados tem-se que, apesar da ocupação urbana nas margens dos igarapés Panelas, Altamira e Ambé, os compostos nitrogenados e fosfatados gerados por esgotos domésticos e determinantes para o processo de eutrofização mantiveram-se em baixas concentrações. O período de enchente é o mais crítico em relação à turbidez das águas e o período de cheia em relação à contribuição de sólidos em suspensão. O Igarapé Panelas apresentou boa oxigenação das águas em todas as campanhas e foi diagnosticada situação mais crítica de oxigenação das águas dos igarapés Altamira e Ambé nas estações de cheia e enchente. Os dados de DBO indicaram um incremento expressivo de matéria orgânica na campanha de cheia nos três igarapés e no igarapé Panelas na enchente. Além da contaminação de cromo, zinco e chumbo, diagnosticada nos pontos do rio Xingu, o igarapé Panelas apresentou contaminação por níquel e o igarapé Altamira por mercúrio.

#### *RX18, RX03 e Pimental – rio Xingu a jusante de Altamira e a montante da Barragem*

Os resultados das análises limnológicas revelaram que o rio Xingu manteve águas com elevadas temperaturas e que estas não foram influenciadas pelas temperaturas pouco mais amenas das águas dos igarapés. Em relação ao pH, os resultados em RX18 revelaram valores semelhantes aos registrados nos igarapés e mais ácidos em comparação aos registrados em RX03, localizado mais a jusante no perfil longitudinal. Nos três pontos monitorados, a condição mais crítica foi registrada na campanha de cheia.

A turbidez e as concentrações de material em suspensão orgânico, inorgânico e total permaneceram baixas em todas as campanhas e pontos. As águas permaneceram com elevadas concentrações de OD e de saturação de oxigênio. O padrão temporal descrito para o consumo de oxigênio dissolvido medido pela DBO nos pontos de montante do rio Xingu

foram mantidos indicando baixa influência da contribuição de matéria orgânica originada nos igarapés na qualidade da água do rio Xingu a jusante de Altamira. Na campanha de enchente foi registrado o maior valor de DBO deste trecho no ponto RX03 que atingiu concentração igual a 3,89 mg/L, valor abaixo do limite determinado para classe 2, mas superior ao limite de 3mg/L estabelecido para os sistemas de classe 1.

A condutividade elétrica permaneceu baixa e com pouca variação sazonal e apesar da maior variação temporal dos resultados de íons totais dissolvidos não foi possível identificar um padrão de contribuição. Os principais íons analisados revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio e ferro se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classe 1 e 2, assim como registrado para os trechos de montante do rio Xingu.

Na campanha realizada em janeiro/07, referente ao período de enchente, o rio Xingu apresentou águas com contaminação de chumbo, cromo e níquel dissolvido no ponto RX03 e na campanha de cheia foram observados valores acima dos limites estabelecidos para as análises de chumbo dissolvido e cromo dissolvido nos três pontos amostrados. A contaminação por zinco em níveis superiores aos determinados pela legislação foi registrada nos pontos RX18 e Pimental. A constante evidência de contaminação e a variação espacial dos resultados em desconformidade com os limites estabelecidos pela legislação principalmente pelos elementos cromo, chumbo, zinco e níquel é um indicativo de que não só os igarapés influenciam a qualidade da água em relação a esses parâmetros, mas toda a bacia de drenagem.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. Cabe destacar a elevada concentração de nitrato na campanha de seca no ponto Pimental. Assim como apresentado para o trecho do rio Xingu a montante do município de Altamira, as concentrações de fosfato total estão no limite determinado para sistemas intermediários classe 1 e inferiores aos limites de sistemas intermediários classe 2 e este cenário deverá ser considerado na avaliação de impactos.

A variação sazonal das diferentes formas de carbono observada nos pontos do rio Xingu a jusante de Altamira seguiu os padrões descritos para os pontos de montante com a ocorrência de baixas concentrações e maior contribuição de COD em relação ao CID. Neste setor de análise, os valores de destaque foram 22,30 mg/L e 39,44 mg/L de carbono total dissolvido nos pontos RX03 e Pimental nas campanhas de enchente e seca, respectivamente.

A partir dos resultados tem-se que as águas do rio Xingu são pouco influenciadas pelas contribuições dos igarapés que drenam Altamira e que outras fontes de contribuição são também determinantes para os resultados obtidos ao longo do perfil longitudinal do rio Xingu até o sítio Pimental. Apenas os valores de pH no ponto RX18, logo a jusante de Altamira, parecem ter sido influenciados pelas águas mais ácidas dos igarapés.

#### *Igarapés Galhoso e Di Maria*

Os igarapés apresentaram águas com temperaturas pouco mais baixas em relação ao rio Xingu como descrito para os igarapés de montante. Esses igarapés apresentaram águas ácidas e a

situação mais crítica foi registrada na estação seca nos três pontos amostrados, IGLH(M), IGLH e IDM.

Conforme diagnosticado para os demais igarapés, a baixa turbidez foi registrada na maioria das coletas. No entanto, cabe ressaltar os valores superiores ao limite de 100 NTU, determinado para sistemas classe 2, nos períodos de seca e cheia no ponto IGLH e no período de seca no ponto IDM. Os baixos resultados de sólidos em suspensão registrados em todas as campanhas indicaram que outras formas de sólidos podem estar relacionadas aos valores de turbidez.

Os igarapés apresentaram boa oxigenação de suas águas com valores acima dos limites das classes 2 em todas as campanhas. No ponto IGLH(M) na cheia, foi registrada a concentração de 5,73 mg/L, inferior ao limite estabelecido para classe 1. Os resultados de saturação de OD apresentaram uma relação direta com os resultados das concentrações absolutas.

Os resultados de DBO nos três pontos indicaram baixas concentrações, mas é importante ressaltar que não foi determinada a DBO na campanha de cheia, mais crítico em relação a este parâmetro. Os maiores valores foram registrados na campanha referente ao período de enchente.

A condutividade elétrica foi registrada em baixos valores nos dois igarapés, assim como observado para os demais pontos da rede de amostragem e a variação sazonal foi pouco evidente. A falta de padrão dos resultados de íons totais dissolvidos foi também registrada nestes igarapés. Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para os demais pontos da rede de amostragem.

Na campanha realizada em janeiro/07, referente ao período de enchente, os dois igarapés apresentaram águas com concentrações de chumbo e cromo acima do limite das classes 1 e 2 e apenas IGLH(M) apresentou desconformidade dos valores de zinco dissolvido nesta campanha. Na campanha de cheia, foram observados valores acima dos limites estabelecidos para as análises de zinco nos pontos IGLH e IDM, para chumbo apenas em IGLH e para cromo nos três pontos analisados.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. As variações temporais revelaram incremento de N-total no período de enchente em IGLH e na seca nos pontos IGLH(M) e IDM, porém as mesmas não foram significativas (Tabela 7C, **Anexo 7.8.3-2**). Em geral, a variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas seguiu os padrões de maiores valores na enchente. A maior contribuição de COD em relação ao CID também foi detectada nestes igarapés, e o valor de destaque foi 54,36 mg/L de carbono total dissolvido no ponto IDM na enchente, sendo que a concentração de COD foi igual a 50,9 mg/L.

A caracterização limnológica dos igarapés Galhoso e Di Maria indicou uma semelhança com as características registradas para o rio Xingu, com destaque para os valores de turbidez acima do limite estabelecido para sistemas classe 2 registrados nos dois sistemas e para a

concentração de carbono total dissolvido no igarapé Di Maria na campanha de enchente, quando foi registrado o maior valor de toda a rede de amostragem.

## **a2) Volta Grande do Xingu e tributários**

O trecho inicial da Volta Grande do Xingu sofre a influência da comunidade da Ilha da Fazenda, localizada no leito do rio Xingu, que tem uma população de aproximadamente 221 pessoas que utilizam as águas do rio como meio de transporte, pesca e para atividades domésticas, como lavagem de roupas e utensílios. A população local utiliza a água de poços ou do rio Xingu para consumo e o esgotamento sanitário predominante é através de fossas rudimentares, sendo que 38% da população não possuem nenhuma instalação sanitária. O lixo é queimado ou enterrado (79% do total gerado), disposto a céu aberto ou lançado no rio (21% do total gerado).

A comunidade da Ressaca, localizada a montante da Ilha da Fazenda, é formada por aproximadamente 290 habitantes que se dedicam a pesca, agricultura de subsistência e garimpo. O abastecimento de água para consumo se dá através de poços artesianos em 65% dos casos e o esgotamento sanitário mais utilizado é o de fossas rudimentares (74% do total).

### *Igarapés Ituna e Terra Indígena*

Os igarapés apresentaram águas com temperaturas pouco mais baixas em relação ao rio Xingu como descrito para os igarapés localizados a montante da futura barragem do AHE Belo Monte. Os igarapés apresentaram águas ácidas e conforme diagnosticado para os igarapés Galhoso e Di Maria, valores de turbidez superiores ao limite de 100 NTU determinado para sistemas classe 2 foram detectados nos períodos de seca e cheia nos dois igarapés. Na cheia do TI03, os valores atingiram 406 NTU. Assim como comumente registrado nos pontos de amostragem, os resultados de sólidos em suspensão refletiram baixas contribuições e por isso são indicativos de que outras formas de sólidos, como dissolvido ou sedimentáveis podem estar relacionados aos valores de turbidez.

Os igarapés apresentaram boa oxigenação de suas águas com valores acima dos limites das classes 2 em todas as campanhas e as saturações de OD apresentaram uma relação direta com as concentrações absolutas. Os resultados de DBO foram determinados em IITU apenas na enchente e na vazante e em TI03 apenas na seca e os valores foram abaixo de níveis onde são expressivos os processos de decomposição de material orgânico carregado às águas.

A condutividade elétrica foi registrada em baixas concentrações nos dois igarapés, assim como observado para os demais pontos da rede de amostragem e a variação sazonal foi pouco evidente. A falta de padrão dos resultados de íons totais dissolvidos foi também registrada nestes igarapés. Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para os demais pontos da rede de amostragem.

Na campanha realizada em janeiro/07, referente ao período de enchente, o igarapé Ituna apresentou águas com concentrações de chumbo e cromo dissolvidos acima do limite das classes 1 e 2 e na campanha de cheia apenas o cromo foi detectado em desconformidade. O

igarapé Terra Indígena apresentou valores superiores ao limite para as concentrações de chumbo e cromo na água, no período de cheia, e de zinco nos períodos de seca e cheia.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. Em geral, a variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas seguiu os padrões de maior valor na enchente no igarapé Ituna e na seca no igarapé Terra Indígena. A maior contribuição de COD em relação ao CID também foi detectada nestes igarapés.

A caracterização limnológica dos igarapés Ituna e Terra Indígena indicou semelhança com as características registradas para o rio Xingu, com destaque para os valores de turbidez acima do limite estabelecido para sistemas classe 2 registrados nos dois sistemas.

#### *Ressaca, Fazenda e RX04*

Os três pontos estão localizados no rio Xingu, e sofrem influência direta dos povoados de Ressaca e da Ilha da Fazenda.

As temperaturas das águas mantiveram os valores acima de 30°C característicos do rio Xingu, com leve redução na estação de cheia decorrente, provavelmente, do maior fluxo de água. As águas ácidas do rio Xingu apresentaram baixa turbidez, com leve incremento na estação de cheia como esperado. Assim como comumente registrado nos pontos de amostragem, os resultados de sólidos em suspensão foram baixos.

Estes pontos de amostragem apresentaram boa oxigenação de suas águas com valores acima dos limites da classe 2 em todas as campanhas e as saturações de OD apresentaram uma relação direta com as concentrações absolutas. Os resultados de DBO foram determinados apenas nas campanhas de cheia e seca nos pontos Ressaca e Fazenda, quando foram registrados baixos valores. No ponto RX04, localizado a jusante dos povoados, a DBO foi igual a 4,15 mg/L na enchente, valor acima do limite classe 1 de 3,0 mg/L, porém abaixo de 5,0 mg/L determinado para sistemas classe 2. Este resultado indica um aumento de carga orgânica neste ponto próximo às ocupações urbanas.

A condutividade elétrica foi registrada em baixas concentrações neste trecho do rio Xingu, assim como observado para os demais pontos da rede de amostragem e não apresentou variação sazonal evidente. A falta de padrão dos resultados de íons totais dissolvidos foi também registrada nestes pontos, com destaque para a concentração de 55,39 mg/L no Ressaca na cheia. Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que todos apresentaram aumento mais evidente na estação de cheia no ponto Ressaca. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para os demais pontos da rede de amostragem.

Os pontos Ressaca e Fazenda apresentaram valores acima do limite das classes 1 e 2 na campanha de cheia de chumbo e cromo e apenas o Ressaca apresentou este resultado para o elemento zinco. O ponto RX04 apresentou valores acima do limite das classes 1 e 2 dos parâmetros chumbo e cromo nas campanhas de cheia e enchente.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em

nenhuma campanha. Cabe destacar a concentração de nitrato próxima ao limite na campanha de cheia no ponto Ressaca. Nos pontos Ressaca e Fazenda foi determinada a concentração de carbono total dissolvido apenas nos períodos de cheia e seca e a variação entre esses períodos foi pouco evidente, com baixos valores detectados. No ponto RX04 o maior valor foi registrado na enchente, padrão descrito para a maioria dos pontos amostrais. A maior contribuição de COD em relação ao CID também foi detectada.

A caracterização limnológica do trecho inicial da Volta Grande do Xingu, onde a vazão ecológica será mantida, indicou boa qualidade das águas, com elevadas concentrações de oxigênio dissolvido, baixos valores de DBO e baixas concentrações de nutrientes fosfatados e nitrogenados. A presença de chumbo e cromo acima dos limites determinados pela legislação, diagnosticada em toda a bacia de drenagem, foi também observada neste trecho.

#### *RX20, RX05, RX06 e Rio Bacajá*

As temperaturas das águas do rio Xingu e do rio Bacajá foram semelhantes e variaram em torno de 30°C. O pH ácido também foi registrado no rio Bacajá e os valores mais neutros na campanha de enchente foi comum aos dois sistemas.

Os valores de turbidez foram normalmente baixos, com destaque para o resultado em desconformidade no ponto de jusante do rio Bacajá na campanha de seca. Apesar desta fonte de contribuição, o rio Xingu apresentou maior valor de turbidez no ponto a montante da confluência em relação ao ponto de jusante, indicando baixa influência da turbidez do rio Bacajá nas águas do rio Xingu. Os resultados de sólidos em suspensão foram baixos nos dois sistemas hídricos, no entanto, cabe destacar uma concentração aproximadamente 10 vezes superior no ponto de jusante à confluência do rio Bacajá em relação ao ponto de montante na seca, indicando ser este um importante contribuinte em relação a este parâmetro.

Os dois rios apresentaram boa oxigenação de suas águas neste trecho com valores acima dos limites das classes 2 em todas as campanhas. A situação mais crítica em relação a concentração deste gás na água foi observada na estação de cheia. As saturações de OD apresentaram uma relação direta com as concentrações absolutas. Apenas os pontos RX05, RX6 e BAC01 apresentaram determinação de DBO na enchente, quando os valores foram mais elevados e acima do limite classe 1 de 3,0 mg/L, porém abaixo de 5,0 mg/L determinado para sistemas classe 2. Este resultado indica um aumento de carga orgânica neste período nos dois sistemas, mas uma baixa interferência do rio Bacajá, uma vez que os valores registrados no rio Xingu a montante e a jusante da foz do Bacajá não variaram efetivamente.

A condutividade elétrica foi registrada em concentrações mais elevadas no rio Bacajá, com destaque para o período de enchente. Na atual condição, as águas do rio Bacajá não influenciaram de forma evidente a condutividade no rio Xingu, exceto no período de seca, quando a contribuição do Bacajá se tornou mais efetiva. O ponto de montante RX05 apresentou concentração igual a 21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e em RX06 a concentração foi 3,6 vezes maior com valor igual a 77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A falta de padrão dos resultados de íons totais dissolvidos foi também registrada nestes pontos e as águas do rio Bacajá não afetaram as concentrações deste parâmetro registradas no rio Xingu.

Estas variações nos valores de condutividade a jusante da foz do rio Bacajá não influenciam a biota aquática do rio Xingu, pois a mesma apresenta tolerância às variações de condutividade desta região. Variações de condutividade que podem ocorrer entre 40-60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  até 100-120

$\mu\text{S/cm}$  são de pequena escala considerando-se a capacidade de tolerância de peixes, anfíbios, plâncton e macroinvertebrados bentônicos. Esta fauna e flora aquática toleram variações muito maiores.

Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que todos apresentaram aumento mais evidente na estação de cheia no ponto Ressaca. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para os demais pontos da rede de amostragem.

O rio Bacajá apresentou valores acima do limite das classes 1 e 2 para os parâmetros zinco, chumbo e cromo na cheia e para os parâmetros chumbo e cromo na enchente. O sítio mais a montante, RX20, também apresentou os valores de cromo e zinco em desconformidade na cheia, indicando ser esta uma contaminação do rio Xingu, independente da contribuição das águas do rio Bacajá.

Em RX05, a montante da confluência com o Bacajá, as águas apresentaram cromo e chumbo acima dos limites determinados nas campanhas de enchente e cheia, e em RX06, os parâmetros cromo e chumbo foram detectados acima dos limites nas campanhas de enchente e cheia, zinco na campanha de cheia e níquel na enchente. Apesar da proximidade dos dois pontos do rio Xingu RX05 e RX06, algumas alterações como as registradas acima foram observadas e são, provavelmente, decorrentes da amostragem em um sistema complexo como o rio Xingu.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. As concentrações de carbono total dissolvido foram maiores no rio Bacajá, onde a variação sazonal foi mais evidente. Os resultados do rio Xingu, não foram afetados pela contribuição das águas do rio Bacajá. A maior contribuição de COD em relação ao CID foi também detectada.

A partir dos resultados, pode-se observar que o rio Bacajá influenciou os valores de sólidos em suspensão e condutividade elétrica registrados no rio Xingu no período de seca, quando o volume de água do Xingu reduziu efetivamente. A DBO nos dois sistemas foi elevada na enchente, indicativo de incremento da carga orgânica.

#### *Igarapés Paquiçamba e Ticaruca*

Esses igarapés apresentaram águas com elevadas temperaturas, acidez mais acentuada do que os demais igarapés em setembro/07 (seca), quando atingiram valores inferiores ao limite mínimo de 6 para sistemas classe 2. Conforme diagnosticado para outros igarapés afluentes do rio Xingu, a baixa turbidez foi registrada na maioria das coletas, mas na estação seca os valores estiveram entre o limite de 40 NTU determinado para sistemas classe 1 e 100 NTU determinado para sistemas classe 2 nos dois igarapés. O cenário mais crítico foi registrado no igarapé Ticaruca na seca, quando a turbidez atingiu valor igual 150 NTU. Os baixos resultados de sólidos em suspensão foram comuns aos dois sistemas e indicaram que outras formas de sólidos, como dissolvido ou sedimentáveis podem estar relacionados aos valores de turbidez.

As águas mostraram-se bem oxigenadas e os resultados de saturação de OD apresentaram uma relação direta com os resultados das concentrações absolutas. A DBO foi sempre inferior ao limite máximo de 5 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas classe 2.

A condutividade elétrica apresentou registros mais elevados em relação aos valores do rio Xingu, no entanto, mais baixos em relação aos do rio Bacajá. Foram detectados baixos valores de íons totais dissolvidos em todos os igarapés, com destaque para as concentrações mais elevadas observadas na campanha de seca.

Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações, sendo que todos apresentaram aumento mais evidente na estação de seca, revelando um padrão inverso ao registrado no rio Xingu sob influência do igarapé Ressaca. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2. O igarapé Paquiçamba apresentou valores acima do limite das classes 1 e 2 para o parâmetro zinco na seca, e cromo na cheia. O igarapé Ticaruca não apresentou valores em desconformidade para nenhum dos metais analisados. Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas na maioria dos períodos amostrados nos dois igarapés.

As diferentes formas de carbono analisadas nos igarapés foram registradas em baixas concentrações e a maior contribuição de COD em relação ao CID foi também registrada.

A partir dos resultados apresentados tem-se que os maiores valores de turbidez foram registrados no igarapé Ticaruca e que neste sistema nenhum metal foi registrado.

#### *RX21 e RX17*

O ponto RX21, localizado a montante do igarapé Ticaruca foi amostrado apenas na campanha de seca.

As elevadas temperaturas típicas do rio Xingu foram também detectadas nestes pontos, assim como águas ácidas e de baixa turbidez. Ressalta-se o resultado de turbidez em desconformidade no ponto RX17, no final do trecho de vazão reduzida, no período de cheia. Os resultados de sólidos em suspensão foram baixos no trecho considerado.

O trecho monitorado do rio apresentou boa oxigenação das águas e os resultados de saturação de OD apresentaram uma relação direta com os resultados das concentrações absolutas. A DBO foi inferior ao limite mínimo de 5 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas classe 2.

A condutividade elétrica foi registrada em baixas concentrações, assim como os resultados de íons totais dissolvidos. O destaque foi registrado para o valor de 63,74 mg/L no rio Xingu a montante de Belo Monte na seca.

Os resultados de cálcio, magnésio, potássio, sódio e brometo revelaram baixas concentrações. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio, níquel e ferro dissolvido se apresentaram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classes 1 e 2, assim como registrado para os demais pontos da rede de amostragem.

O ponto RX21 apresentou valor de zinco acima do limite das classes 1 e 2 na cheia e no ponto RX17 as águas apresentaram cromo e chumbo acima dos limites determinados nas campanhas de enchente e de cheia e zinco, na cheia.

Em relação aos compostos nitrogenados e fosfatados, as concentrações permaneceram baixas, sendo que os limites determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. Cabe destacar a concentração de nitrato próxima ao limite na campanha de cheia no ponto RX17. As concentrações de carbono total dissolvido foram maiores na campanha de seca no ponto RX17. A maior contribuição de COD em relação ao CID foi também detectada.

A partir da análise dos resultados tem-se que a presença do povoado de Belo Monte não influenciou os valores dos compostos nitrogenados e fosfatados registrados no rio Xingu.

### **a3) Jusante da Casa de Força e tributários**

A cidade de Vitória do Xingu tem 4.251 habitantes e está localizada na margem esquerda do rio Xingu, a jusante de Belo Monte, no início do trecho da ria do Xingu e a jusante da futura Casa de Força. Segundo os dados de projeto do AHE Belo Monte, o ponto RX14 será o único que será influenciado pelas águas de restituição de vazão.

Considerando o trecho a jusante da Casa de Força, tem-se que as águas dos igarapés Tucuruí (TUC01) e Cobal (IGCO e IGCO(M)) e do rio Xingu (RX11, RX07, RX14, RX15 e RX16) apresentaram elevadas temperaturas durante todas as campanhas de amostragem, com destaque para os valores acima de 30°C na campanha de seca, quando os sistemas apresentaram baixa profundidade.

Ambos os sistemas analisados apresentaram águas ácidas, com valores próximos a neutralidade na campanha de enchente. O igarapé Tucuruí apresentou valores críticos e abaixo de 6 nas campanhas de enchente e vazante. O dois sistemas analisados apresentaram baixa turbidez nos pontos analisados em todas as campanhas. Um leve aumento foi registrado na campanha de seca superando o limite para sistemas classe 1, mas não ultrapassando o limite classe 2 no igarapé Cobal.

Estes resultados não apresentaram relação direta aos obtidos nas análises de sólidos em suspensão total, que apresentaram valores mais elevados na campanha de cheia, quando ocorrem maiores contribuições da porção inorgânica nos dois sistemas hídricos amostrados.

As águas são em geral bem oxigenadas. Na estação mais chuvosa representada pela campanha de março/08 as concentrações de oxigênio dissolvido foram mais baixas, com valores iguais a 5,87 mg/L e 5,99 nos pontos RX14 e TUC01, respectivamente, na campanha de cheia. A DBO foi inferior ao limite mínimo de 5 mg/L estabelecido pela legislação para sistemas classe 2, exceto na campanha de enchente no ponto RX11, localizado a jusante do povoado de Belo Monte. Apesar de não terem sido realizadas análises de DBO na cheia, os valores observados na enchente são indicativos de incremento de matéria orgânica nos dois sistemas nos períodos de maiores vazões.

A condutividade elétrica foi baixa no rio Xingu em todas as campanhas, e sofreu pouca variação sazonal apresentando diferenças significativas somente no período de seca (Tabelas

7C). Para os tributários neste trecho não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros analisados (Tabela 8C).

A variação sazonal da caracterização de íons totais dissolvidos não apresentou um padrão bem definido e, o ponto do rio Xingu localizado mais a jusante na Ria do Xingu (RX16) apresentou a maior concentração da rede de amostragem com 119,75 mg/L na vazante e teve como principais contribuintes os elementos cloreto e sódio. Os demais íons analisados revelaram baixas concentrações, sendo que o brometo apresentou considerável aumento na estação de cheia. Os resultados dos elementos fluoreto, cloreto, sulfato, mercúrio e ferro estiveram em conformidade com os limites determinados pela legislação para corpos de água classe 1 e 2.

Todos os pontos de jusante apresentaram valores superiores ao limite estabelecido para cursos de água classe 2 para cromo nas campanhas de enchente e cheia. Todos os pontos de coleta neste trecho apresentaram valor superior ao limite para o elemento chumbo na enchente. O chumbo esteve presente em elevadas concentrações ainda em RX15 e no igarapé Cobal na cheia, que também apresentou elevadas concentrações de zinco na enchente e na seca. O ponto RX16, além de cromo e chumbo, também apresentou níquel e zinco em elevadas concentrações, na enchente.

Em relação aos compostos nitrogenados, as concentrações das três formas analisadas foram baixas nos cursos hídricos analisados, sendo que os limites de 3,7 mg/L de amônio e de 10 mg/L de nitrato determinados para os sistemas classes 1 e 2 não foram atingidos em nenhuma campanha. Mas é importante destacar a elevada concentração de nitrato no ponto RX16 no período de vazante. As concentrações de fosfato total foram baixas e inferiores ao limite de 0,1 mg/L estabelecido pela legislação.

A variação sazonal das diferentes formas de carbono analisadas neste setor amostral revelou a ocorrência de baixas concentrações e padrões particulares de variação sazonal para cada ponto de amostragem, porém sem apresentar diferenças significativas (Tabelas 5C e 7C). De forma geral, foi registrada a maior contribuição de COD em relação ao CID em todos os pontos.

A caracterização limnológica do trecho do rio Xingu localizado na área a jusante da futura Casa de Força e que receberá as águas restituídas dos reservatórios do Xingu e dos canais diagnosticou boa qualidade de água nos principais períodos do ciclo hidrológico. Alguns resultados devem ser considerados, como a baixa oxigenação das águas nos pontos RX14 e TUC01 na campanha de cheia, a elevada concentração de nitrato no ponto RX16 no período de vazante e as contaminações de chumbo, cromo, níquel e zinco como registrados na maioria dos pontos da rede de amostragem.

#### **b) Análise estatística sobre a qualidade da água do rio Xingu e seus tributários**

Os resultados da análise estatística se encontram discutidos junto com a qualidade da água no diagnóstico por setor. Neste item os resultados se apresentam de forma geral para todo o trecho de estudo.

O **Anexo 7.8.3-2** deste documento apresenta os resultados da análise estatística efetuada. A partir desses resultados foi possível verificar que o trecho da Volta Grande do rio Xingu apresentou 33 parâmetros com variações significativas entre os períodos do ciclo hidrológico. As comparações realizadas entre o período de enchente e o período de seca foram as que

apresentaram maior número de variáveis que tiveram diferença significativa nesse compartimento (8 variáveis), seguida da comparação entre o período da enchente e o período da cheia (6 variáveis). Já os tributários da Volta Grande apresentaram 25 variáveis que tiveram diferença significativa nas comparações. A calha do rio Xingu e seus tributários apresentaram 31 e 25 variáveis que apresentaram diferenças significativas nas comparações realizadas, respectivamente, sendo que a jusante da casa de força principal e seus tributários apresentaram 30 e 3 variáveis, respectivamente.

Esses resultados demonstram que a Volta Grande do rio Xingu é o compartimento mais susceptível às alterações causadas pelo ciclo hidrológico em comparação com os demais compartimentos analisados. Tais alterações podem ser resultantes da maior complexidade de estruturas morfológicas do leito ao longo do rio no trecho da Volta Grande, caracterizada pela ocorrência de trechos mais remansados seguidos por amplas áreas de rochas graníticas expostas configurando os pedrais e evidenciando uma profusão de canais e ilhas aluviais. Essas características impõem diferenças importantes quanto à área a ser inundada nos períodos de enchente e cheia e, como consequência, diferenças nas características físicas e químicas da água. Tais diferenças, possivelmente, se tornam mais evidentes entre os diferentes períodos do ciclo hidrológico.

A partir da síntese estatística realizada para avaliar as variáveis cujas médias referentes aos períodos hidrológicos comparados apresentaram diferença significativa (Tabelas 18C e 19C) tem-se que a comparação entre os períodos de enchente e cheia foi a que apresentou maior número de variáveis com diferenças significativas (34), principalmente de cálcio, oxigênio dissolvido, temperatura e nitrogênio total Kjeldahl, seguida da comparação entre o período de enchente e o período de seca (29 variáveis), cujas variáveis que apresentaram diferenças significativas com maior frequência foram o pH, o cálcio e o nitrogênio total Kjeldahl. Portanto, os períodos mais distintos em termos de qualidade da água em todos os compartimentos são a enchente e a cheia, sendo que os períodos de vazante e de seca são os que apresentam menor diferença. Esses resultados demonstram que durante o processo de enchente as alterações das características físicas e químicas da água, em especial de cálcio, oxigênio dissolvido, temperatura e nitrogênio total Kjeldahl, são mais marcantes em comparação com o processo de vazante no rio Xingu.

### **7.8.3.5 Qualidade dos Sedimentos do Rio Xingu e Tributários**

Os resultados tabelados dos parâmetros físicos e químicos do sedimento estão apresentados no **Anexo 7.8.3-3**.

#### **7.8.3.5.1 Nitrogênio total no sedimento**

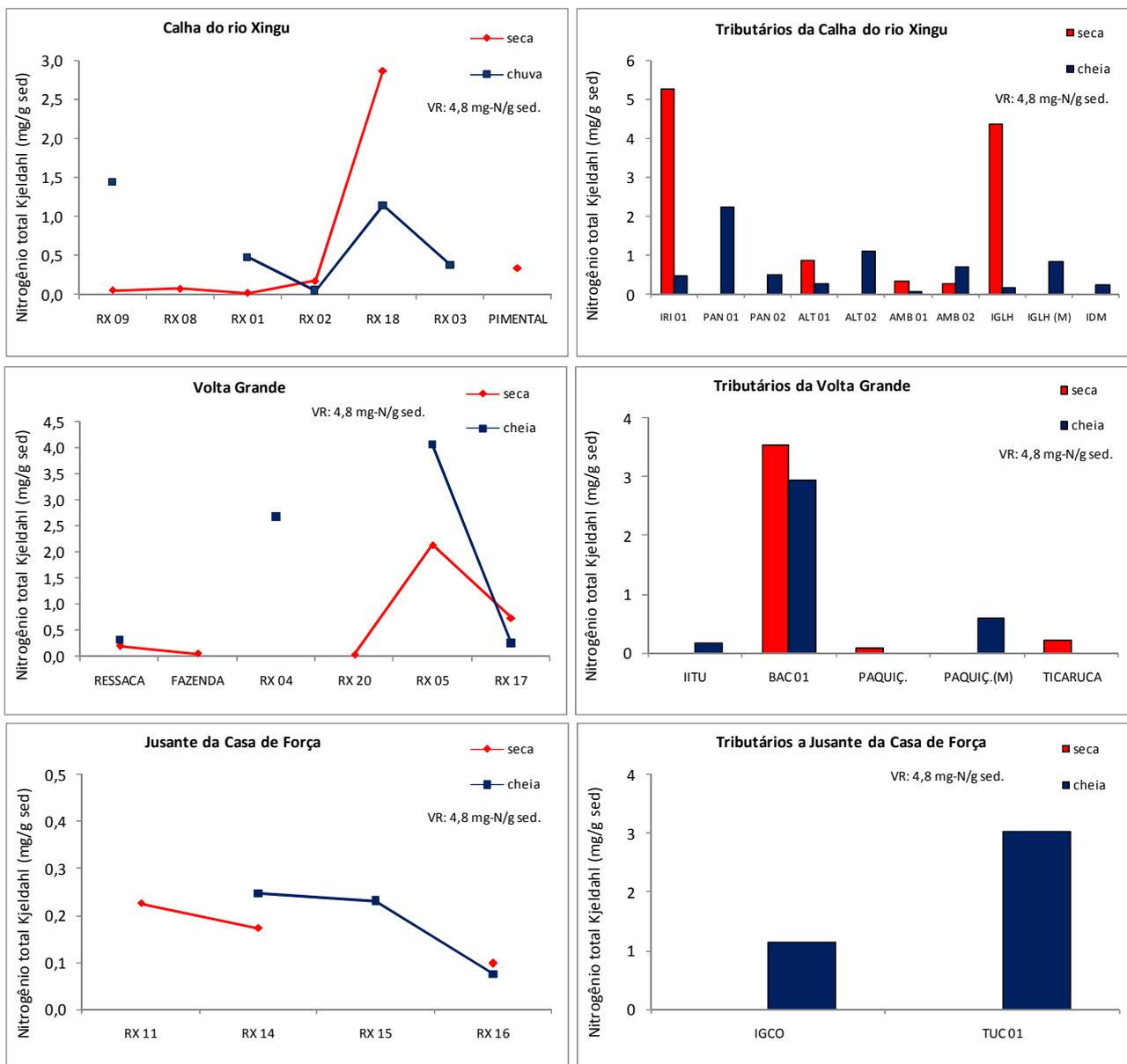
No **GRÁFICO 7.8.3-38** se encontram os gráficos dos resultados das análises de nitrogênio total no sedimento nas campanhas de seca e cheia. As maiores concentrações foram observadas nas amostras coletadas na estação seca, principalmente no trecho da Volta Grande. As maiores concentrações neste trecho podem dever-se ao acúmulo de sedimentos nos remansos que se formam região, devido às características próprias do local, com abundância de pedras nos trechos encachoeirados e formação de pequenos remansos entre as pedras, o que favorece a deposição do material carregado pela água.

Como referência de qualidade adotou-se Resolução do CONAMA 344, de 25 de março de 2004, que recomenda como valor de alerta uma concentração de NTK de 4,80 mg-N/g de

sedimento. O valor de alerta se refere ao valor acima do qual representa possibilidade de causar prejuízos ao ambiente.

No caso dos tributários do rio Xingu as concentrações observadas foram superiores ao valor de alerta somente no local IRI01 no rio Iriri com 5,26 mg-NTK/g sed. Nos restantes tributários foram observadas concentrações significativas de nitrogênio nos locais IGLH, PAN01, TUC01 e BAC01, sendo que os igarapés Galhoso, Panelas e o rio Tucuruí recebem a influência direta das atividades antropogênicas da região.

Na estação da cheia pode se observar que alguns locais sofreram efeitos de diluição das concentrações de nitrogênio no sedimento e outros um maior acúmulo, principalmente no RX01, RX05 e Ressaca onde o formato do canal do rio favorece a deposição de sedimentos no local.



**GRÁFICO 7.8.3-38** - Concentrações de nitrogênio total kjeldahl nos sedimentos do rio Xingu nas campanhas de setembro de 2007 (seca) e março 2008 (cheia). Valor de referência (VR) CONAMA 344: 4,8 mg-N/g sed.

### 7.8.3.5.2 Fósforo total no sedimento

Nos gráficos do **GRÁFICO 7.8.3-39** encontram-se os resultados das análises de fósforo total nos sedimentos do rio Xingu e seus tributários no trecho estudado nas estações de seca e cheia.

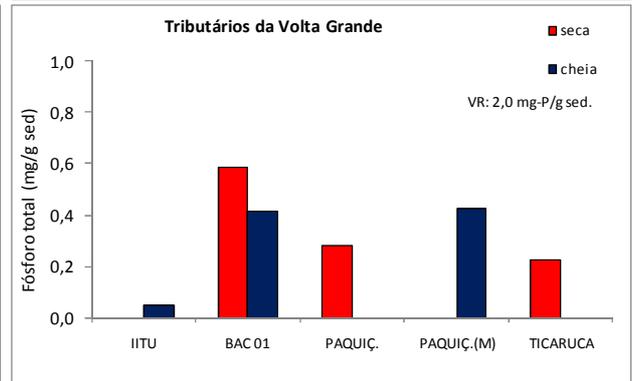
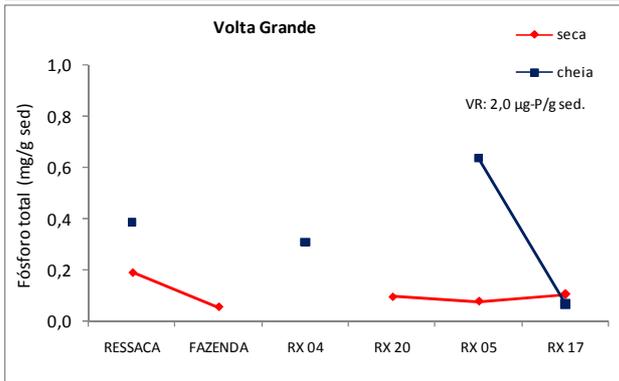
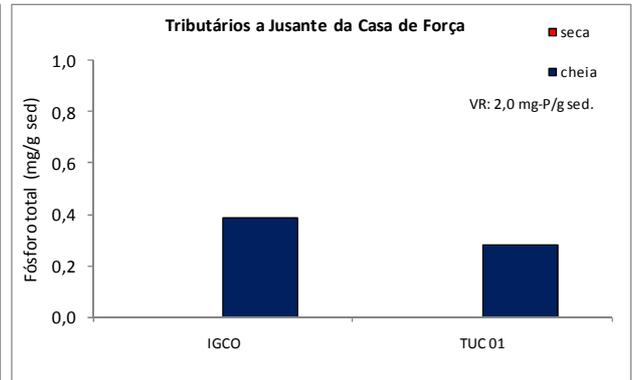
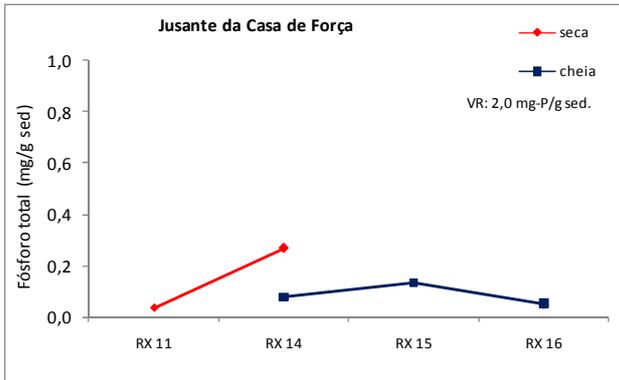
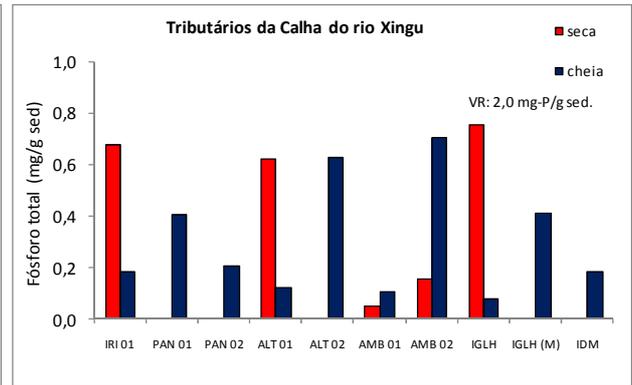
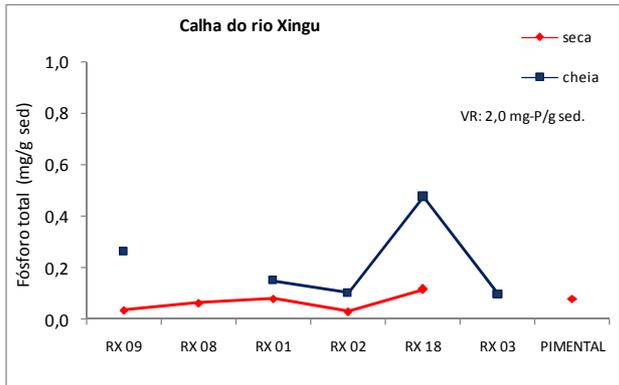
Como referência de qualidade adotou-se a Resolução do CONAMA 344 de 25 de março de 2004, que recomenda como valor de referência uma concentração de fósforo total de 2,0 mg-P/g de sedimento. O valor de alerta se refere ao valor acima do qual representa possibilidade de causar prejuízos ao ambiente na área de disposição.

Os valores de fósforo total no sedimento, tanto para os locais analisados nos afluentes como os do rio Xingu, foram muito inferiores aos determinados pela Resolução COMANA 344. A

concentração máxima no rio Xingu foi de 0,63 mg-P/g de sed. no ponto RX05 na Volta grande no período de cheia e a concentração mínima foi de 0,07 mg-P/g sed. no ponto RX16 na jusante, na ria do Xingu.

Os tributários da região de Altamira apresentaram uma concentração máxima de 0,36 mg-P/g sed. na cheia e 0,28 mg-P/g sed na seca. Estas concentrações sem diferenças muito significativas entre os períodos de amostragem se devem à influência das atividades antropogênicas nas bacias destes igarapés. Já no igarapé Galhoso (IGLH) onde a concentração observada foi de 0,76 mg-P/g sed, provavelmente as concentrações se devem à influência da própria mata ciliar submersa que existe na região.

No rio Xingu as maiores concentrações foram observadas no RX18, influenciado pela cidade de Altamira e os afluentes que ali desembocam; no ponto Ressaca, frente à ilha da Ressaca onde vive uma comunidade de garimpeiros, no ponto RX05 na Volta Grande e no RX15 localizado a jusante de Vitória do Xingu onde recebem a influência das comunidades ribeirinhas que habitam a região.

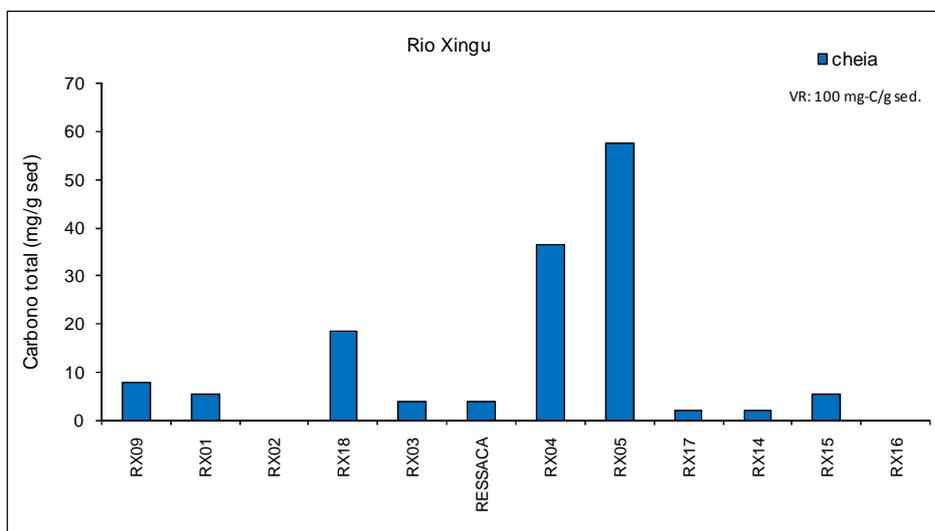


**GRÁFICO 7.8.3-39** - Concentrações de fósforo total nos sedimentos do rio Xingu e tributários nas campanhas de setembro de 2007 (seca) e março 2008 (cheia). Valor de referência (VR) CONAMA 344: 2,0 mg-P/g sed.

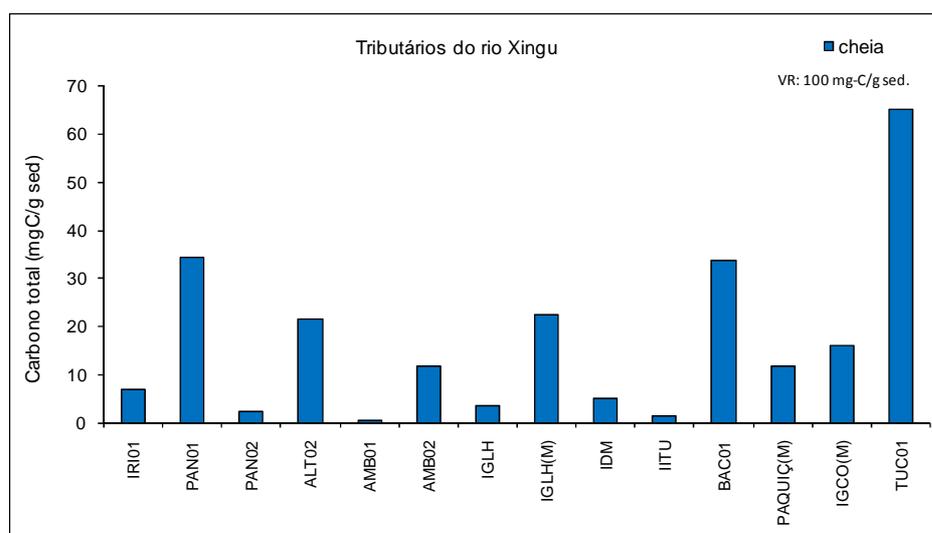
### 7.8.3.5.3 Carbono total no sedimento

As concentrações de carbono total determinadas nos sedimentos amostrados na campanha de cheia no rio Xingu e seus principais tributários dentro da área de influência direta do empreendimento do AHE Belo Monte se encontram representados nos **GRÁFICO 7.8.3-40** e **GRÁFICO 7.8.3-41**.

Segundo a resolução CONAMA 344/04 o valor alerta para carbono orgânico total em sedimentos é de 100 mg-C/g de sedimento. Locais como o RX18, RX04 e RX05 apresentaram concentrações maiores ao valor alerta sendo os mesmos locais onde se formam remansos e se depositam sedimentos e matéria orgânica. Nos tributários as maiores concentrações foram observadas no igarapé Tucuruí. A maioria dos tributários apresentou maiores concentrações de carbono total no sedimento devido à entrada e deposição de material que vem sendo transportado pelas águas da enchente e da cheia. Além disso, nos igarapés da cidade de Altamira e no igarapé Galhoso à montante existe o aporte de material por influência das atividades antropogênicas.



**GRÁFICO 7.8.3-40** Concentrações de carbono total nos sedimentos amostrados no período de cheia na calha do rio Xingu no trecho em estudo. Valor de referência (VR) CONAMA 344: 100 mg-C/g sed.



**GRÁFICO 7.8.3-41** Concentrações de carbono total nos sedimentos amostrados no período de cheia nos tributários do rio Xingu no trecho em estudo. Valor de referência (VR) CONAMA 344: 100 mg-C/g sed.

#### 7.8.3.5.4 Metais no sedimento

Segundo a geologia da região em estudo, metais como cobre, chumbo, zinco, ferro, estanho e níquel se encontram naturalmente na região e apresentam potencial de mineração da mesma forma que o ouro na região da Volta Grande do Xingu.

Nas campanhas realizadas na estação de seca e na estação de cheia foram observadas, que na maioria dos locais e para todos os metais, as concentrações foram ligeiramente maiores na época de cheia, após a deposição do material carregado pela vazante no período de seca. Os resultados obtidos estão representados nos **GRÁFICO 7.8.3-42** a **GRÁFICO 7.8.3-47**.

No trecho da calha do rio Xingu, no ponto RX18, detectou-se maiores concentrações de chumbo e mercúrio, sendo as mesmas superiores aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 344 (35 mg-Pb/kg sed. e 0,17 mg-Hg/kg sed.). Provavelmente estas concentrações sejam o resultado de deposição de material proveniente dos tributários da região da cidade de Altamira onde também foram detectados estes metais.

Nos tributários da calha do rio Xingu, o rio Iriri foi o que apresentou as maiores concentrações na estação seca, principalmente para os metais: cromo, níquel e chumbo, ultrapassando o Nível 1 da Resolução CONAMA 344.

Na Volta Grande foram observadas concentrações superiores ao limite máximo permitido nos sedimentos da Ressaca para os metais: cromo, níquel, chumbo e mercúrio. O mercúrio apresentou concentrações superiores ao limite estabelecido em todos os pontos de coleta da Volta Grande no período de cheia.

Entre os tributários da Volta Grande, o rio Bacajá (BAC01) e o igarapé Ticaruca apresentaram altas concentrações de cromo e níquel, porém sem ultrapassar os limites permitidos. Já o rio Bacajá e o igarapé Paquiçamba na estação da cheia apresentaram concentrações maiores às permitidas de chumbo e mercúrio.

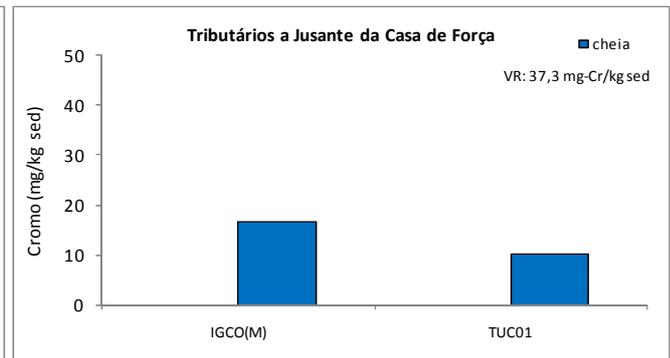
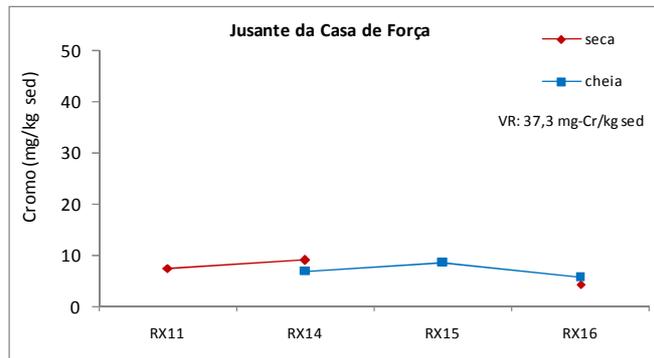
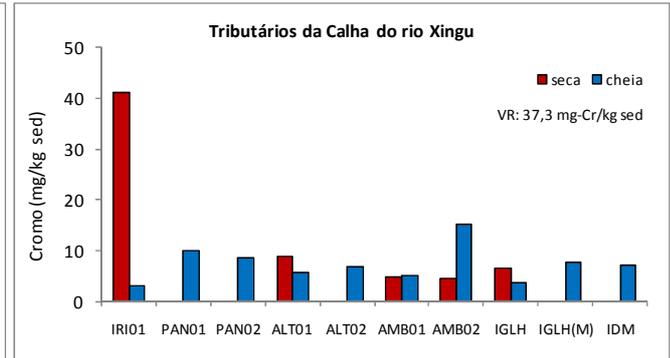
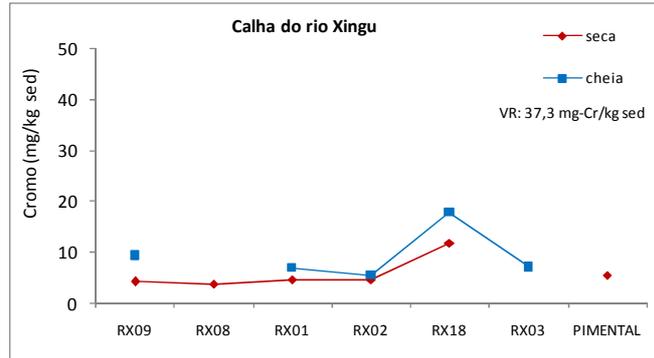
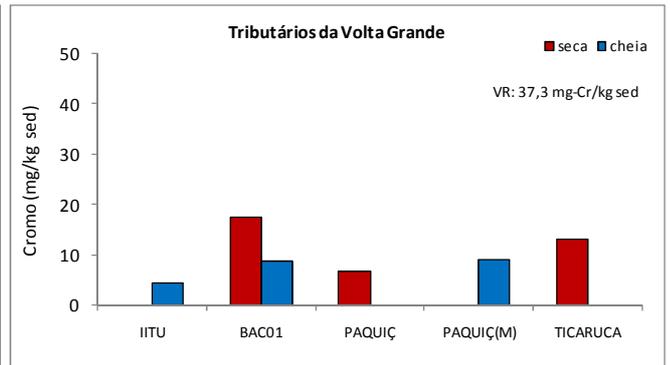
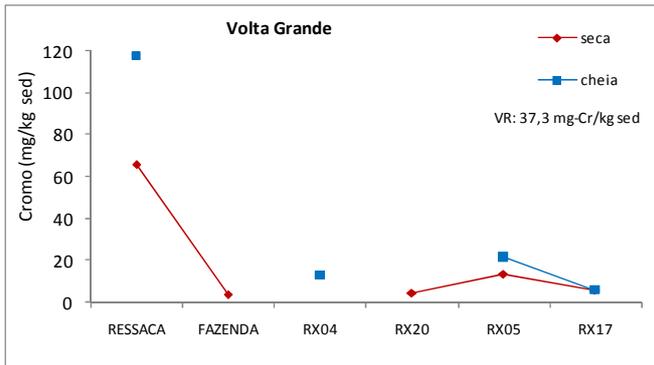
Nos igarapés Ambé e Pannels, que passam pela cidade de Altamira, foram detectadas concentrações superiores aos limites estabelecidos de chumbo e mercúrio, Estes elementos provavelmente tem sua origem no lixão da cidade e por escoamento do chorume acaba atingindo os sedimentos destes igarapés.

As concentrações de ferro detectadas atingiram um valor médio de  $1110,66 \pm 219,96$  mg/kg de sedimento, para todos os pontos de coleta amostrados nas duas campanhas realizadas.

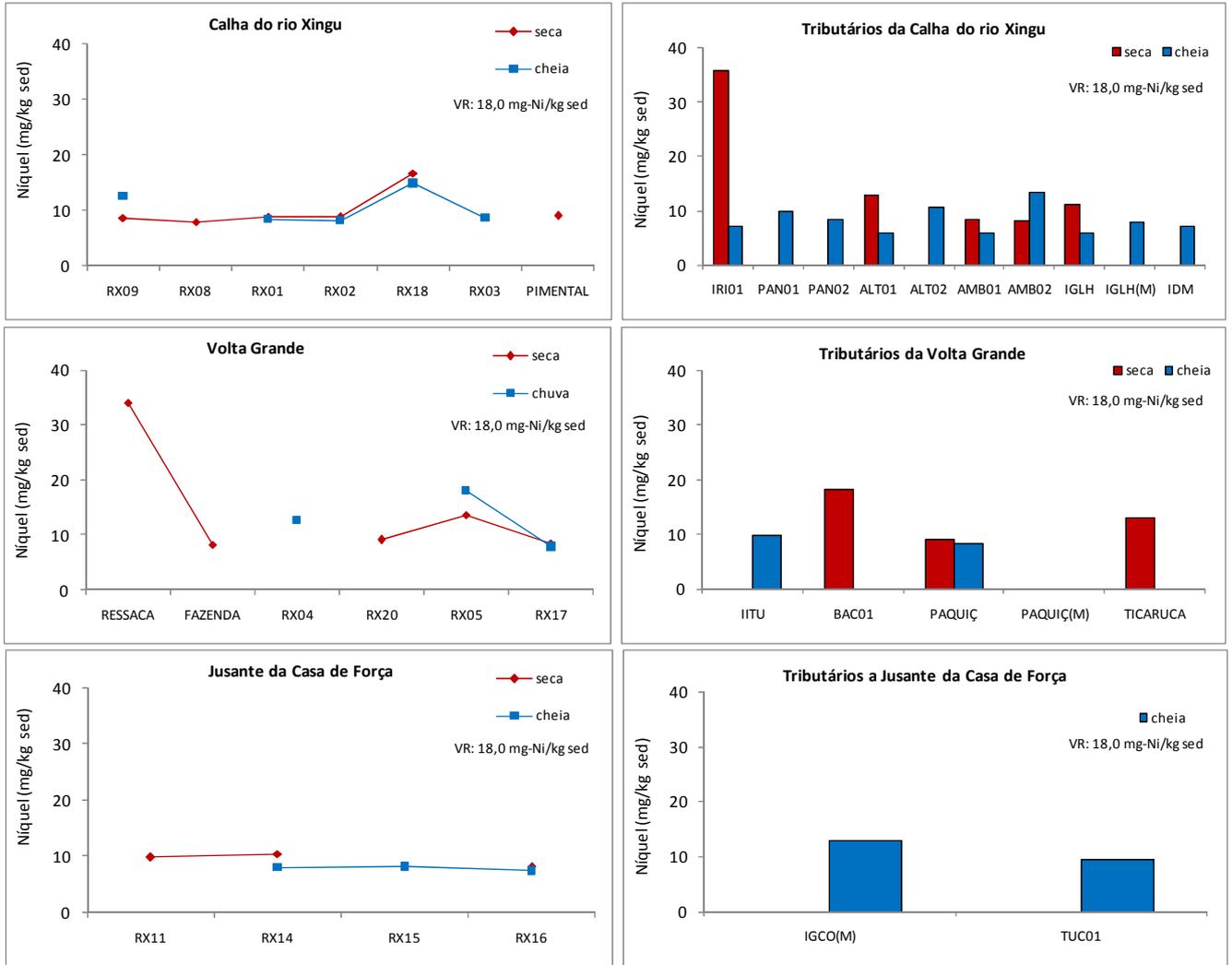
De uma forma geral, as concentrações observadas nos tributários do rio Xingu indicam que, segundo os critérios do CONAMA 344/2004, existe muito baixa probabilidade de ocorrerem riscos à biota por parte dos metais retidos nos sedimentos do leito desses sistemas lóticos. Os locais onde se observaram maiores concentrações de metais no sedimento são os que se encontram sob maior influência das atividades antropogênicas, como os locais perto da cidade de Altamira (AMB01, AMB02 e ALT01).

Cabe destacar o caráter sazonal do registro dos metais nos sedimentos, o que indica baixa capacidade de retenção, ou seja, o material carregado e depositado em um período pode ser lavado e deixar de ser registrado na campanha de amostragem seguinte. Este padrão revela que a contaminação não é histórica e não é constante, e que tem baixa possibilidade de ser limitante à colonização pela biota aquática ou de estar sendo responsável pela contaminação de toda a cadeia trófica.

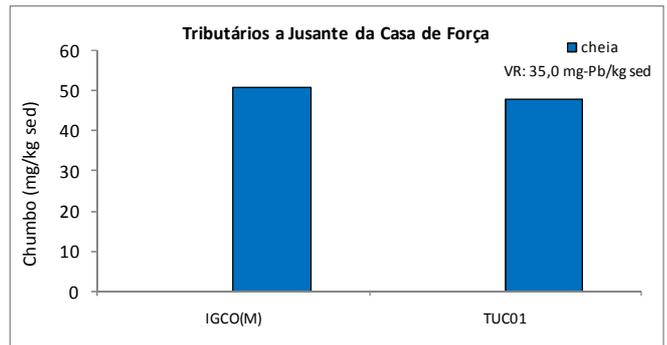
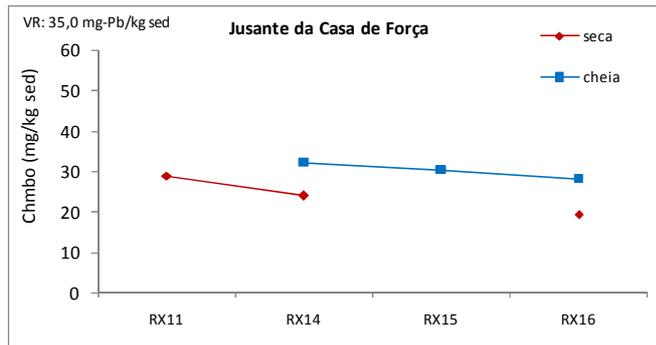
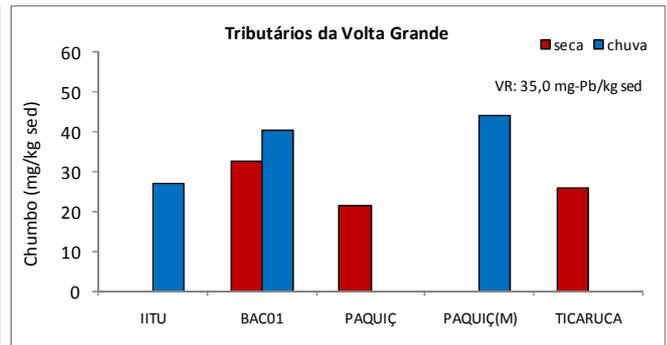
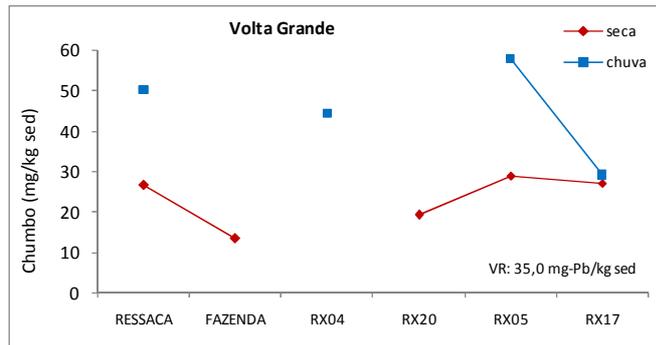
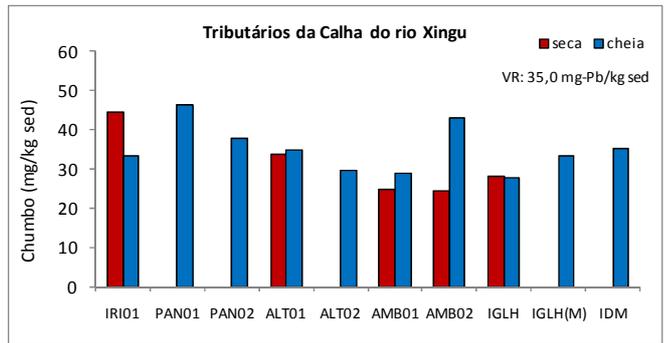
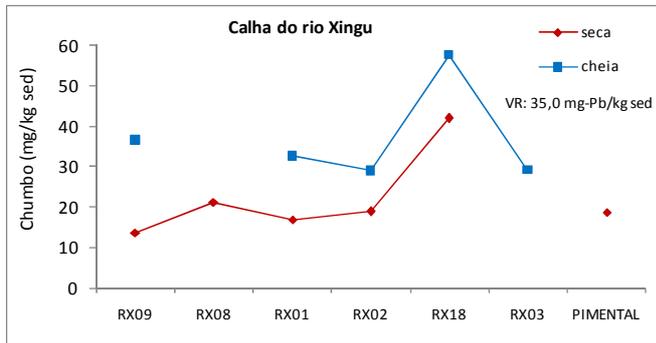
Estes resultados reforçam a baixa relação entre os resultados dos metais registrados na água e no sedimento. A partir dos resultados, tem-se que os maiores valores de cromo registrados na água não têm origem no sedimento e ainda que os elevados valores de mercúrio observados no sedimento não afetaram as concentrações observadas na coluna de água. Valores mais coincidentes foram observados para o chumbo, que esteve presente em destaque tanto na água quanto no sedimento.



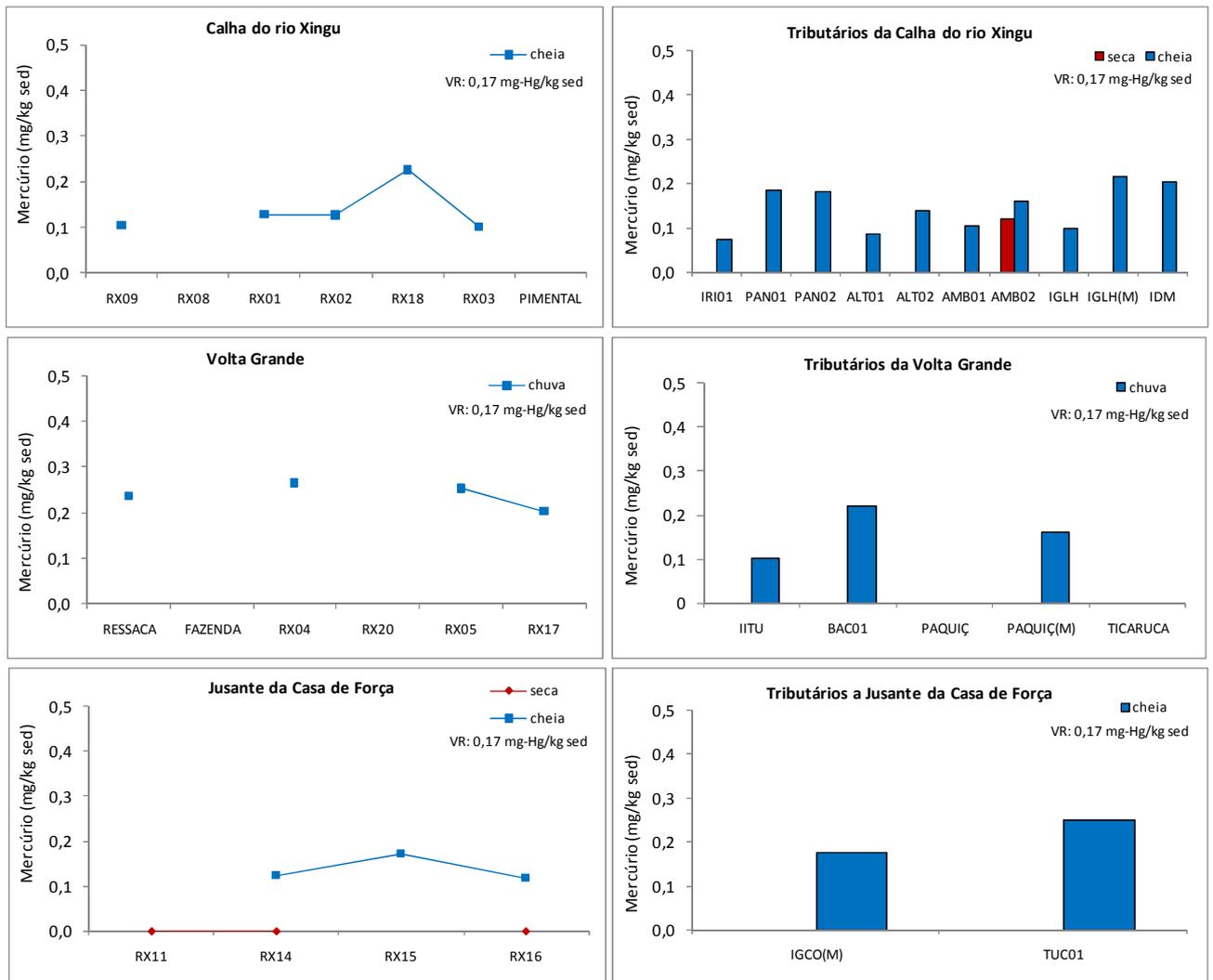
**GRÁFICO 7.8.3-42** - Concentrações de cromo no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 37,3 mg-Cr/kg sed.



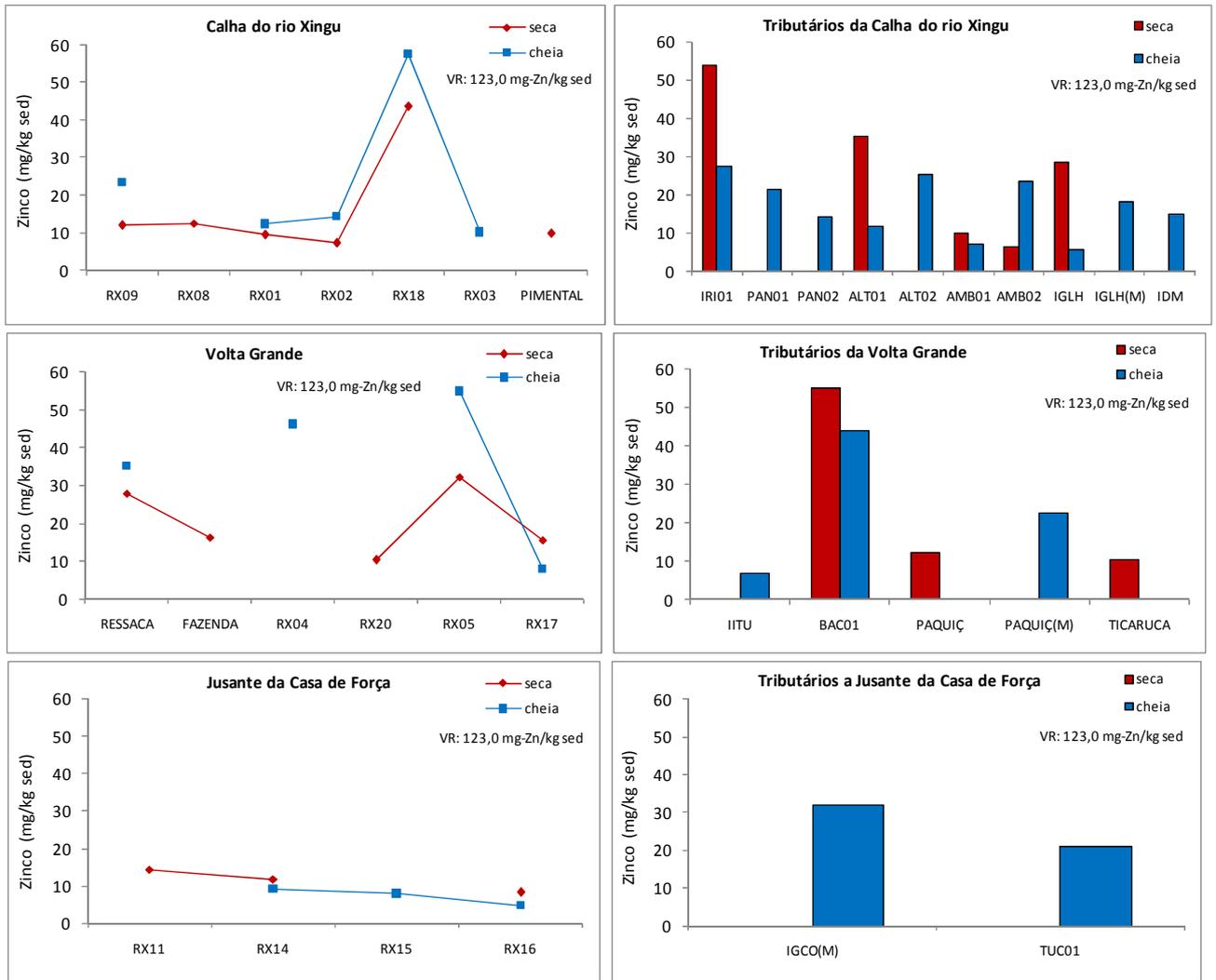
**GRÁFICO 7.8.3-43** - Concentrações de níquel no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referencia (VR) CONAMA 344 Nível 1: 18,0 mg-Ni/kg sed.



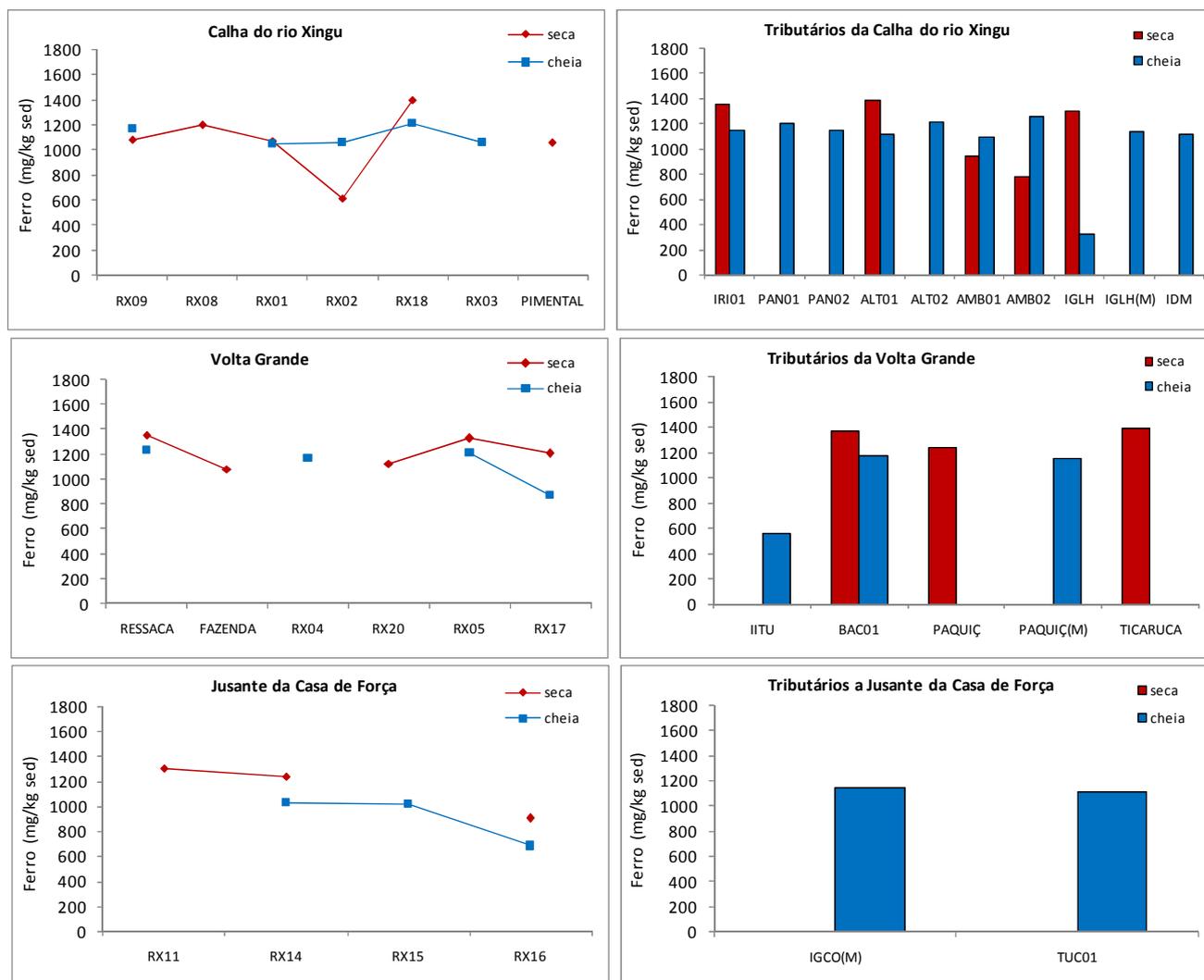
**GRÁFICO 7.8.3-44** - Concentrações de chumbo no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 35,0 mg-Pb/kg sed.



**GRÁFICO 7.8.3-45** - Concentrações de mercúrio no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 0,17 mg-Hg/kg sed.



**GRÁFICO 7.8.3-46** - Concentrações de zinco no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Valor de referência (VR) CONAMA 344 Nível 1: 123,0 mg-Zn/kg sed.



**GRÁFICO 7.8.3-47** - Concentrações de ferro no sedimento do trecho em estudo do rio Xingu e seus tributários nas campanhas de seca e cheia. Não se aplica regulamentação.

### 7.8.3.5.5 Pesticidas organoclorados e organofosforados no sedimento

De uma forma geral os sedimentos analisados apresentaram diferentes graus de qualidade, influenciados principalmente pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. As regiões mais afetadas em termos de conteúdo de metais e concentração de nutrientes são as que se encontram próximo a locais urbanizados, caso a cidade de Altamira, ou a assentamentos de ribeirinhos como, por exemplo, a Ressaca. De forma geral, o rio Xingu apresentou menores concentrações para todos os parâmetros estudados do que os seus afluentes, indicando a maior influência dos usos dos recursos da bacia sobre os cursos de água menores como é o caso dos tributários. No canal principal do rio Xingu a maior vazão favorece a diluição das concentrações dos diferentes elementos. Por outro lado, no período de seca acontece a deposição de materiais em suspensão transportados pelo rio e seus tributários. Com relação à qualidade dos sedimentos, pode-se dizer que, segundo os parâmetros da legislação, os mesmos apresentam uma baixa probabilidade de produzir efeitos adversos à biota existente no rio Xingu e seus tributários.

### 7.8.3.6 Comunidades Bióticas do Rio Xingu e Tributários

As comunidades bióticas analisadas foram: fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas. Os locais amostrados se encontram representados nos mapas de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas (**Desenhos 6365-EIA-DE-G92-007 e 6365-EIA-DE-G92-008**).

As tabelas com as listas de espécies de organismos identificados e os resultados de riqueza e abundância se encontram no **Anexo 7.8.3-4**.

#### 7.8.3.6.1 Comunidade Fitoplanctônica

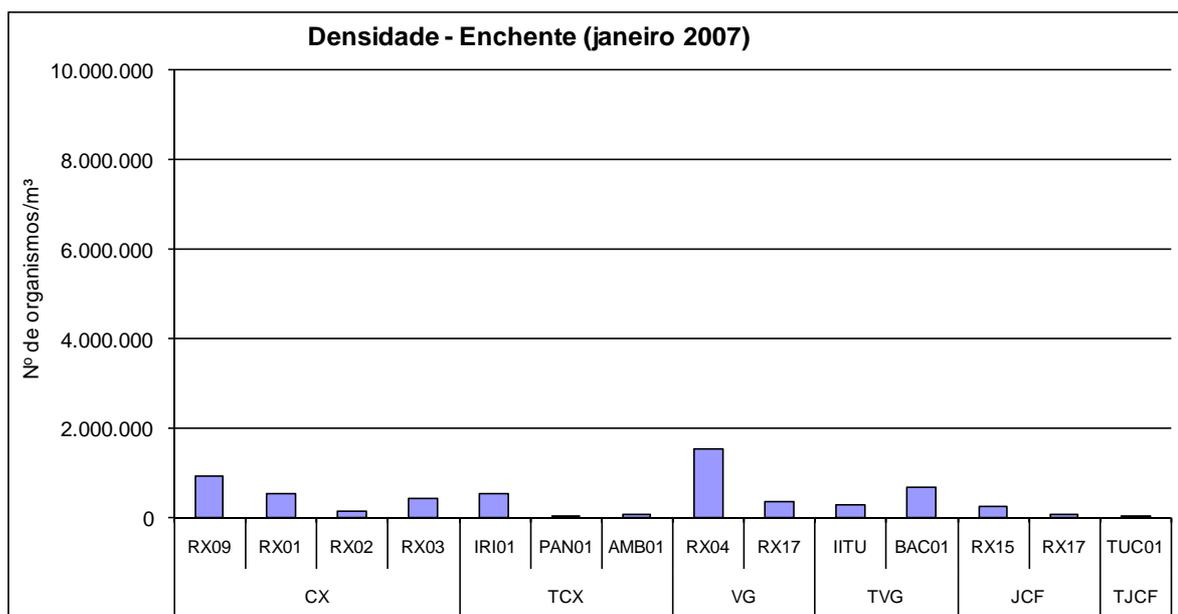
Na Tabela 1E, do **Anexo 7.8.3-4**, se encontra a lista de espécies de organismos fitoplanctônicos identificados no rio Xingu e tributários, na área diretamente afetada pelo AHE Belo Monte.

##### a) Análise de densidade

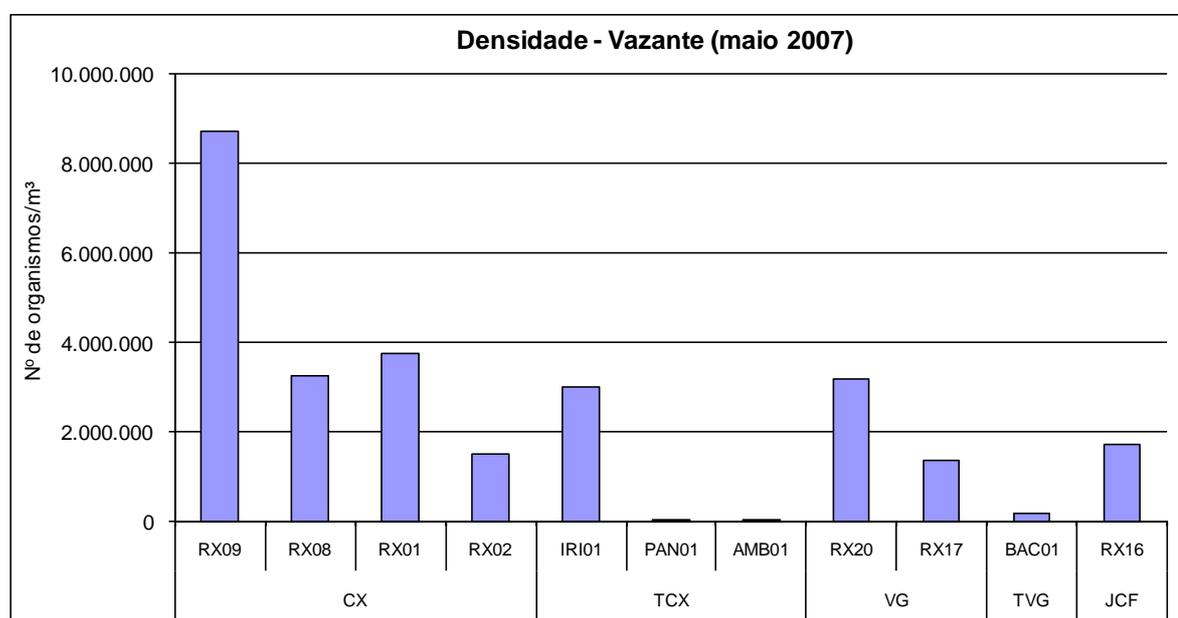
Os **GRÁFICO 7.8.3-48**, **GRÁFICO 7.8.3-49**, **GRÁFICO 7.8.3-50** e **GRÁFICO 7.8.3-51** apresentam os valores da densidade fitoplanctônica nos períodos de enchente, vazante, seca e cheia, respectivamente, nos diferentes trechos do rio Xingu.

No período de seca foram observadas as maiores quantidades de organismos, chegando a valores próximos de  $1 \times 10^7$  org/m<sup>3</sup>. Já nos períodos de enchente e cheia, a densidade de organismos foram menores, ficando em torno de  $2 \times 10^6$  a  $4 \times 10^6$  org/m<sup>3</sup>.

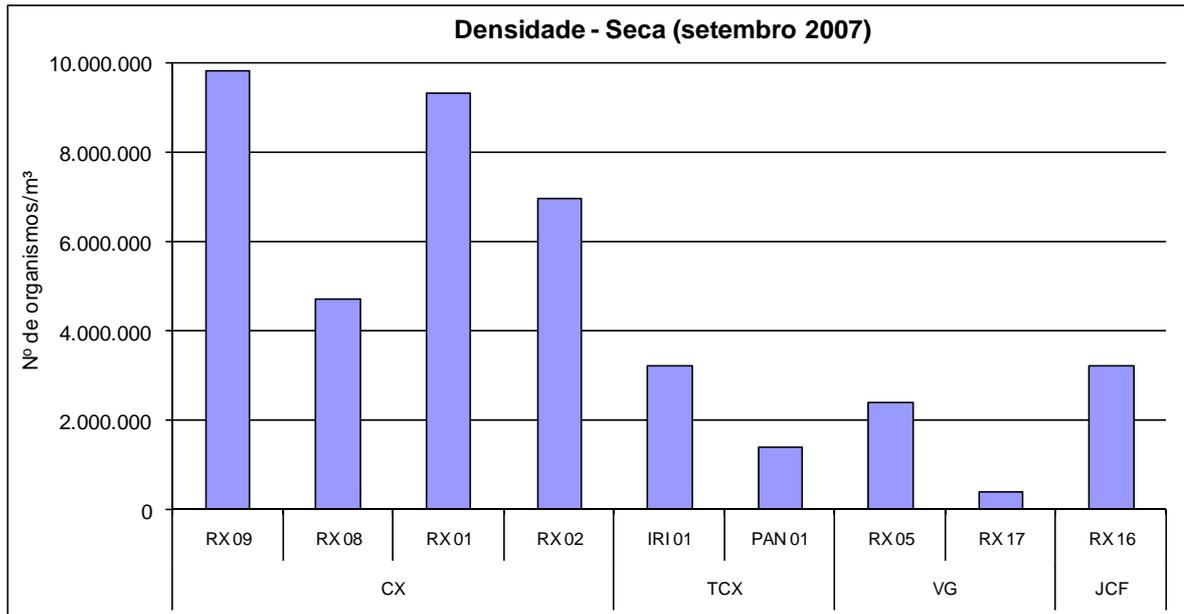
Durante o período de enchente o ponto de coleta RX04, localizado no trecho da Volta Grande, apresentou maior densidade de organismos. No período de vazante, em geral, o trecho da calha do rio Xingu apresentou maiores densidades do que nos outros trechos, o que também pode ser observado para o período de seca. No período de cheia os trechos da Volta Grande, tributários da Volta Grande, jusante da Casa de Força e tributários à jusante da Casa de Força, apresentaram maiores densidades da comunidade fitoplanctônica.



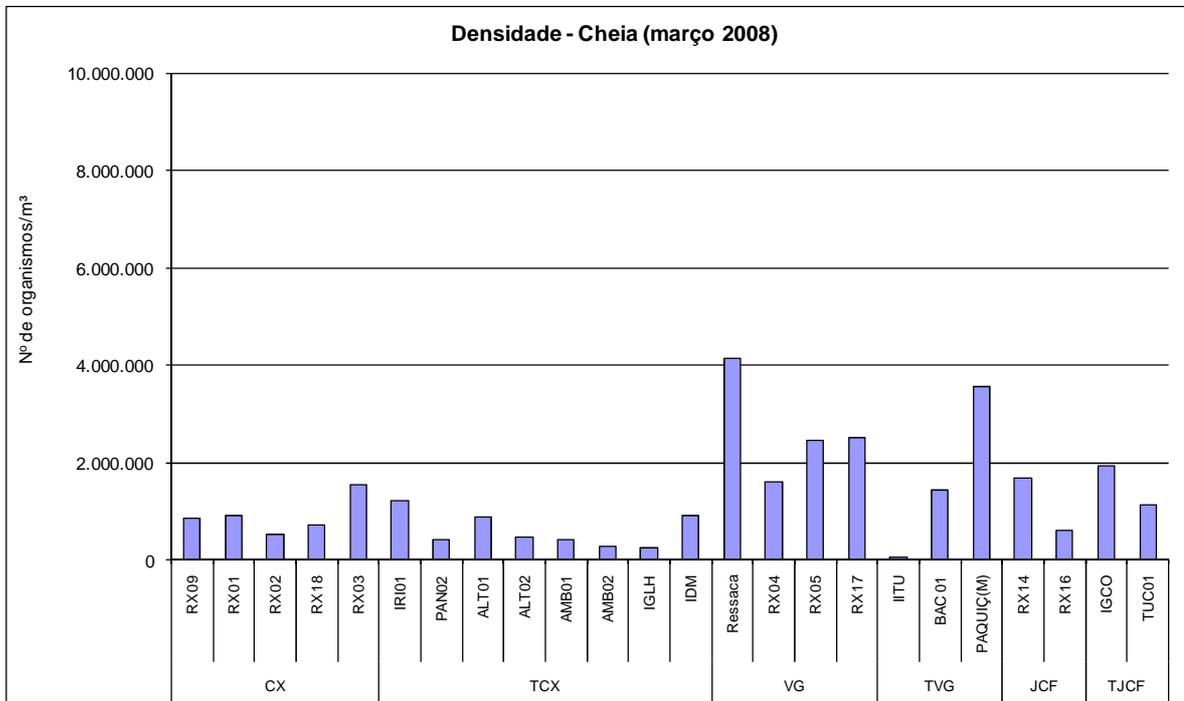
**GRÁFICO 7.8.3-48** Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada janeiro de 2007, no período de enchente. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-49** Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em maio de 2007, no período de vazante. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-50** Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em setembro de 2007 no período de seca. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

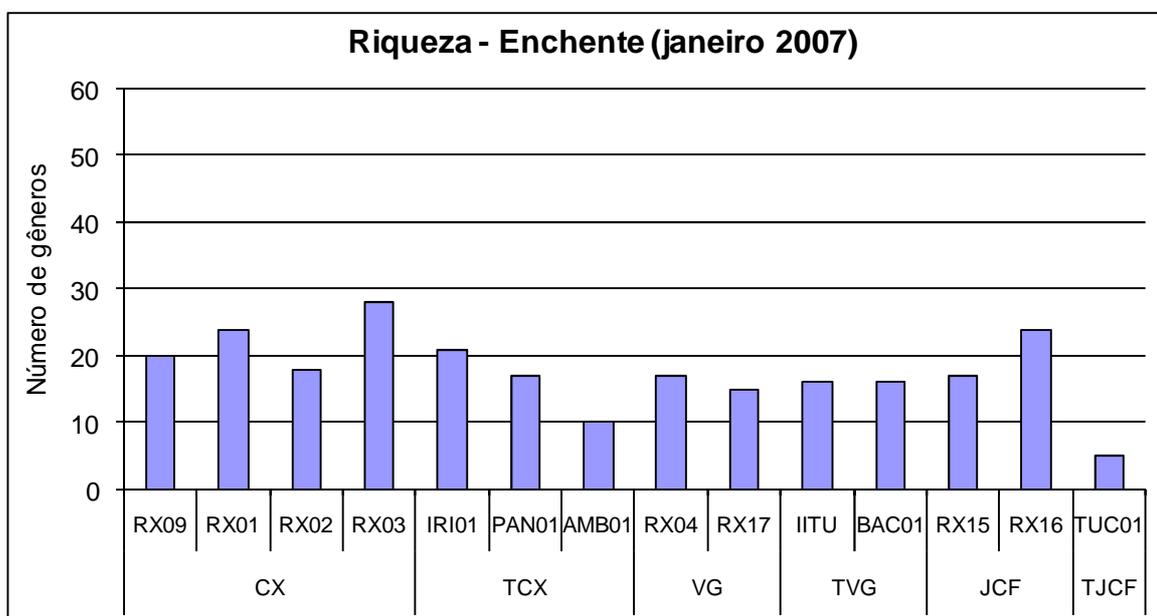


**GRÁFICO 7.8.3-51** Densidade da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada em março de 2008, no período de cheia. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

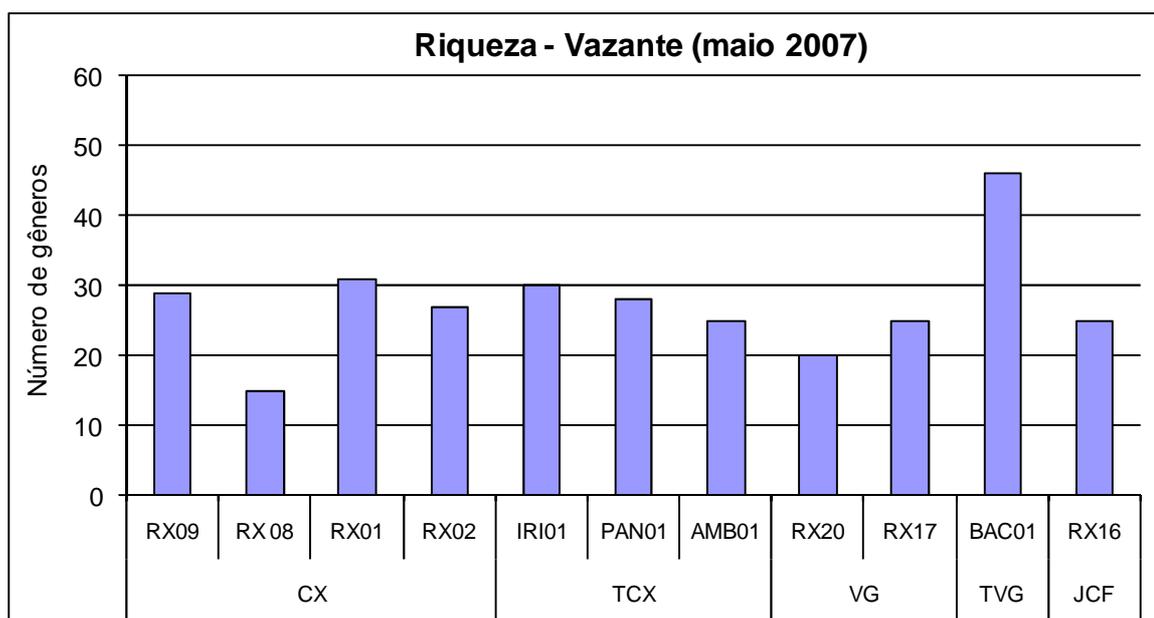
**b) Riqueza de gêneros**

Os **GRÁFICO 7.8.3-52**, **GRÁFICO 7.8.3-53**, **GRÁFICO 7.8.3-54** e **GRÁFICO 7.8.3-55** apresentam os valores da riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca respectivamente.

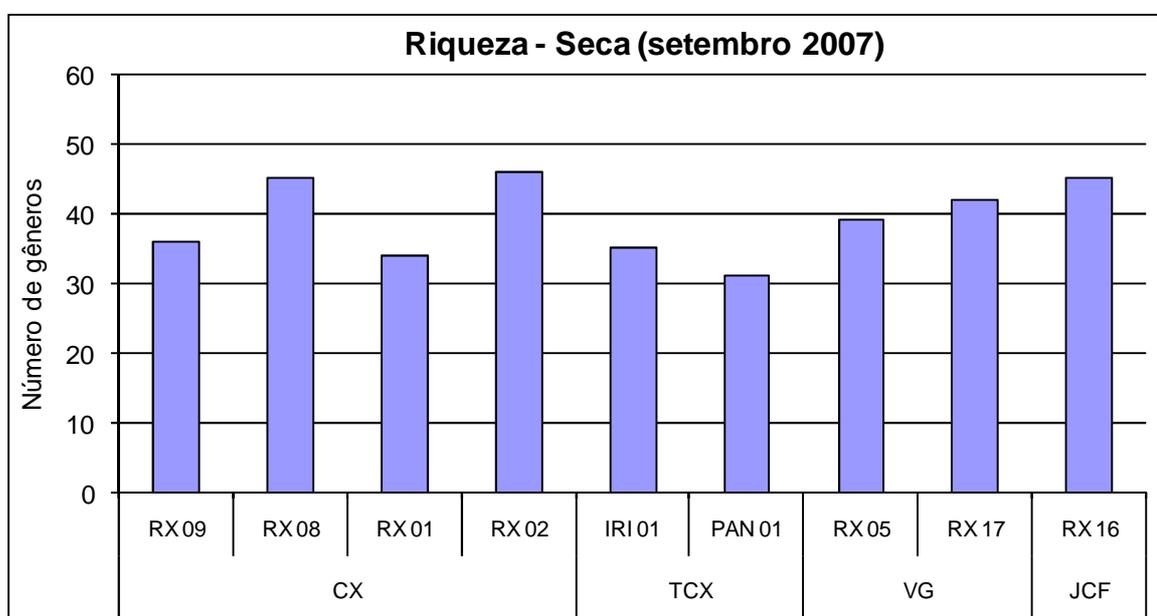
A época da enchente, representada pelo **GRÁFICO 7.8.3-52**, apresentou a menor riqueza de gêneros, comparada as outras campanhas. No período de cheia (**GRÁFICO 7.8.3-53**), onde o rio inunda os igarapés, houve um aumento significativo da riqueza em todos os pontos amostrados. Porém, na época da vazante (**GRÁFICO 7.8.3-54**) houve novamente uma diminuição da riqueza de gêneros na comunidade. O aumento da vazão e o conseqüente aumento da turbulência tornaram as condições desfavoráveis ao desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica. Na estação seca, (**GRÁFICO 7.8.3-55**) a comunidade fitoplanctônica apresentou uma maior riqueza de gêneros devido à maior estabilidade do ambiente o que favoreceu o aumento da diversidade.



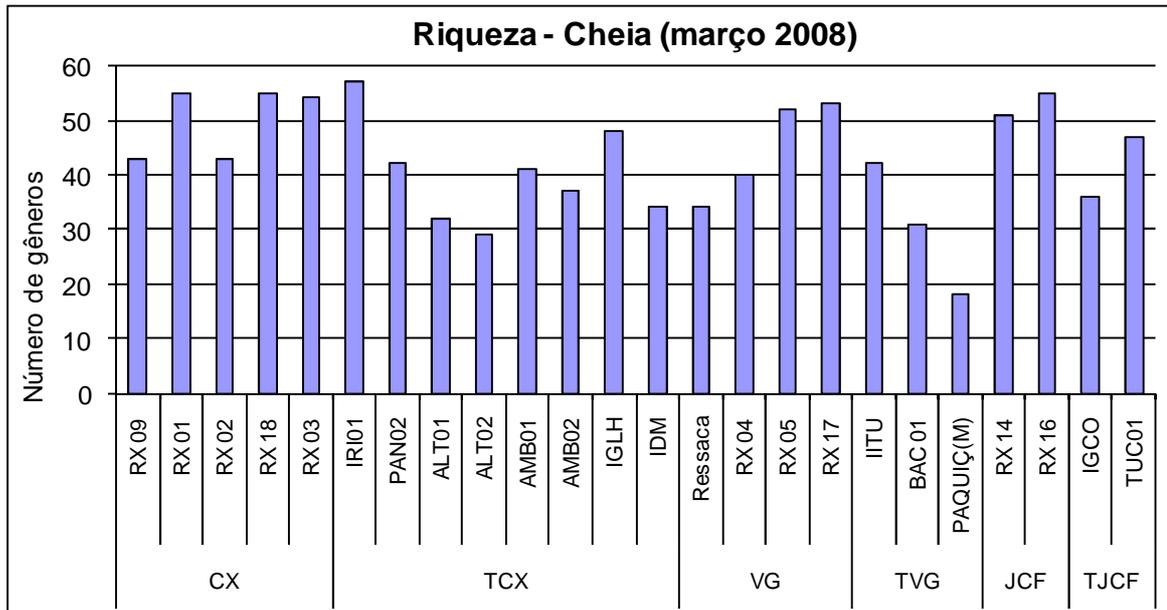
**GRÁFICO 7.8.3-52** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de enchente (janeiro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-53** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de vazante (maio de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-54** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grand do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-55** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplancônica nos diferentes trechos do rio Xingu na campanha realizada no período de cheia (março de 2008). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

**c) Abundância relativa**

As classes fitoplancônicas encontradas durante a coleta realizada no período de enchente de 2007 (**GRÁFICO 7.8.3-56**) foram: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dynophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Crysophyceae.

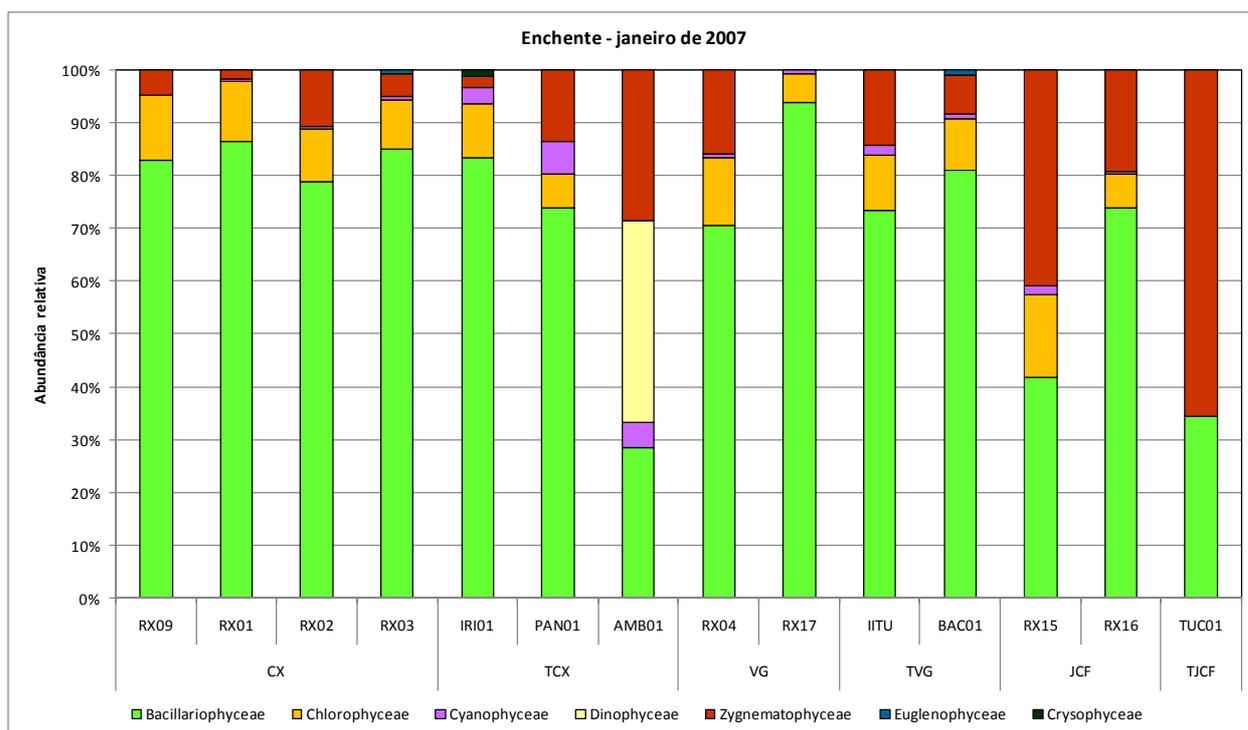
Durante o período de enchente, a maioria dos pontos amostrados apresentou uma maior abundância da classe das Bacillariophyceae, (de 50% a 80%) e predominância do gênero *Aulacoseira* sp, com exceção dos pontos AMB01 (igarapé Ambé), que apresentou maior abundância das classes Dinophyceae, e TUC01 que apresentou dominância maior de Zygnematophyceae, predominando o gênero *Mougeotia* sp.

As classes fitoplancônicas encontradas durante a coleta realizada no período de vazante, em maio de 2007, foram: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dynophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Crysophyceae e se encontram representadas no **GRÁFICO 7.8.3-57**.

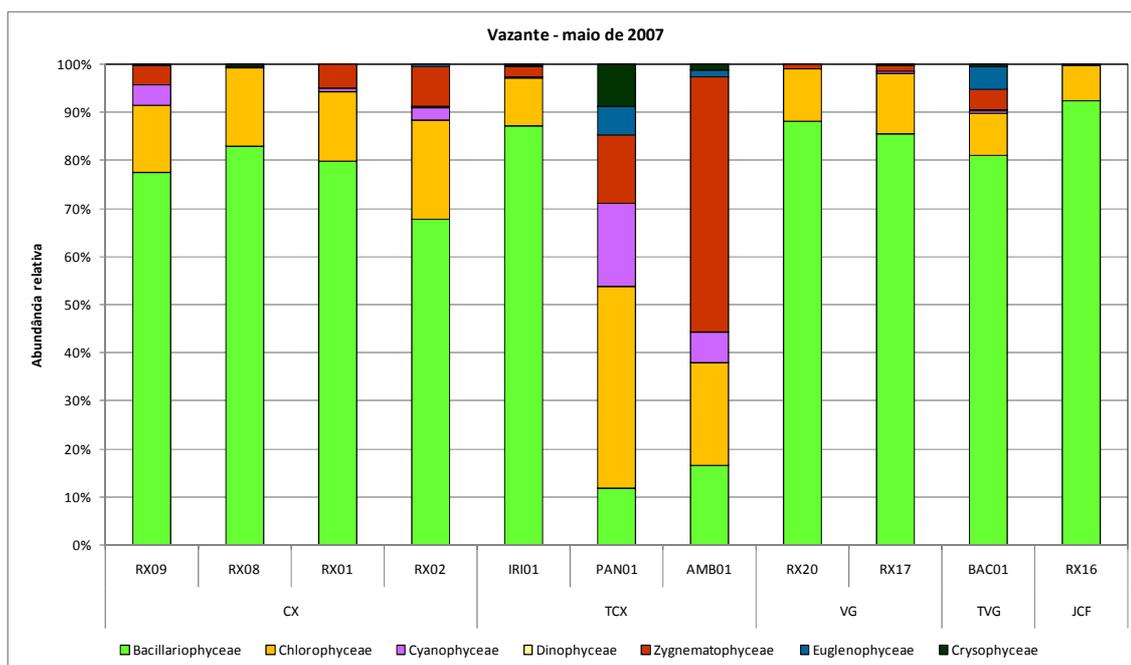
Durante a campanha realizada no período de vazante, os trechos da calha do rio Xingu, a Volta Grande e a jusante da Casa de Força apresentaram uma maior abundância da classe das Bacillariophyceae (de 80 a 90%) com predominância do gênero *Aulacoseira* sp. Já no trecho dos tributários da calha do rio Xingu somente o ponto IRI01, no rio Iriri, apresentou dominância na classe Bacillariophyceae; o ponto PAN01 apresentou maior abundância da classe Chlorophyceae (42%) e o ponto AMB01 apresentou maior abundancia da classe Zygnematophyceae (52%).

As classes fitoplanctônicas encontradas durante a coleta realizada no período de seca, em setembro de 2007, foram: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dynophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Crysophyceae e se encontram representadas no GRÁFICO 7.8.3-58.

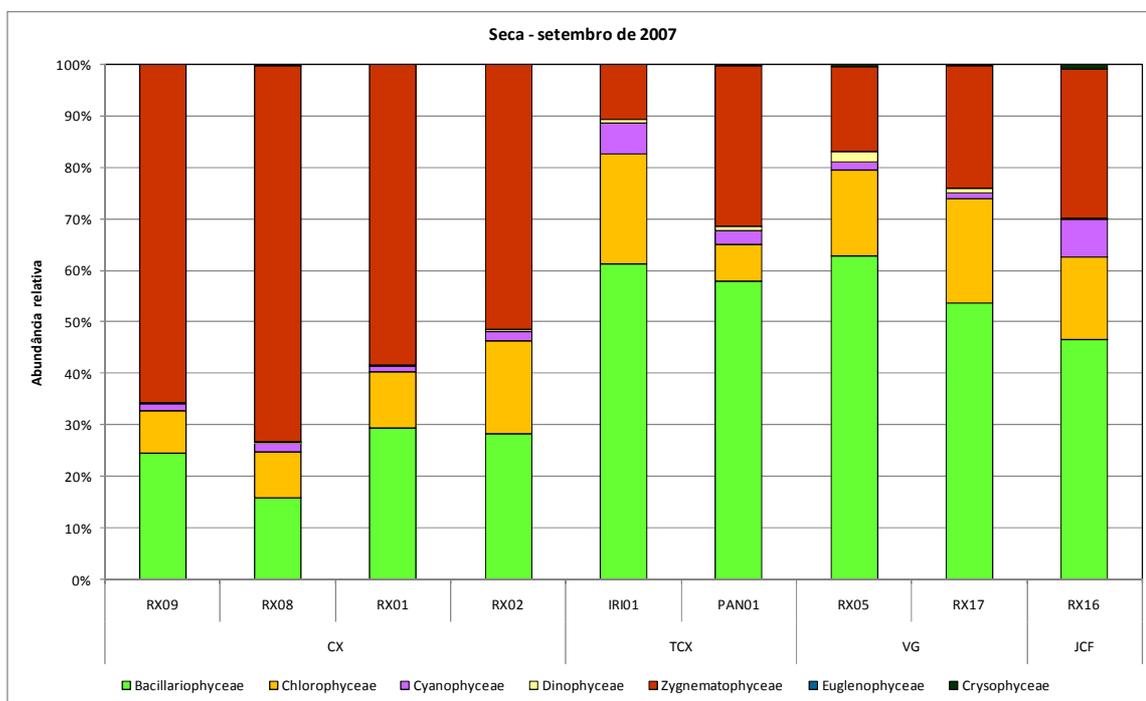
Durante a campanha realizada no período de seca a classe Bacillariophyceae foi a mais abundante (com cerca de 50 a 60%) nos tributários da calha do rio Xingu e nos trechos da Volta Grande e a jusante da Casa de Força com predomínio do gênero *Aulacoseira* sp. No trecho da calha do rio Xingu foi observada uma maior abundância da classe Zygnematophyceae (50 a 70%) com predomínio do gênero *Mougeotia* sp.



**GRÁFICO 7.8.3-56** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de enchente (janeiro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



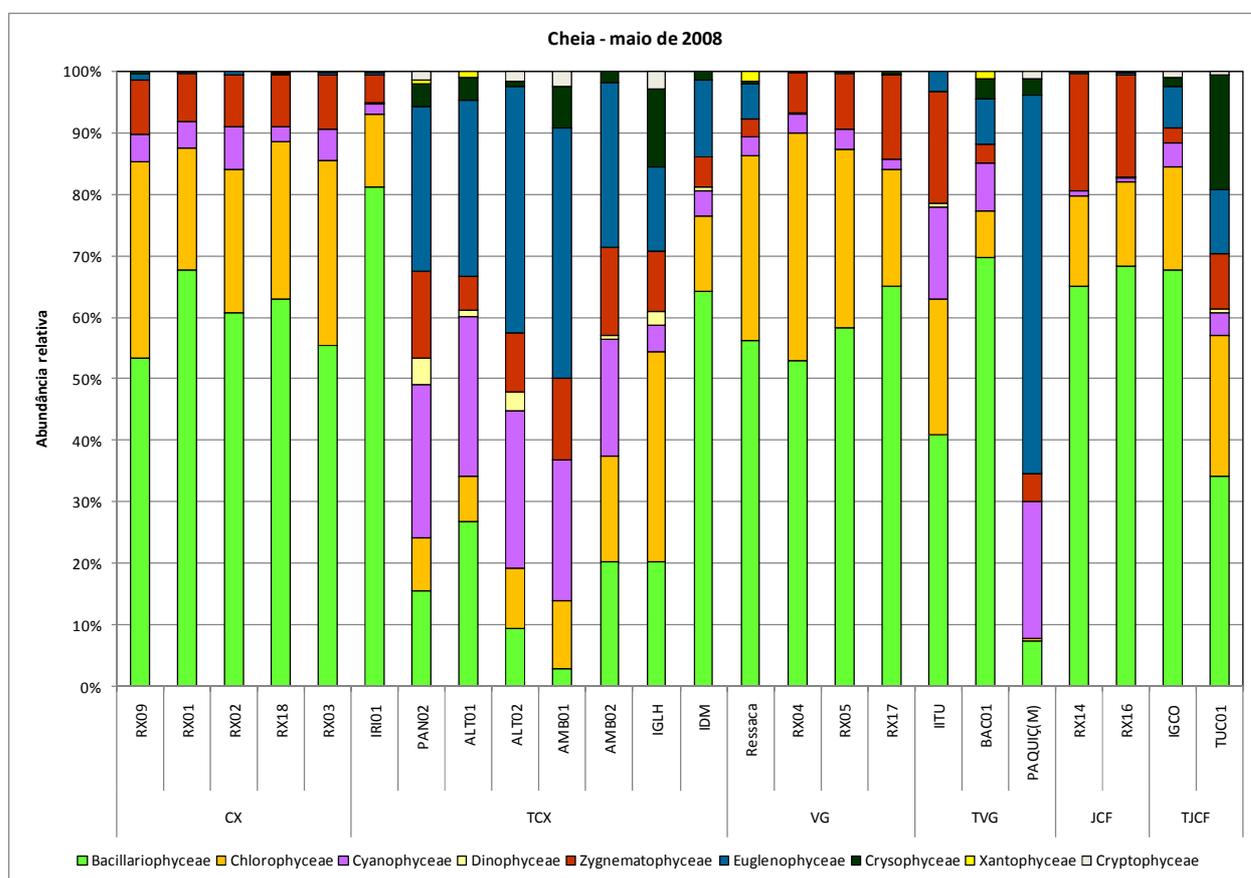
**GRÁFICO 7.8.3-57** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de vazante (maio de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-58** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

As classes fitoplanctônicas encontradas durante a coleta realizada no período de cheia, em março de 2008, foram: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dynophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Crysophyceae, Xantophyceae e Cryptophyceae e se encontram representadas no **GRÁFICO 7.8.3-59**.

Durante a campanha realizada no período de cheia, os trechos da calha do rio Xingu, a Volta Grande, a jusante da Casa de Força e os tributários à jusante da Casa de Força apresentaram uma maior abundância (50 a 70%) de algas da classe Bacillariophyceae, predominando o gênero *Aulacoseira*. No trecho dos tributários da calha do rio Xingu, foi observada maior abundância da classe Bacillariophyceae no rio Iriri (IRI01) e no igarapé Di Maria (IDM) com 80 e 65% respectivamente. Nos pontos PAN02, ALT01, ALT02, AMB01 e AMB02 a classe mais abundante foi Euglenophyceae (entre 30 e 40%) e no ponto IGLH a classe mais abundante foi Chlorophyceae (30%). No trecho dos tributários da Volta Grande, os pontos IITU e BAC01 apresentaram maior abundância da classe Bacillariophyceae, enquanto no ponto PAQUIÇ(M), a maior abundância foi da classe Euglenophyta com cerca de 60%.



**GRÁFICO 7.8.3-59** Abundância relativa das classes fitoplanctônicas nos diferentes trechos estudados do rio Xingu, na campanha realizada no período de seca (setembro de 2007). Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

#### d) **Discussão**

Nas Tabelas 8E a 20E, do **Anexo 7.8.3-4**, se encontram os resultados das análises de variância e teste de comparações múltiplas de Tukey aplicadas aos dados de densidade e riqueza total das classes fitoplanctônicas e para todos os trechos do rio Xingu, tributários e períodos de coleta.

A análise de variância indicou que houve uma diferença significativa entre os três compartimentos analisados (calha do Xingu, Volta Grande e jusante da Casa de Força), para a variável riqueza total do fitoplâncton sendo que a mesma foi maior no período de cheia. O mesmo foi observado nos tributários da calha do Xingu.

Considerando os diferentes períodos amostrados, foi observada diferença significativa entre os diferentes trechos nos períodos de seca e cheia. Na estação de cheia, houve diferença significativa entre os diferentes trechos para as densidades de algas Bacillariophyceae e Chlorophyceae, além da densidade total de algas, sendo que as mesmas foram maiores no trecho da Volta Grande.

Para os tributários da Volta Grande, foi observada maior densidade de Zygnematophyceae no período de enchente e maior riqueza total de espécies na vazante. Para os tributários a jusante da Casa de Força houve diferença significativa para as Chlorophyceae no período de cheia.

O grau de trofia, ou estado trófico, dos ambientes aquáticos, principalmente lagos e rios pode ser classificado conforme a quantidade de nutrientes existentes nele. Se um ambiente possui baixas concentrações de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, o mesmo é considerado um sistema oligotrófico. Se o sistema possui uma concentração moderada desses nutrientes, ele é considerado mesotrófico. Porém, se ele possui uma alta concentração de nutrientes, o seu grau de trofia é considerado eutrófico. Este grau de trofia do ambiente aquático se reflete na composição fitoplanctônica do mesmo.

Em ambientes onde há uma grande concentração de nutrientes, o grupo das algas da divisão Cyanophyceae têm seu crescimento e desenvolvimento favorecido, formando florações de algas. Alguns gêneros dessa divisão, tais como *Microcystis* sp., *Anabaena* sp., *Cylindrospermopsis* sp., *Oscillatoria* sp., têm potencial de produzir substâncias tóxicas que podem afetar o sistema nervoso central (neurotoxina), a pele (dermatotoxina) ou o sistema hepático (hepatotoxina) dos organismos que entrarem em contato com a água que contem estas algas.

Além das algas deste grupo (Cyanophyceae), existem outros grupos fitoplanctônicos que são indicadores da qualidade da água ou do estado trófico do sistema aquático:

Grupo Chlorophyceae/Bacillariophyceae – ocorre em água com razoável quantidade de nutrientes (mesotrófico).

Grupo Euglenophyceae – ocorre em sistemas hipereutróficos, onde ocorre grande quantidade de matéria orgânica. Os gêneros mais comuns desse grupo são: *Euglena* e *Phacus*.

Na análise realizada no rio Xingu e seus tributários, durante as campanhas realizadas no período de: enchente, vazante, seca e cheia, não houve predomínio de gêneros da classe

Cyanophyceae, em nenhum dos pontos amostrados, sugerindo assim ambientes não eutróficos.

No trecho da calha do rio Xingu durante as campanhas enchente, vazante e cheia a classe que dominou com a maior quantidade de organismos foi Bacillariophyceae, exceto na época da seca onde a classe dominante em número de organismos foi Zygnematophyceae. Esses dois grupos de fitoplâncton são característicos de rios ou lagos com pouca profundidade onde ocorre turbulência e mistura da coluna de água. Dentre os gêneros que ocorreram da classe Bacillariophyceae, os que se destacaram foram *Aulacoseira* sp., *Rhizosolenia* sp. e *Tabelaria* sp.. Os dois últimos gêneros são mais comumente encontrados em ambientes com características oligo-mesotróficas, já o gênero *Aulacoseria* sp. pode ser encontrado em todos os tipos de ambientes aquáticos. Os gêneros mais abundantes da classe Zygnematophyceae foram *Mougeotia* sp., *Cosmarium* sp. e *Spondylosium* sp..

Nos trechos da Volta Grande e jusante da Casa de Força, a classe Bacillariophyceae apresentou maior abundância de organismos.

Nos tributários dos trechos principais, a dominância das classes foi bastante variada, dependendo do ponto de coleta e da época de amostragem. As classes que foram mais representativas foram Bacillariophyceae, Dinophyceae, Zygnematophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae.

Com relação à densidade de fitoplâncton, houve uma diferença significativa, com maior densidade nos compartimentos da calha do rio Xingu, praticamente em todos os períodos de coleta.

De uma forma geral tem se que, ocorreu maior abundância de organismos fitoplanctônicos na época da seca, quando a vazão diminuiu em todos os compartimentos do rio Xingu (calha do rio Xingu, jusante da Casa de Força e Volta Grande) e também nos tributários, sendo a sua densidade 10 vezes maior do que na cheia ( $1 \times 10^7$  org/m<sup>3</sup> na seca e  $1 \times 10^6$  org/m<sup>3</sup> na cheia).

A dominância da classe Bacillariophyceae nos 4 períodos hidrológicos e em todos os trechos estudados era esperada, se tratando de um ambiente lótico, para o qual estes organismos estão melhor adaptados.

Nos tributários houve dominância, também, da classe Bacillariophyceae na maioria dos pontos; porém, no AMB01 houve dominância de outras classes como Dinophyceae na enchente, Zygnematophyceae na vazante e Euglenophyceae na cheia por se tratar de igarapés com influência antrópica e maior aporte de nutrientes e presença de macrófitas o que cria condições favoráveis para o desenvolvimento destas algas.

Em relação às classes fitoplanctônicas, Bacillariophyceae apresentou menor número de gêneros na enchente (16) e maior número (29) na cheia; a Chlorophyceae apresentou menor riqueza na época da enchente (16) e maior riqueza na época da cheia (45); já a Cyanophyceae apresentou menor riqueza em todos os períodos, variando de 7 a 8 gêneros, exceto na cheia onde foram encontrados 23 gêneros.

Quanto aos gêneros de fitoplâncton, maior riqueza foi observada durante a época de cheia e a menor na época de enchente devido ao aumento da vazão e arrasto de organismos do perifiton, em grande parte composto por algas da classe Bacillariophyceae e Chlorophyceae.

A análise da composição do fitoplâncton do rio Xingu e seus tributários apresentaram pouca ocorrência de algas da classe Cyanophyceae o que mostra que o ambiente não se encontra sujeito a grandes impactos antrópicos que comprometam a qualidade da água do sistema.

#### 7.8.3.6.2 Comunidade Zooplancônica

Na Tabela 21E do **Anexo 7.8.3-4**, se encontra a lista de espécies de organismos zooplancônicos identificados no rio Xingu e tributários, na área diretamente afetada pelo AHE Belo Monte. Nas Tabelas 24E a 27E se encontra a composição específica para cada período de coleta.

##### a) Análise de densidade

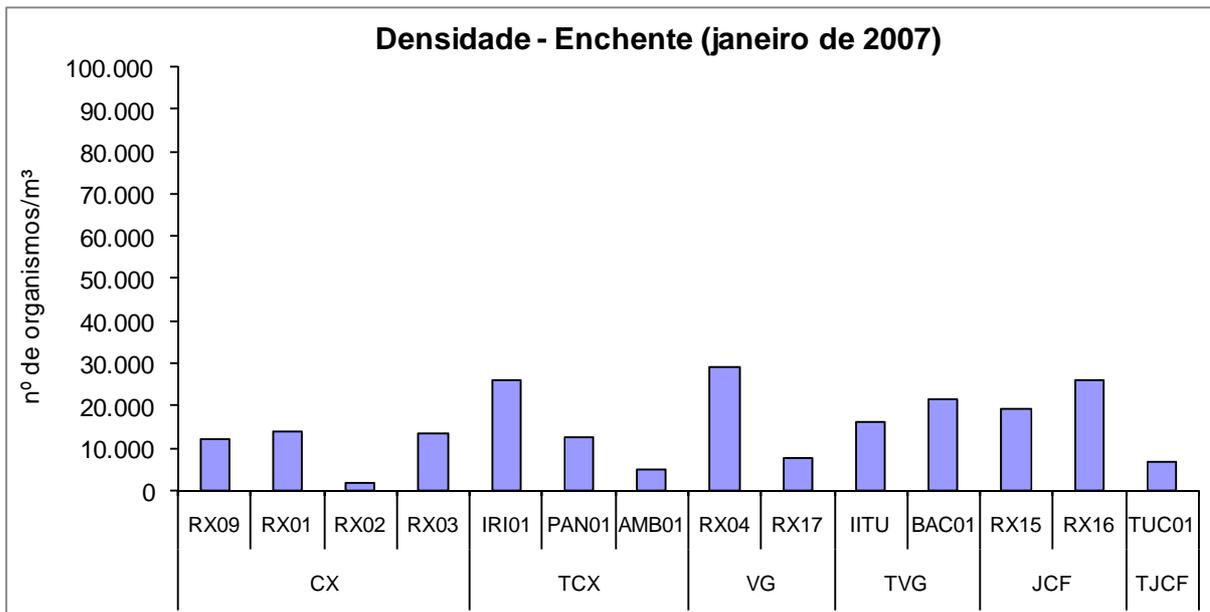
Na Tabela 22E do **Anexo 7.8.3-4** se encontram os resultados de densidade de organismos zooplancônicos para todo o período de estudo.

O **GRÁFICO 7.8.3-60** mostra a densidade dos organismos zooplancônicos registrada na campanha do período de enchente (janeiro/2007), nos 6 compartimentos analisados: calha do Rio Xingu e nos seus tributários; Volta Grande e seus tributários; à jusante da Casa de Força e nos seus tributários.

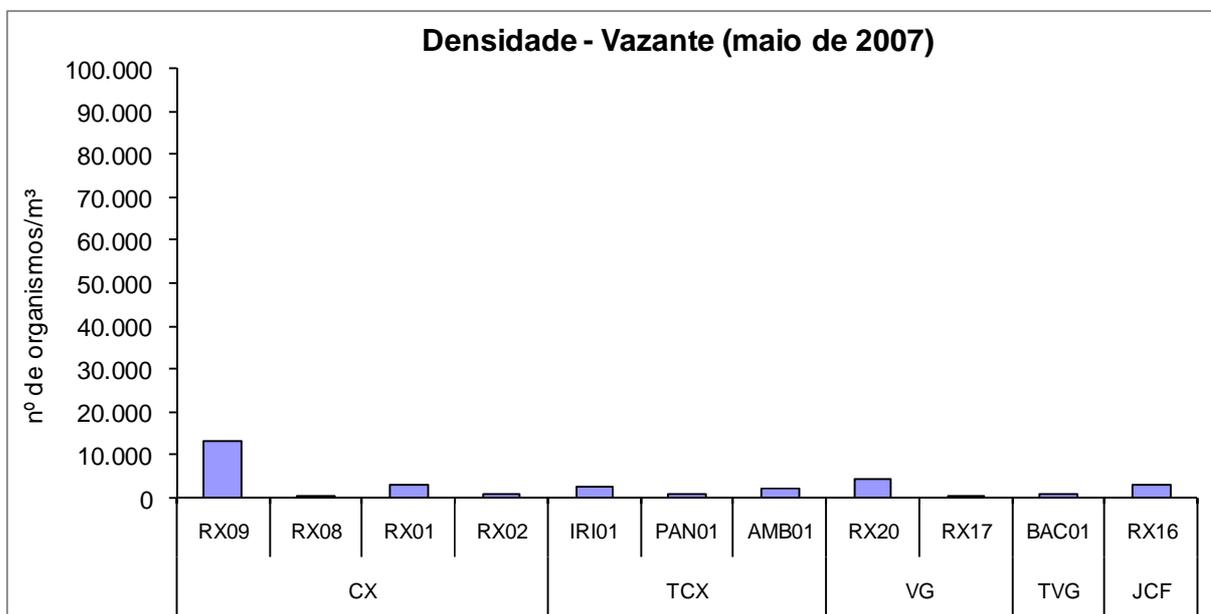
Foram registradas Densidades maiores do que 20.000 org/m<sup>3</sup>, nesse período, nos pontos: IRI01, BAC01 (tributários da calha do rio Xingu e da Volta Grande respectivamente); no RX04 (Volta Grande) e no RX16 (jusante da Casa de Força). A maior densidade foi encontrada na Volta Grande, no ponto RX04, com 29.001 organismos/m<sup>3</sup> e a menor densidade na calha do Xingu, no ponto RX02, com 1.808 organismos/m<sup>3</sup>.

O **GRÁFICO 7.8.3-61** mostra a densidade dos organismos zooplancônicos registrada no período de vazante (maio/2007), em 5 compartimentos: calha do Rio Xingu e nos seus tributários; Volta Grande e seus tributários e à jusante da Casa de Força.

Foi registrada densidade maior do que 10.000 org/m<sup>3</sup> apenas no ponto RX09 (13.439 organismos/m<sup>3</sup>) na calha do rio Xingu. A menor densidade foi registrada na Volta Grande, no ponto RX17, com 184 organismos/m<sup>3</sup>. A densidade dos organismos zooplancônicos durante a vazante foi duas vezes menor do que o período da enchente.

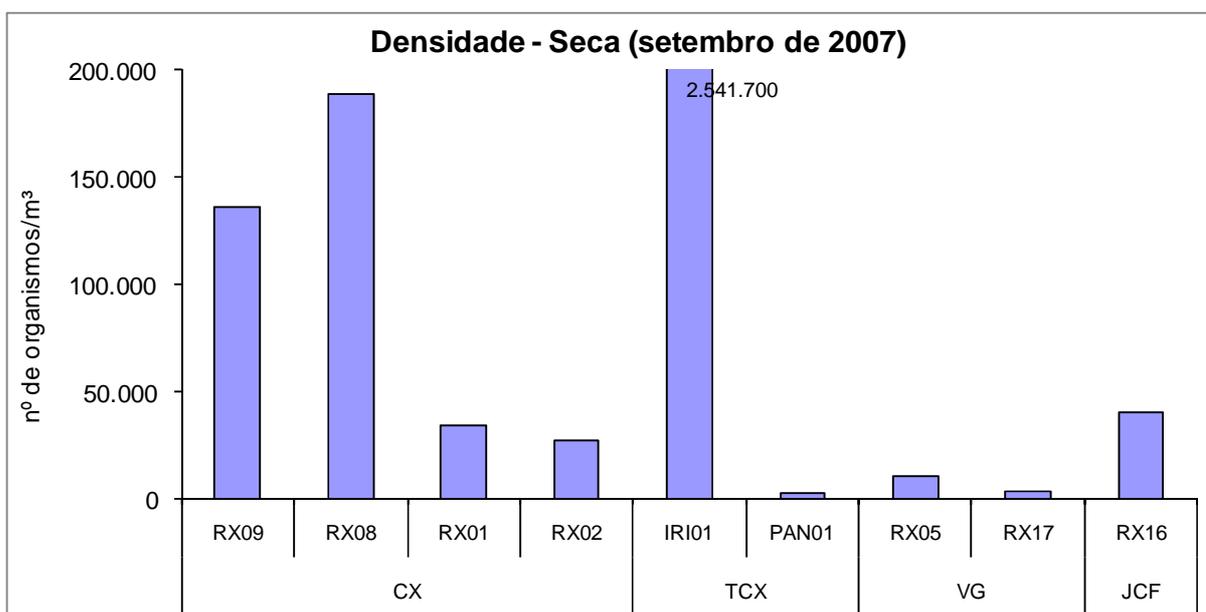


**GRÁFICO 7.8.3-60** - Densidade dos organismos zooplânctônicos (org/m<sup>3</sup>) no período de enchente no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-61** - Densidade dos organismos zooplânctônicos (org/m<sup>3</sup>) no período de vazante no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

Durante o período da seca, devido à redução da vazão, muitas localidades apresentaram pouca profundidade, tornando impossível a amostragem do plâncton. Porém, nos locais onde se formaram remansos houve grande desenvolvimento de zooplâncton. A **GRÁFICO 7.8.3-62** mostram a densidade de organismos zooplanctônicos registrada no período de seca (setembro/2007), nos 4 compartimentos: calha do Rio Xingu e nos seus tributários; Volta Grande; à jusante da Casa de Força. Neste período a densidade zooplanctônica aumentou consideravelmente, registrando densidades maiores do que 100.000 org/m<sup>3</sup> nos pontos RX09 com 136.343 org/m<sup>3</sup>, no RX08 com 189.030 org/m<sup>3</sup> (calha do rio Xingu) e IRI01 (tributário da calha do rio Xingu) com 2.541.700 org/m<sup>3</sup>. Menores densidades foram registradas nos pontos PAN01 (tributário da calha do rio Xingu) com 3.847 org/m<sup>3</sup> e no ponto RX17 (Volta Grande) com 3.847 org/m<sup>3</sup>.



**GRÁFICO 7.8.3-62** - Densidade dos organismos zooplânctônicos (org/m<sup>3</sup>) no período de seca no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

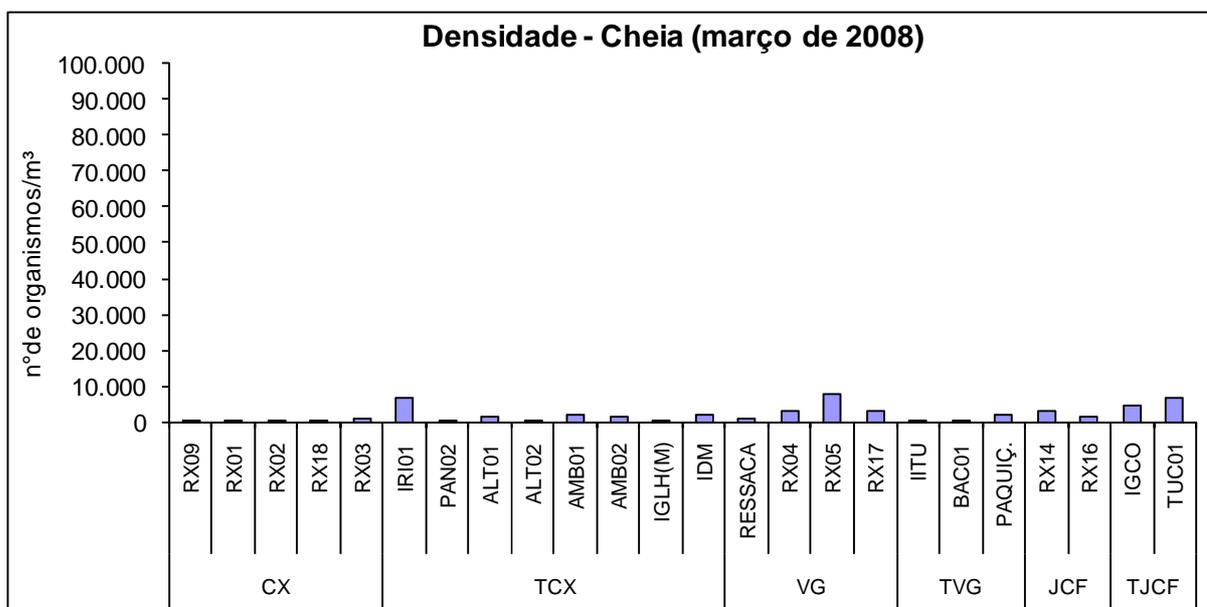
No período da seca a densidade do zooplâncton aumentou consideravelmente em alguns pontos tais como no RX08, RX09 e no tributário IRI01 chegando a ser 100 vezes maior do que o das campanhas anteriores provavelmente devido à redução da velocidade da corrente criando ambientes lânticos propícios ao desenvolvimento do plâncton.

No período da cheia devido ao grande volume de água (vazão do rio Xingu de 19.168 m<sup>3</sup>/s), houve uma redução da densidade dos organismos zooplanctônicos, primeiro por causa da diluição e segundo por serem arrastados pela correnteza. O **GRÁFICO 7.8.3-63** mostra a densidade de organismos zooplanctônicos no período de cheia (março/2007), nos 6 compartimentos: calha do Rio Xingu e nos seus tributários; Volta Grande e seus tributários; à jusante da Casa de Força e nos seus tributários.

Neste período, foram registradas densidades maiores do que 4.000 org/m<sup>3</sup> nos pontos: IRI01, (tributário da calha do rio Xingu) RX05, (Volta Grande) e IGCO (tributário à jusante da Casa

de Força). A maior densidade foi observada na Volta Grande (RX05 com 7.571 organismos/m<sup>3</sup>) e a menor densidade na Calha do rio Xingu (RX09 com 88 organismos/m<sup>3</sup>).

No período da cheia a densidade zooplânctônica é reduzida consideravelmente, sendo que, o ponto com maior abundância nesse período corresponde a apenas 0,3% da maior densidade registrada no período de seca (ponto IRI01).

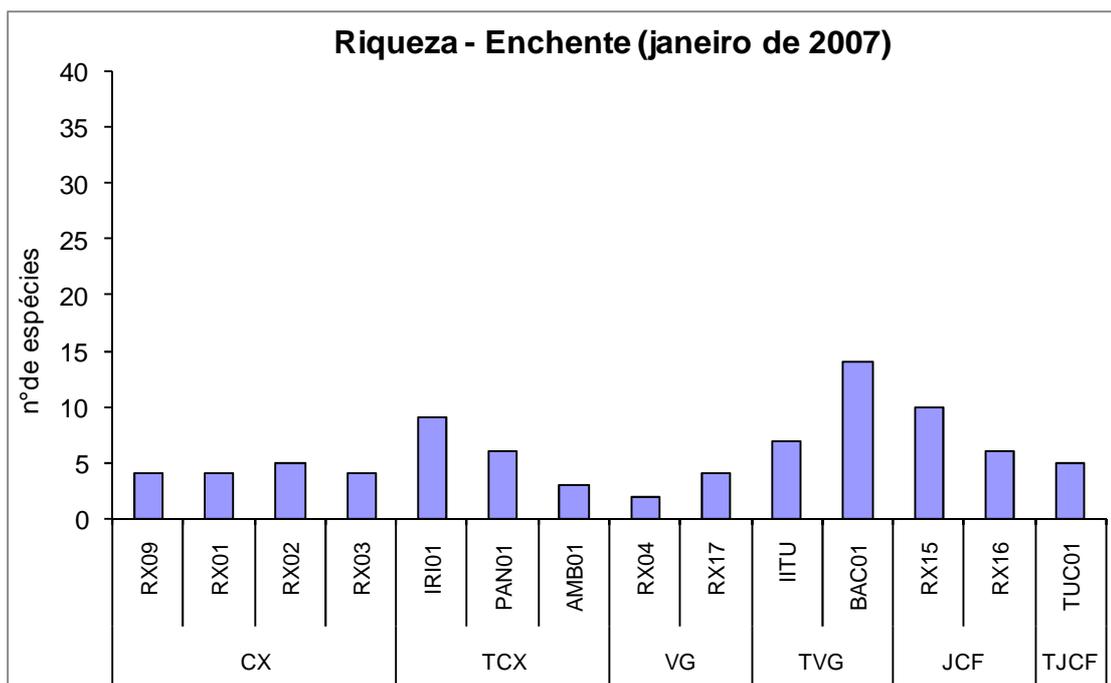


**GRÁFICO 7.8.3-63** - Densidade dos organismos zooplânctônicos (org/m<sup>3</sup>) no período de cheia no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

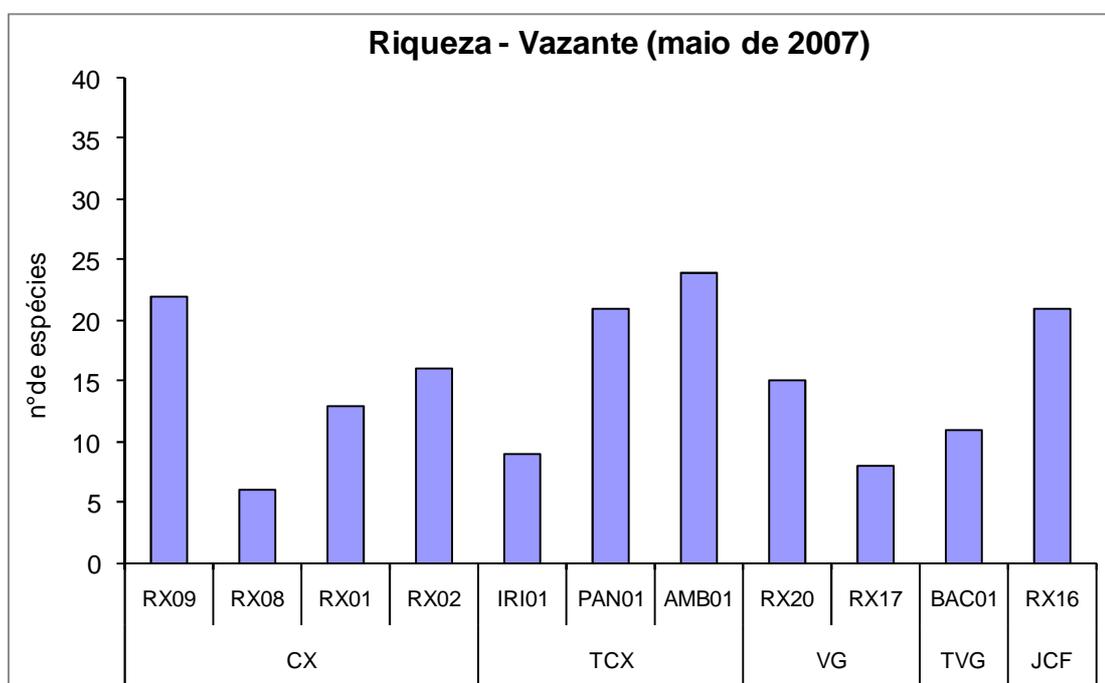
**b) Riqueza de espécies**

No período de enchente, como mostra o **GRÁFICO 7.8.3-64**, o ponto com maior número de espécies foi o BAC01, no rio Bacajá, tributário da Volta Grande, com 14 espécies. O ponto com menor número de espécies foi o ponto RX04, na Volta Grande com apenas 2 espécies.

Na vazante o ponto com maior riqueza foi o AMB01, no igarapé Ambé na cidade de Altamira, apresentando 24 espécies. Os pontos com menor riqueza foram os pontos RX08 na calha do rio Xingu e no ponto RX17 na Volta Grande, ambos os pontos com 8 espécies (**GRÁFICO 7.8.3-65**). Observa-se que durante a vazante há maior riqueza de espécies que na enchente.

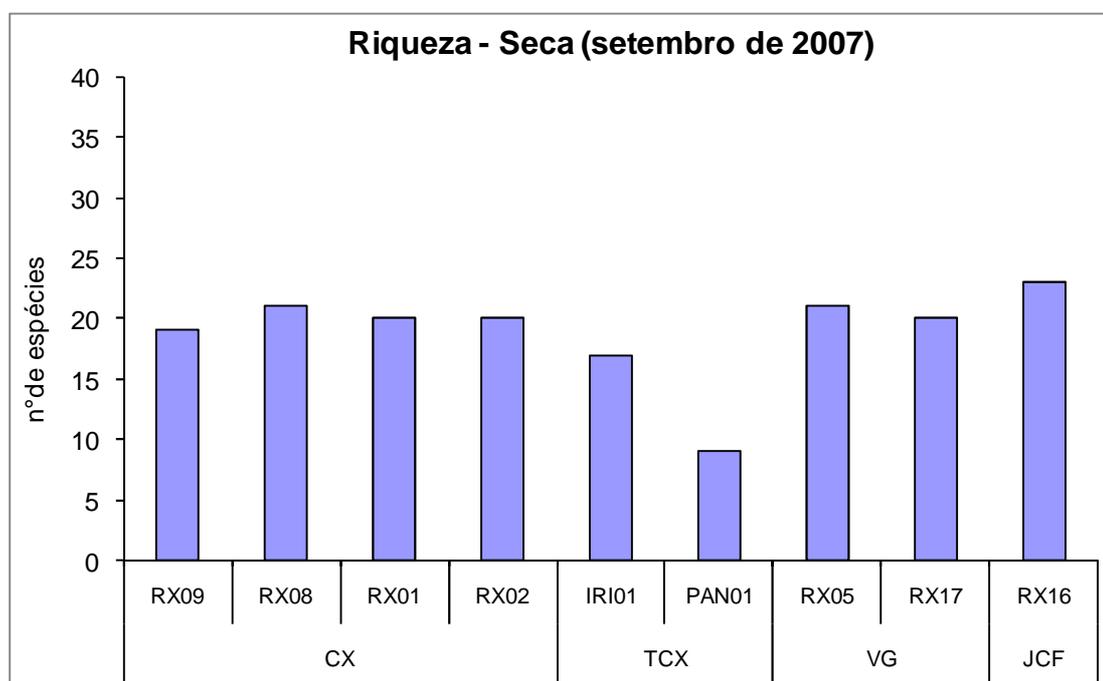


**GRÁFICO 7.8.3-64** - Riqueza (nº de espécies) do zooplâncton durante o período de enchente (jan/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa e Força.



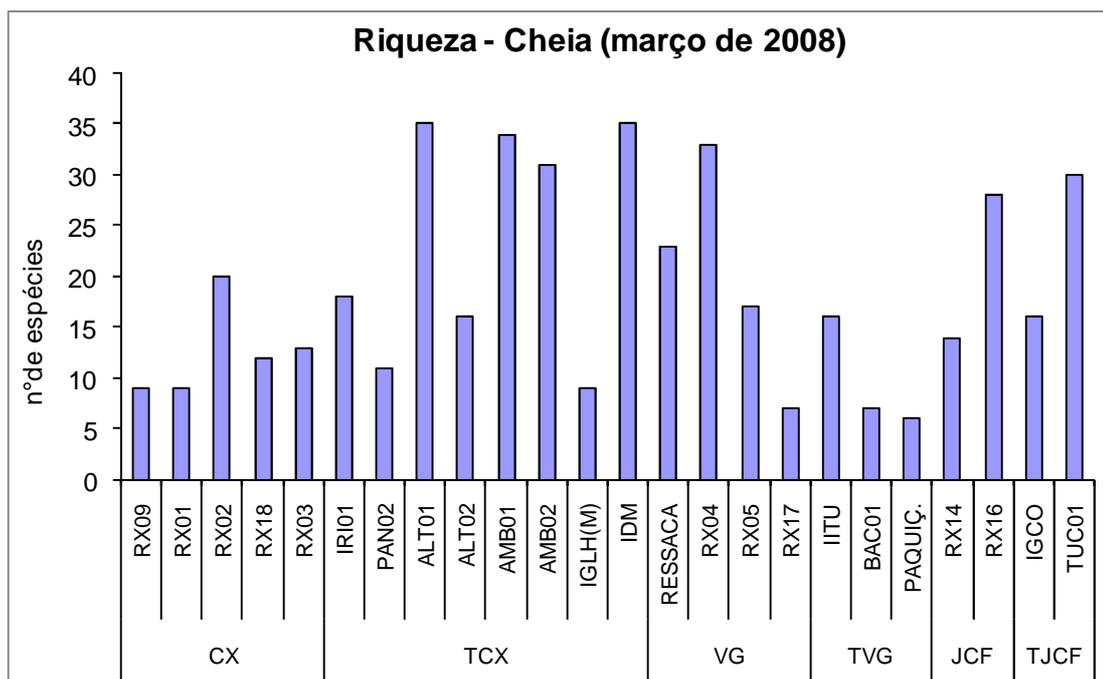
**GRÁFICO 7.8.3-65** - Riqueza (nº de espécies) do zooplâncton durante o período de vazante no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

No período da seca, como mostra a **GRÁFICO 7.8.3-66**, o ponto que apresentou maior riqueza foi o ponto RX16 á jusante da casa de força com 23 espécies e o ponto que apresentou menos espécies foi o ponto PAN01 no tributário da calha do rio Xingu com 9 espécies.



**GRÁFICO 7.8.3-66** - Riqueza (nº de espécies) do zooplâncton durante o período da seca no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

No período de cheia, quando a densidade do zooplâncton foi extremamente baixa, a riqueza se mostrou alta, com 35 espécies em vários pontos de amostragem como pode ser visto no **GRÁFICO 7.8.3-67**. Os pontos ALT01, IDM e AMB01, localizados nos igarapés tributários da calha do rio Xingu foram os que apresentaram maior riqueza com 35 e 34 espécies. O ponto que apresentou menor número de espécies foi o PAQUIÇAMBA, localizado no tributário da Volta Grande, com 6 espécies. Contribuíram para a grande diversidade do zooplâncton desse período organismos do fundo tais como cladóceros Chydoridae, copepodos Harpacticoida e protozoários.



**GRÁFICO 7.8.3-67** - Riqueza (nº de espécies) do zooplâncton durante o período da cheia no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grande do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

**c) Abundância relativa**

A análise da abundância relativa dos principais grupos zooplanctônicos: Rotifera, Cladocera, Copepoda, Protozoa e outros organismos que eventualmente fazem parte do plâncton foi analisada nas 4 campanhas e nos 6 compartimentos estabelecidos: calha do rio Xingu, tributários da calha do Xingu, Volta Grande, tributários da Volta Grande, jusante da Casa de Força e tributários a jusante da Casa de Força.

Durante o período de enchente e em quase todos os pontos houve dominância dos grupos Protozoa e Rotifera como mostra o **GRÁFICO 7.8.3-68**. O ponto onde os protozoários foram mais abundantes foi o RX09, na calha do rio Xingu, onde representaram 74,4% do zooplâncton total. O local onde o grupo Rotifera foi mais abundante foi o RX17, no trecho da Volta Grande, onde representou 75% do zooplâncton total.

Os cladóceros foram encontrados em quantidade razoável principalmente no rio Iriri (IRI01) e no rio Bacajá (BAC01). Os Copepoda mostraram representatividade somente no ponto RX16 (jusante da Casa de Força).

Neste período a espécie mais abundante entre os Rotifera foi *Lecane papuana* representando 41,2% do grupo. Entre os Cladocera, *Moina minuta* foi a espécie mais abundante com 43,8% do seu grupo. No grupo Copepoda as fases de desenvolvimento (copepoditos) de Calanoida foram mais abundante com 81,5% do total de copépodos.

O período de vazante foi dominado pela grande abundância de protozoários como mostra o **GRÁFICO 7.8.3-69**. Apenas o ponto RX08 mostrou uma abundância mais uniforme entre Rotifera, Protozoa e “outros organismos”, representados principalmente por larvas de insetos, gêmulas de bryozoa e nematodas que dominaram a amostra perfazendo 35,11% do zooplâncton total.

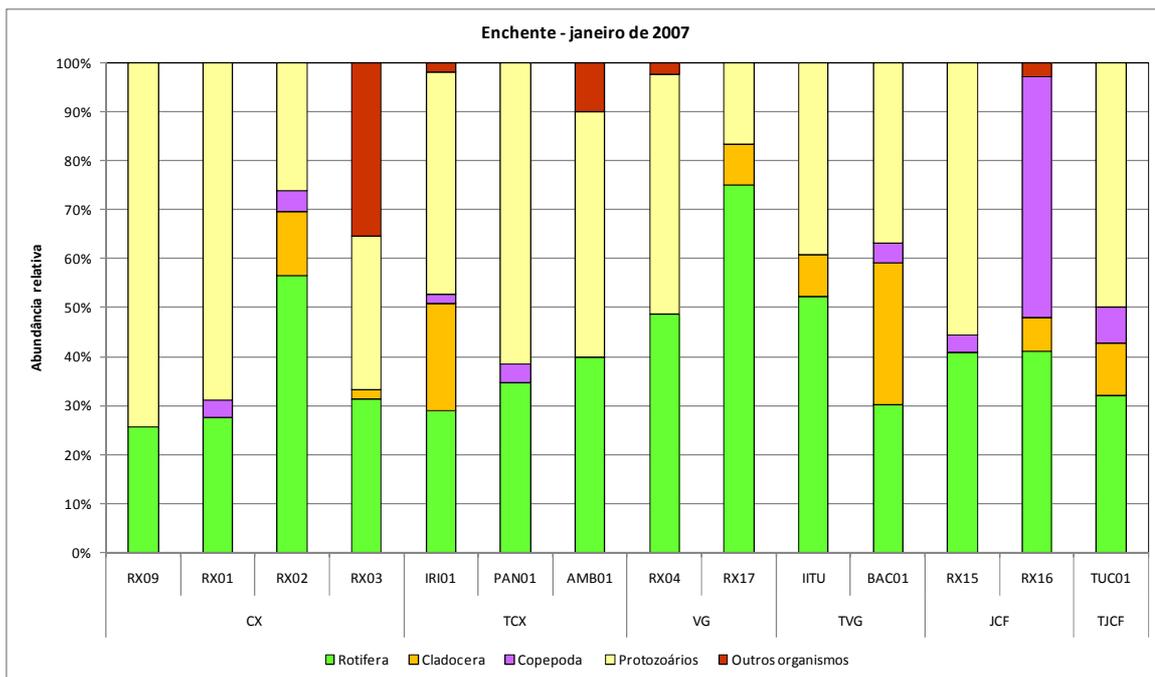
As espécies mais abundantes foram a *Keratella americana* com 32,6% de representatividade entre os Rotifera, *Bosminopsis deitersi* entre os Cladocera com 52%, e entre o grupo dos Copepoda os nauplios de Cyclopoida representaram 71% neste período.

No período de seca, o zooplâncton foi dominado por espécies pelágicas, como pode ser observado no **GRÁFICO 7.8.3-70**. Os rotíferos foram dominantes na maioria dos pontos amostrados. Somente no ponto RX02 (na calha do Xingu) os cladóceros foram dominantes, perfazendo 70% do zooplâncton total. Nos pontos RX17 (Volta Grande) e RX16 (jusante da Casa de Força) houve a presença de copépodes em abundância razoável.

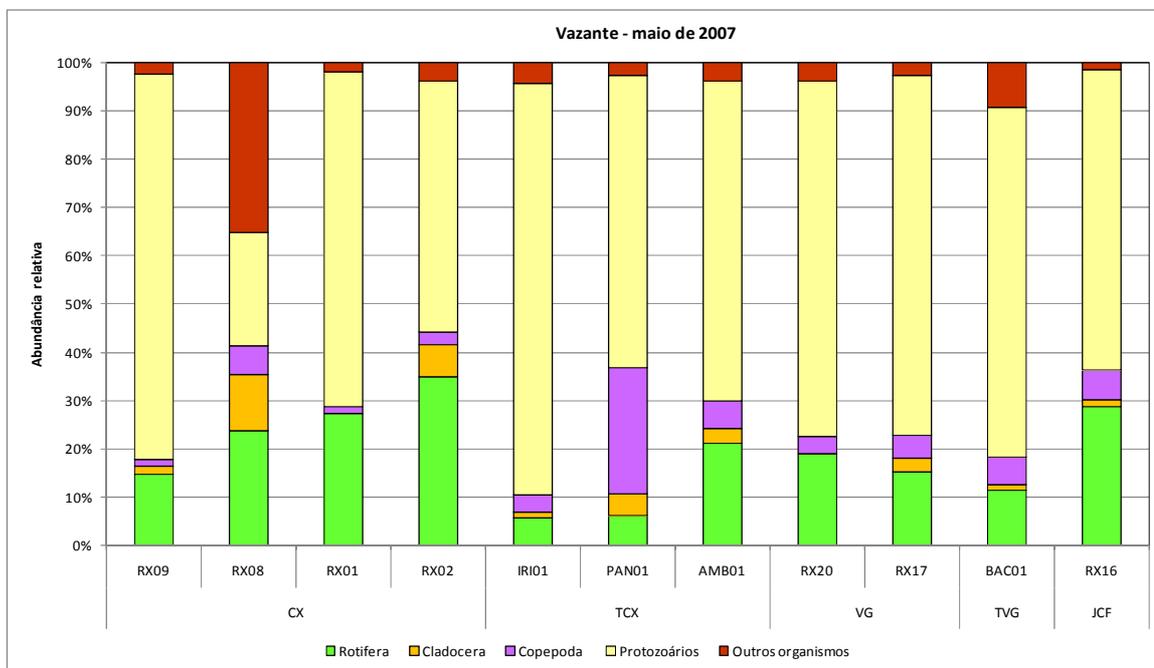
Na seca, a espécie mais abundante entre os rotíferos foi a *Keratella cochlearis* com 53,3%, no grupo Cladocera a espécie mais abundante foi a *Bosminopsis deitersi* com 50,2% de representatividade e os nauplios de Calanoida representaram 58% dos Copepoda.

O **GRÁFICO 7.8.3-71** que se refere à abundância relativa dos grupos zooplanctônicos no período de cheia. Nos pontos da calha do rio Xingu, o grupo dos Protozoa dominou a maioria das amostras numa abundância de 80 a 90% do total do zooplâncton, enquanto que nos tributários os protozoários se apresentaram abundantes somente nos pontos IRI01, IDM (calha do rio Xingu), ITU, Paquiçamba (Volta Grande) e IGCO (jusante da Casa de Força). Nos demais pontos dos tributários da calha do rio Xingu IGLH(M), AMB01, ALT02 e PAN02, estiveram presentes grandes quantidade de “outros organismos”, representados principalmente por larvas de insetos e ostracodes. No TUC01 (tributário a jusante da Casa de Força) os Rotifera foram o grupo dominante.

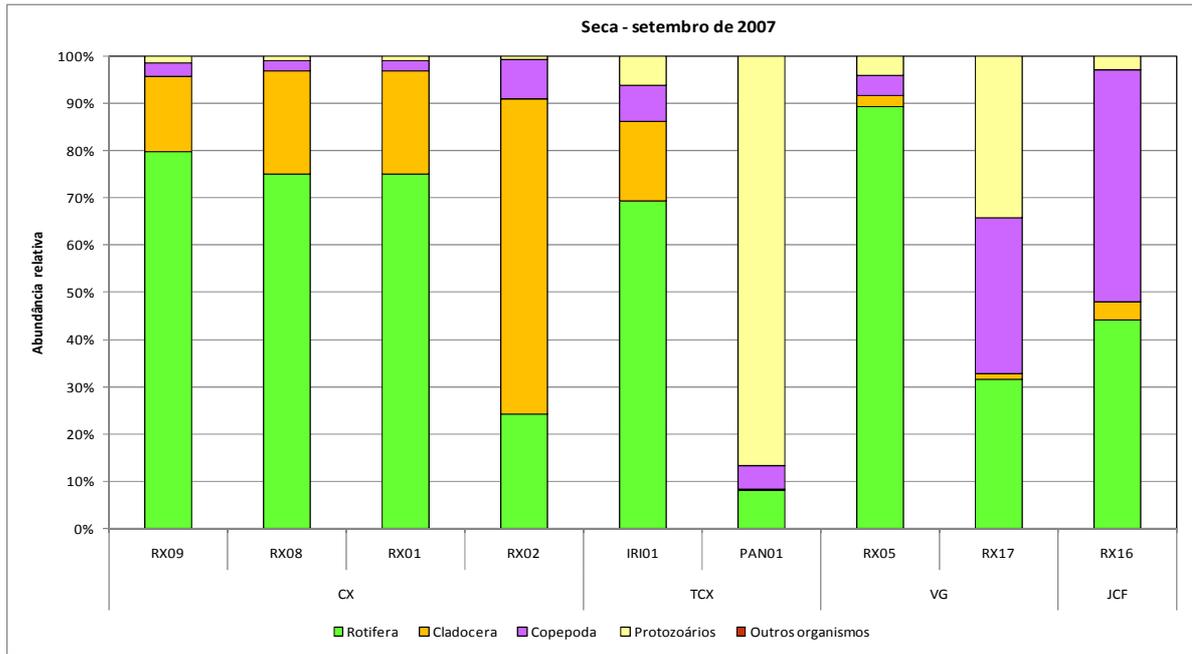
Durante a cheia, os Rotifera da classe Bdelloidea foram mais abundantes com 44,2% de representatividade. Entre os Cladocera, a espécie mais representativa do grupo continuou sendo *Bosminopsis deitersi* com 20,3% e entre os Copepoda os nauplios de Cyclopoida dominaram com 54% neste período.



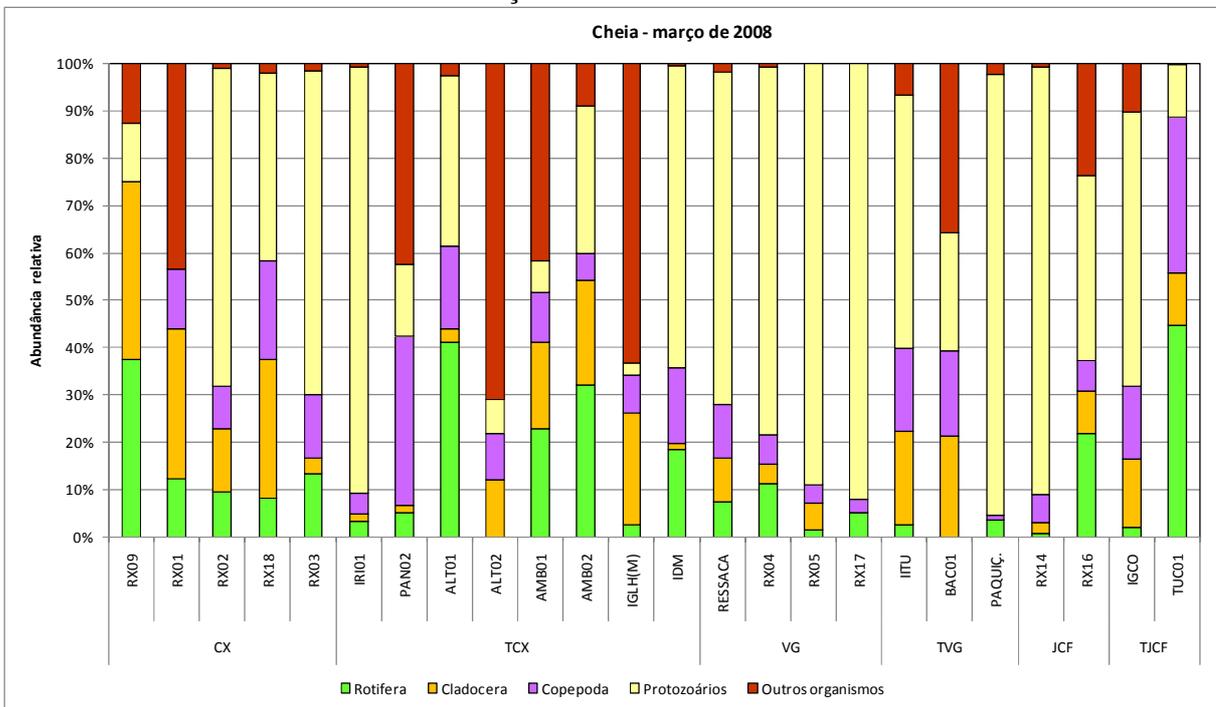
**GRÁFICO 7.8.3-68** - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de enchente (jan/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-69** - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de vazante (mai/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-70** - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de seca (set/07) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.



**GRÁFICO 7.8.3-71** - Abundância relativa dos grupos zooplânctônicos no período de cheia (março/08) no rio Xingu e tributários. Identificação dos trechos: CX – Calha do rio Xingu; TCX – tributários da calha do rio Xingu; VG – Volta Grando do Xingu; TVG – tributários da Volta Grande do Xingu; JCF – Jusante da Casa de Força; TJCF – tributários a Jusante da Casa de Força.

A frequência de ocorrência de espécies zooplanctônicas foi analisada em relação ao número de pontos de amostragem de cada período hidrológico (Tabela 28E do Anexo 7.8.3-4). Os organismos que apresentaram maior frequência de ocorrência foram os protozoários que estiveram presentes em todas as amostras. Do grupo dos Rotifera, as espécies que mostraram maior frequência de ocorrência foram: *Filinia longiseta*, *Polyarthra vulgaris*, *Lecane bulla*. Entre os Cladocera foram: *Bosminopsis deitersi*, *Moina minuta*, *Chydorus eurynotus* e *Ilyocriptus spinifer*. Entre os Copepoda destaca-se a presença de Harpacticoida com grande frequência.

Por se tratar de sistemas lóticos, nota-se a ocorrência mais frequente de organismos do fundo tais como protozoários, Lecanidae entre os Rotifera, Chydoridae e Ilyocriptidae entre os Cladocera e os Harpacticoida entre os Copepoda.

#### d) **Discussão**

A respeito da densidade dos organismos zooplanctônicos, foi registrada uma alta densidade durante o período da seca, 20 vezes maior do que na cheia, enquanto que a composição específica ou riqueza de espécies foi alta na cheia e baixa no período da seca. Este fato pode ser devido a que, durante o período da seca, com a redução dos níveis da água formam-se poças de água onde se concentra matéria orgânica formando um ambiente propício ao desenvolvimento de grande quantidade de plâncton, tanto fito como zooplâncton. O mesmo acontece nos igarapés tributários. Por outro lado, perde-se na diversidade dos organismos, pois no período da seca, muitas localidades ficam sem água.

No começo do período de enchente, a água inunda as poças, os tributários e as águas levam consigo todos os organismos, inclusive aqueles que encontram-se em estágios de dormência. Desta forma explica-se a grande riqueza de espécies que se encontra na cheia. Por outro lado, a densidade dos organismos na cheia é reduzida pelo volume de água, o qual é cerca de 20 vezes maior do que na época da seca, sofrendo diluição, e também pelo aumento da correnteza que carrega todos os organismos que flutuam não oferecendo condições para se reproduzirem.

A análise da composição do zooplâncton em termos de grandes grupos como Rotifera, Cladocera, Copepoda, Protozoa, não fornece indicação sobre a qualidade da água, pois a abundância e a diversidade desses organismos não estão relacionadas diretamente com as características físicas e químicas da água, e sim com a composição do fitoplâncton que serve de alimento. A ocorrência dos grupos Rotifera e Protozoa em maior abundância, na maioria do material amostrado, é um resultado esperado uma vez que se trata de material de ambientes lóticos (rios, igarapés), onde há um predomínio desses organismos. Somente em algumas amostras do período seco, quando se formam ambientes mais estagnados, houve maior desenvolvimento de outros grupos como Copepoda e Cladocera.

Entretanto, algumas espécies de Rotifera tais como *Asplanchna sieboldi*, e *Brachionus calyciflorus* podem ser consideradas indicadores de qualidade da água, pois ocorrem em grande abundância em ambientes com muita matéria orgânica como em tanques de oxidação (MATSUMURA-TUNDISI, 1999) ou algumas espécies de Copepoda Calanoida como *Argyrodiaptomus azevedoi* que ocorre em sistemas oligotróficos (com poucos nutrientes) da bacia do rio Tietê (MATSUMURA-TUNDISI, 2002). As espécies dominantes e mais frequentes registradas nas amostras do rio Xingu foram os Rotífera *Filinia longiseta*, *Lecane*

*bullae* e *Polyarthra vulgaris*, o Cladocera limnético *Moina minuta* e alguns Copepoda, espécies todas indicadoras de que o sistema se encontra bem preservado.

Os testes estatísticos realizados para verificar a similaridade entre os compartimentos quanto à variação da densidade do zooplâncton total e riqueza de espécies mostrou que não houve diferença significativa na densidade total do zooplâncton entre os compartimentos do rio Xingu (calha do rio Xingu, Volta Grande e à jusante da Casa de Força), nos 4 períodos amostrados. Porém, entre os tributários (tributários da calha do rio Xingu, tributários da Volta Grande e tributários à jusante da Casa de Força), houve diferença significativa apenas no período da cheia, onde a densidade do zooplâncton total foi maior nos tributários à jusante da Casa de Força do que nos tributários da calha do rio Xingu e da Volta Grande (Tabelas 29E a 45E do **Anexo 7.8.3-4**).

Em relação aos grupos zooplanctônicos (Rotifera, Cladocera, Copepoda e Protozoa), houve variação significativa de densidade apenas no período da seca, onde a densidade do grupo Copepoda foi maior a jusante da Casa de Força do que na calha do rio Xingu e da Volta Grande. Já entre os respectivos tributários houve diferença significativa de densidade dos grupos Cladocera e Copepoda, no período da cheia, que foi maior nos tributários pertencentes à jusante da Casa de Força do que dos tributários da calha do rio Xingu e da Volta Grande.

Quanto à riqueza de espécies, a análise entre os compartimentos mostrou que somente o compartimento a jusante da Casa de Força apresentou diferença significativa, com maior riqueza de espécies no período da enchente. Entre os tributários não houve diferença significativa de riqueza de espécies nos quatro períodos hidrológicos.

Considerando a riqueza de espécies por grupo zooplanctônico, verificou-se que no período seco, somente o compartimento da Casa de Força apresentou diferença significativa com maior riqueza para os Rotifera, enquanto que no período da cheia, o compartimento calha do rio Xingu mostrou diferença significativa com maior riqueza para os Copepoda. Entre os tributários não foi observada nenhuma diferença significativa quanto à riqueza de espécies dos Rotifera, Cladocera e Copepoda.

Em relação à densidade do zooplâncton houve diferença significativa com maior densidade nos compartimentos da calha do rio Xingu e da Casa de Força, somente no período seco. Nos tributários dos compartimentos calha do rio Xingu e da Casa de Força também houve diferença significativa apresentando maior densidade no período seco.

Considerando os grupos Rotifera, Cladocera e Copepoda, somente o compartimento da calha do rio Xingu apresentou diferença significativa com densidade maior para os três grupos zooplanctônicos no período da seca. O compartimento da Volta Grande apresentou diferença significativa no período seco com densidade maior dos Copepoda, enquanto no compartimento da Calha do rio Xingu foi devido ao grupo dos Rotifera.

Nos tributários da calha do rio Xingu a densidade dos grupos Rotifera, Copepoda e Cladocera foi significativamente maior no período da seca, porém nos tributários da Volta Grande foram os grupos Rotifera e Protozoa que apresentaram densidades significativamente maiores no período da enchente.

Em relação à riqueza de espécies do zooplâncton nos três compartimentos, a calha do rio Xingu apresentou diferença significativa com maior riqueza durante o período da seca, porém nos tributários não houve diferença significativa da riqueza de espécies em nenhum dos períodos hidrológicos.

Considerando os grupos zooplanctônicos a análise da riqueza de espécies em cada um dos compartimentos e nos 4 períodos hidrológicos observou-se que apenas o compartimento da calha do rio Xingu no período da seca apresentou diferença significativa na riqueza de espécies para os três grupos: Rotifera, Cladocera e Copepoda com maior riqueza para esse período.

Nos tributários não houve variação significativa de riqueza de espécies para nenhum grupo zooplanctônico.

De uma forma geral, as análises estatísticas mostraram que o desenvolvimento da comunidade zooplanctônica está relacionado com as diferentes estações do ciclo hidrológico e se desenvolve, principalmente, no período da seca quando diminui a vazão e se formam ambientes de remanso. Os compartimentos do rio Xingu, calha do rio Xingu, à jusante da Casa de Força e os seus tributários foram responsáveis pela alta densidade de zooplâncton e pela maior riqueza de espécies que ocorreram na estação seca.

#### **7.8.3.6.3 Interações Entre as Comunidades Planctônicas**

A seguir são apresentados os resultados das interações entre as comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica e entre as comunidades zooplanctônica e ictioplanctônica.

##### **a) Densidade**

O **GRÁFICO 7.8.3-72** mostra a variação das densidades (organismos/m<sup>3</sup>) do fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários em janeiro de 2007, período de enchente. No **GRÁFICO 7.8.3-73** se encontra o gráfico da correlação entre as densidades das duas comunidades para o período de enchente a qual apresentou um coeficiente de correlação correspondente a 0,5348 (p = 0,049), indicando correlação significativa entre ambas densidades de organismos.

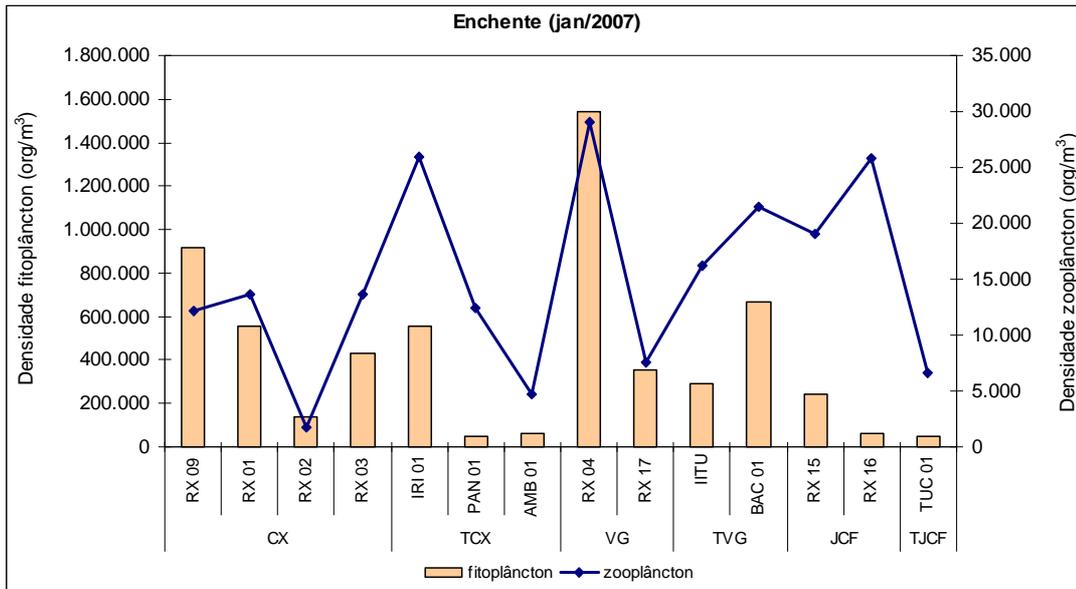


GRÁFICO 7.8.3-72 - Variação das densidades (org/m³) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de enchente (janeiro de 2007).

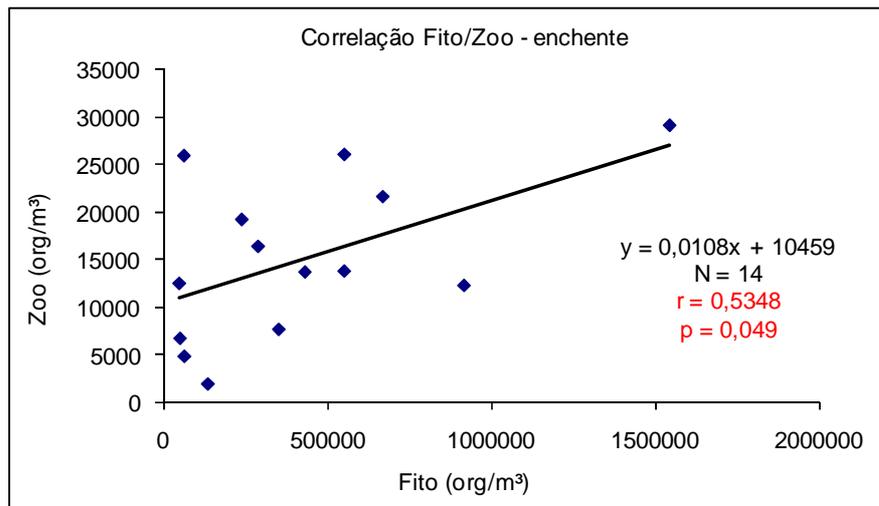
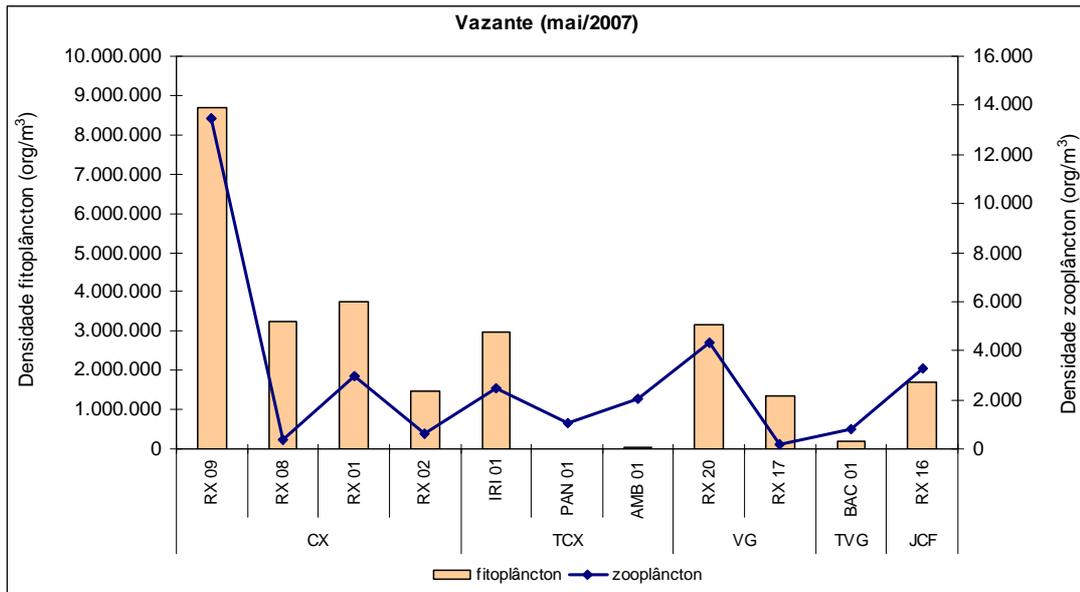
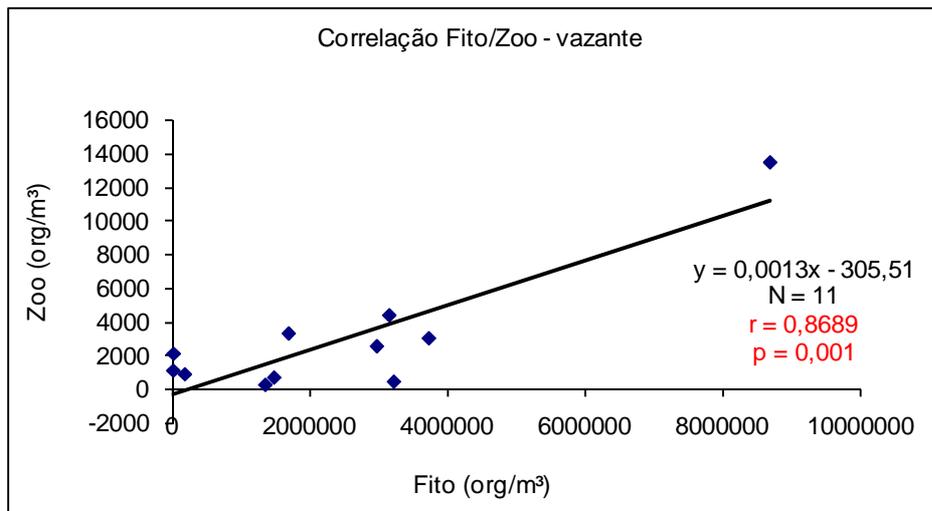


GRÁFICO 7.8.3-73 - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007). N=nº observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

O GRÁFICO 7.8.3-74 mostra a variação das densidades (organismos/m³) das comunidades de fito e zooplâncton no rio Xingu e tributários em maio de 2007, no período de vazante. No GRÁFICO 7.8.3-75 se encontra o gráfico da correlação entre as densidades das duas comunidades para o período de vazante a qual apresentou um coeficiente de correlação correspondente a 0,8689 (p = 0,001), indicando correlação significativa entre ambas densidades de organismos nesse período hidrológico.

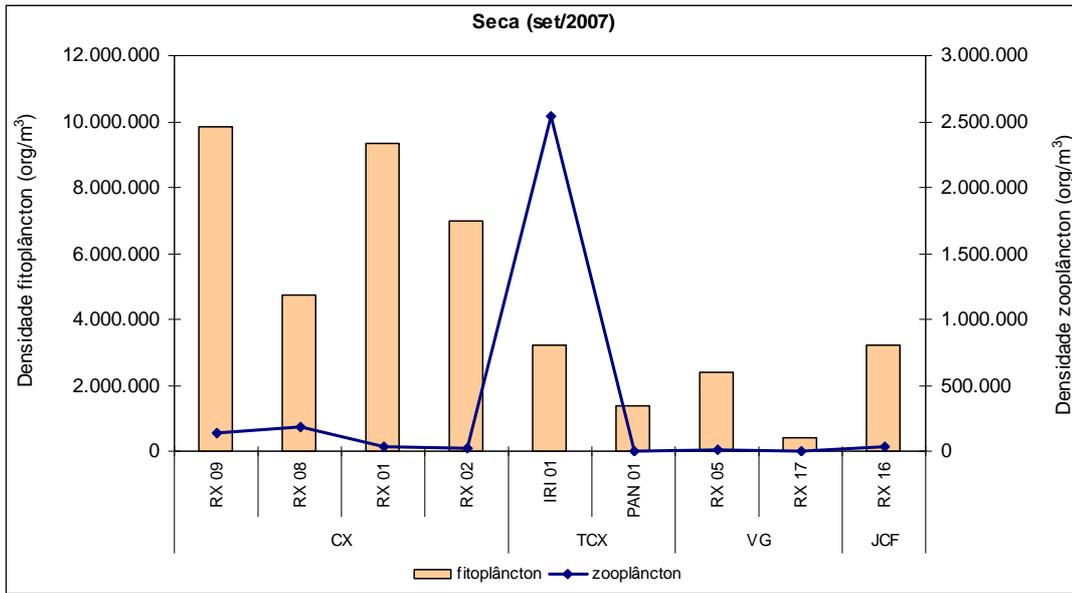


**GRÁFICO 7.8.3-74** - Variação das densidades (org/m³) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de vazante (maio de 2007).

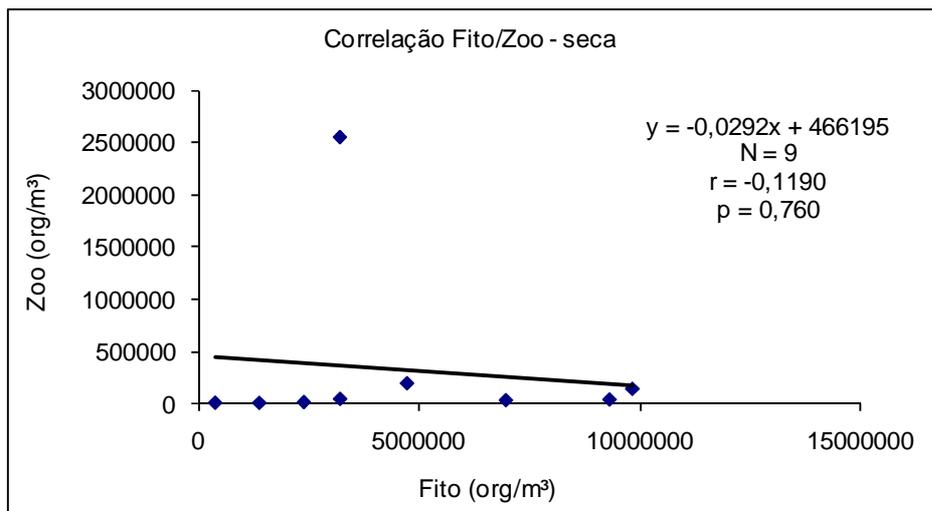


**GRÁFICO 7.8.3-75** - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de vazante (maio de 2007). N=n° observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-76** mostra a variação das densidades (organismos/m³) de fitoplâncton e zooplâncton do rio Xingu e tributários em setembro de 2007, período de seca. No **GRÁFICO 7.8.3-77** se encontra o gráfico da correlação entre as densidades das duas comunidades para o período de seca a qual apresentou um coeficiente de correlação correspondente a -0,1190 ( $p = 0,760$ ), indicando que não houve correlação entre ambas densidades de organismos nesse período hidrológico.

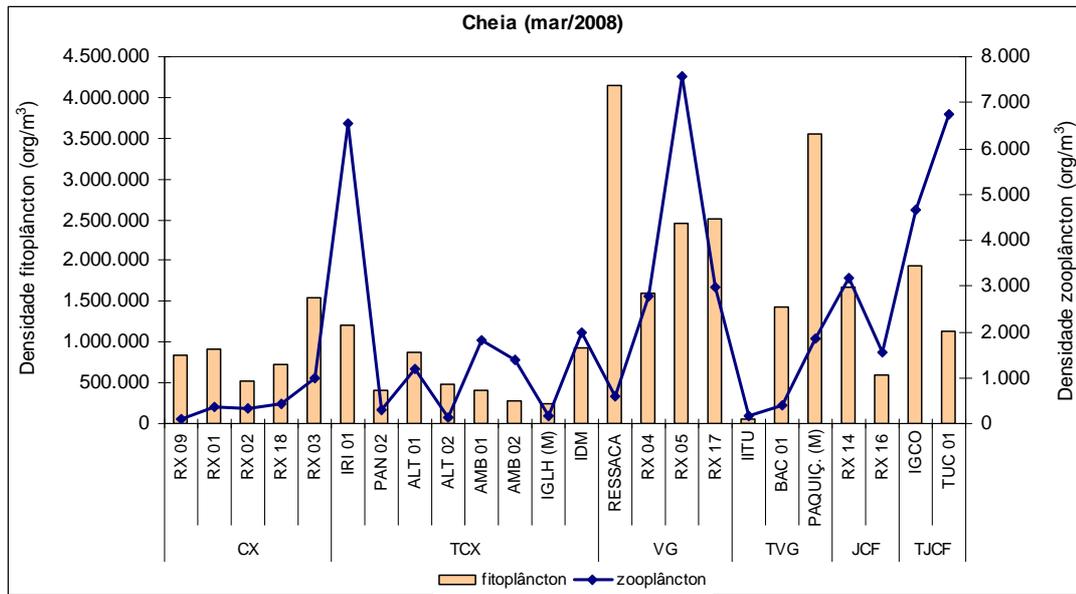


**GRÁFICO 7.8.3-76** - Variação das densidades (org/m³) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de seca (setembro de 2007).

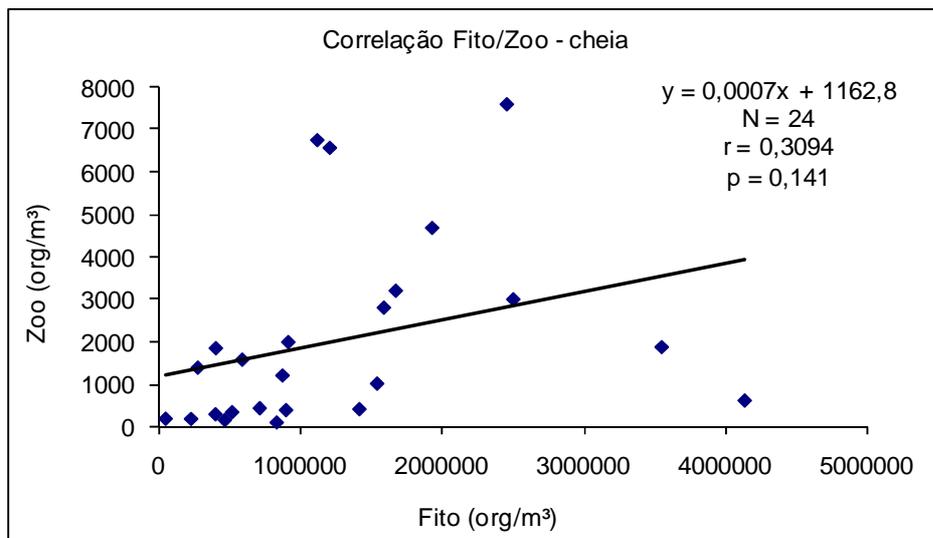


**GRÁFICO 7.8.3-77** - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=nº observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-78** mostra a variação das densidades (organismos/m³) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários em março de 2007 no período de cheia. No **GRÁFICO 7.8.3-79** se encontra o gráfico da correlação entre as densidades das duas comunidades para o período de vazante a qual apresentou um coeficiente de correlação correspondente a 0,3094 (p = 0,141) indicando que não houve correlação significativa entre ambas densidades de organismos nesse período hidrológico.



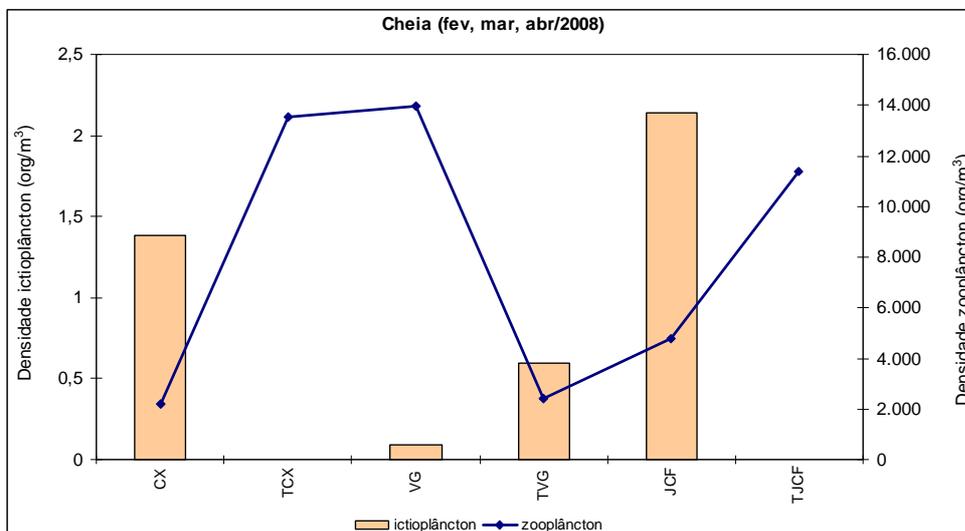
**GRÁFICO 7.8.3-78** - Variação das densidades (org/m³) de fitoplâncton e zooplâncton no rio Xingu e tributários no período de cheia (março de 2008).



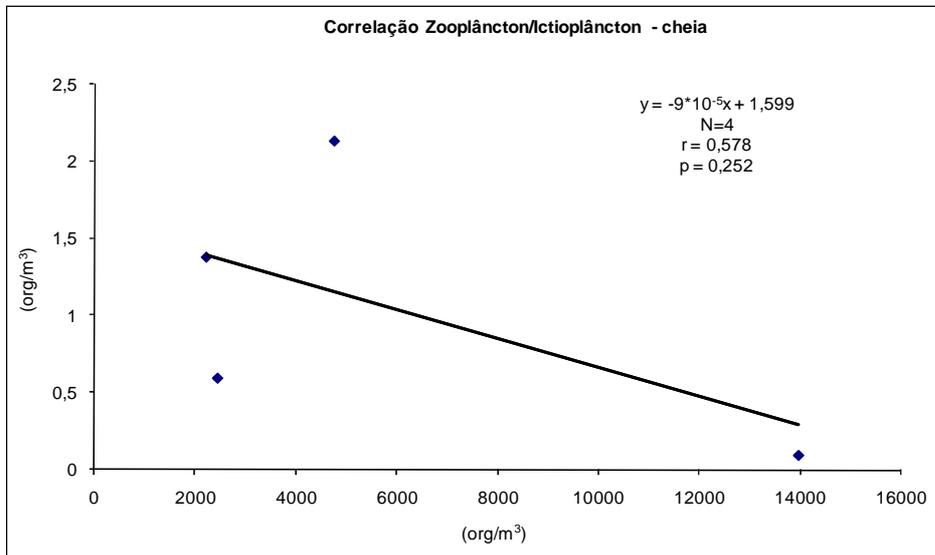
**GRÁFICO 7.8.3-79** - Correlação entre as densidades de fitoplâncton e zooplâncton no período de cheia (março de 2008). N=nº observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-80** mostra a variação das densidades (organismos/m³) do zooplâncton no mês de março de 2008 e do ictioplâncton nos meses de fevereiro, março e abril de 2008 no rio Xingu e tributários. Para realizar esta análise, foram consideradas as densidades totais por trecho do rio Xingu devido a que, alguns pontos de coleta de zooplâncton e ictioplâncton não correspondem ao mesmo local, mas sim aos mesmos trechos considerados neste estudo. Pela disponibilidade de dados de ictioplâncton, e devido aos hábitos reprodutivos dos peixes da região, as comparações foram realizadas somente para o período de cheia.

No **GRÁFICO 7.8.3-81** se encontra o gráfico da correlação entre as densidades das duas comunidades para o período de cheia a qual apresentou um coeficiente de correlação correspondente a 0,578 ( $p = 0,252$ ), indicando que não houve correlação significativa entre ambas densidades de organismos.



**GRÁFICO 7.8.3-80** - Variação das densidades (org/m³) de zooplâncton e ictioplâncton no rio Xingu e tributários no período de cheia (fevereiro, março e abril de 2008).

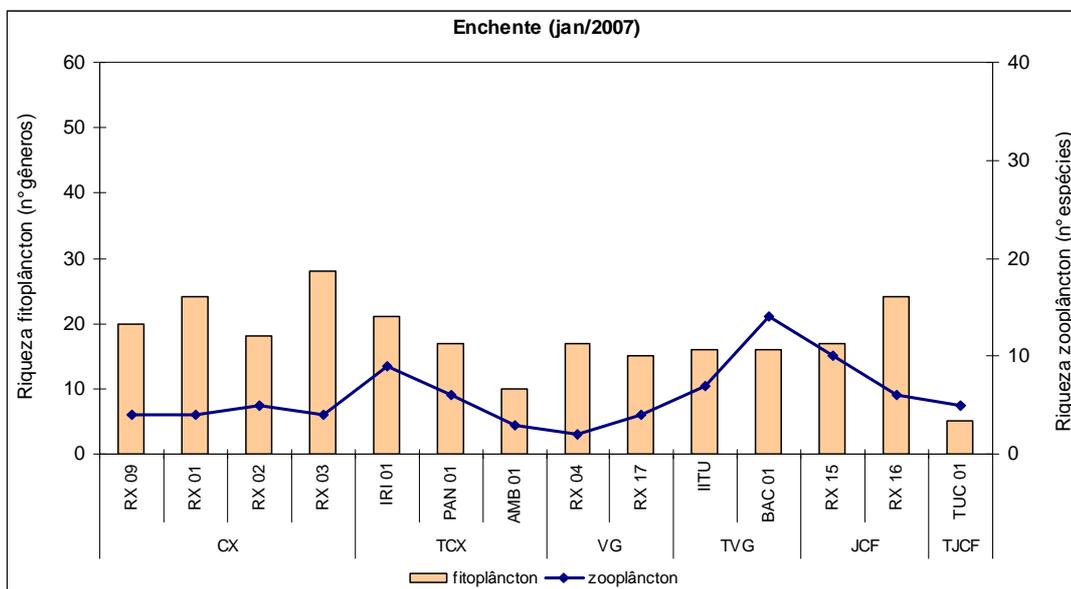


**GRÁFICO 7.8.3-81** - Correlação entre as densidades de zooplâncton e ictioplâncton no período de cheia (fevereiro, março e abril de 2008).  $N=n^{\circ}$  observações;  $r$ =coeficiente de correlação linear;  $p$ =nível de significância observado.

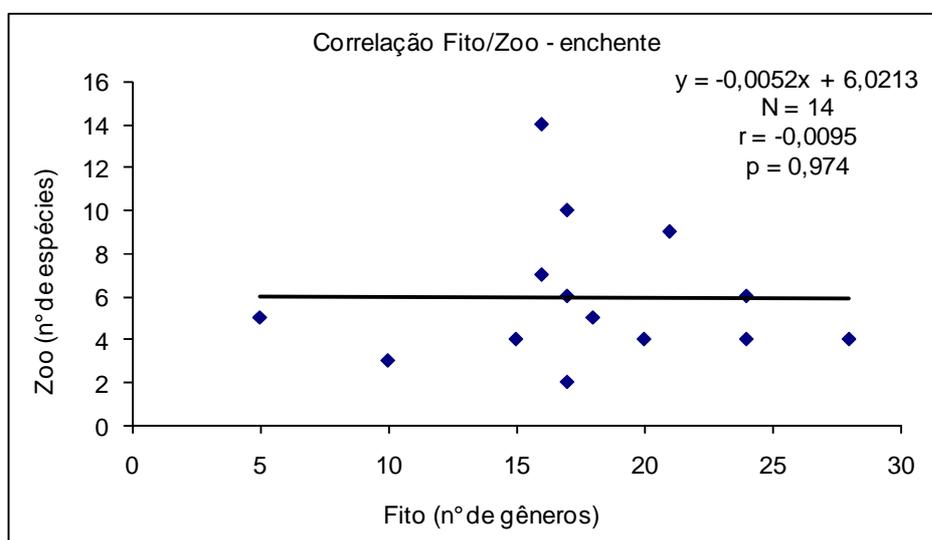
**b) Riqueza**

Com relação à riqueza de espécies das comunidades de fitoplâncton e zooplâncton podemos observar no **GRÁFICO 7.8.3-82**, a variação da riqueza de espécies das comunidades zooplânctonica e fitoplânctônica durante o período de enchente (janeiro de 2007). No

**GRÁFICO 7.8.3-83** está representada a correlação entre a riqueza das duas comunidades sendo que a mesma apresentou coeficiente de correlação correspondente a  $-0,0095$  ( $p = 0,974$ ) indicando que não houve correlação significativa entre a riqueza do fito e o zooplâncton no período de enchente.



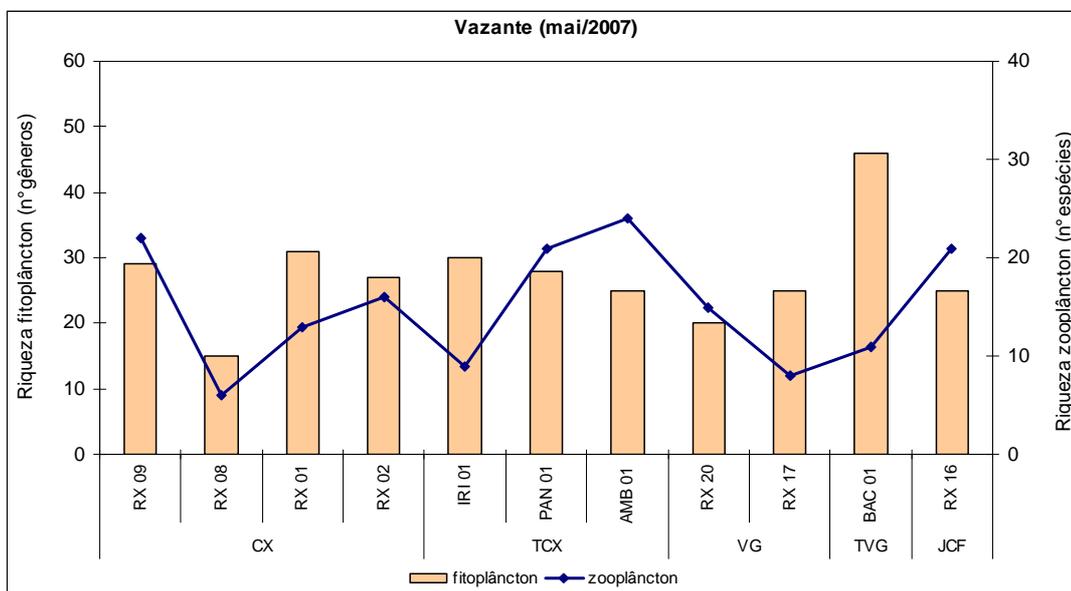
**GRÁFICO 7.8.3-82** - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (nº de gêneros) e zooplâncton (nº de espécies) no rio Xingu e tributários no período de enchente (janeiro de 2007).



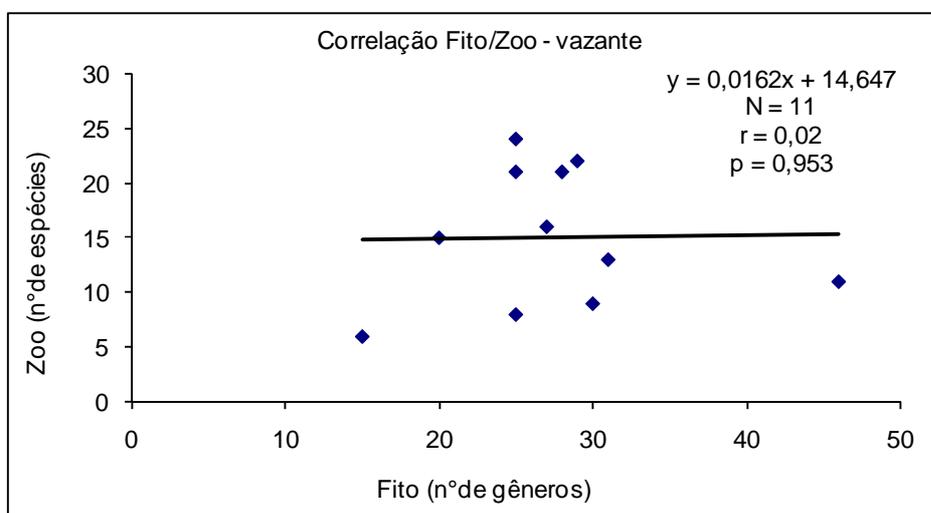
**GRÁFICO 7.8.3-83** - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007).  $N=n^{\circ}$  observações;  $r$ =coeficiente de correlação linear;  $p$ =nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-84** mostra a variação da riqueza de espécies das comunidades zooplânctonica e fitoplânctônica no rio Xingu e tributários durante o período de vazante (maio de 2007). No **GRÁFICO 7.8.3-85** está representada a correlação entre a riqueza das duas comunidades sendo que a mesma apresentou um coeficiente de correlação correspondente a

0,02 ( $p = 0,953$ ), indicando que não houve correlação significativa entre a riqueza do fito e o zooplâncton no período de vazante.

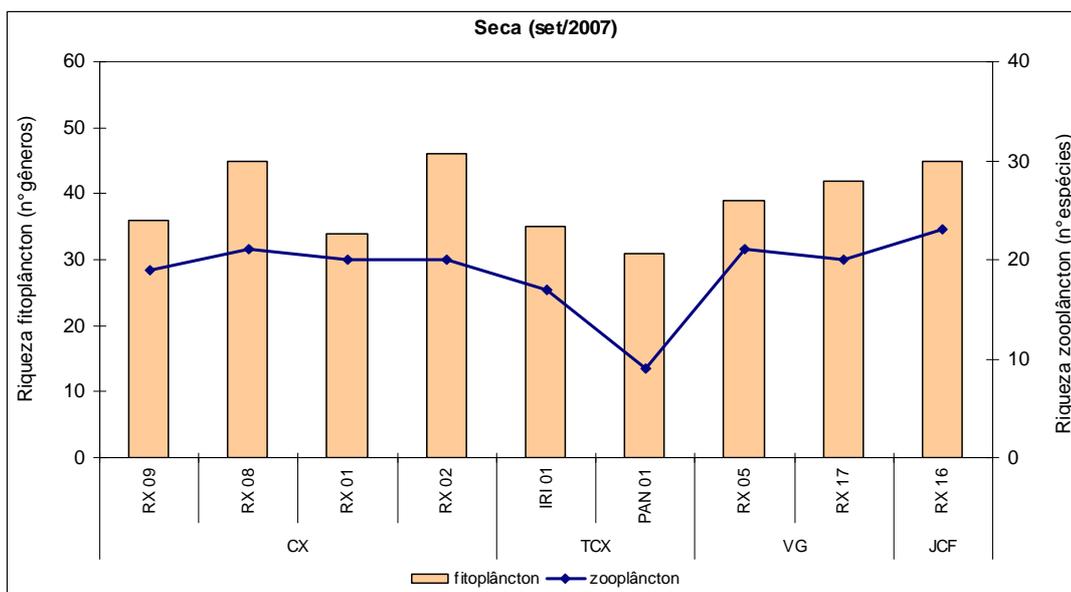


**GRÁFICO 7.8.3-84** - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (nº de gêneros) e zooplâncton (nº de espécies) no rio Xingu e tributários no período de vazante (maio de 2007).

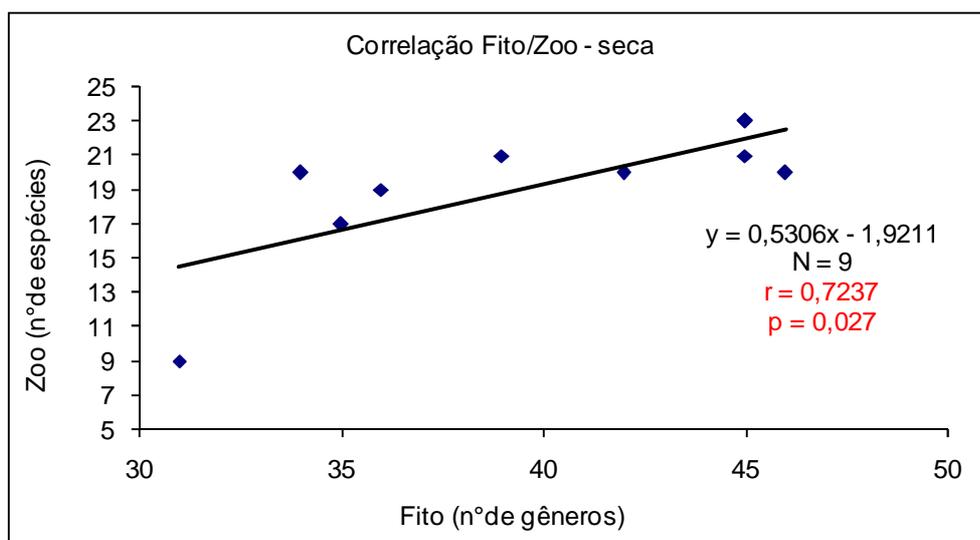


**GRÁFICO 7.8.3-85** - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de enchente (janeiro de 2007).  $N=n^{\circ}$  observações;  $r$ =coeficiente de correlação linear;  $p$ =nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-86** mostra a variação da riqueza de espécies das comunidades zooplânctônica e fitoplanctônica no rio Xingu e tributários durante o período da seca (setembro de 2007). No **GRÁFICO 7.8.3-87** está representada a correlação entre a riqueza das duas comunidades sendo que a mesma apresentou um coeficiente de correlação correspondente a 0,7237 ( $p = 0,027$ ), indicando que houve correlação significativa entre a riqueza do fito e o zooplâncton no período de seca.

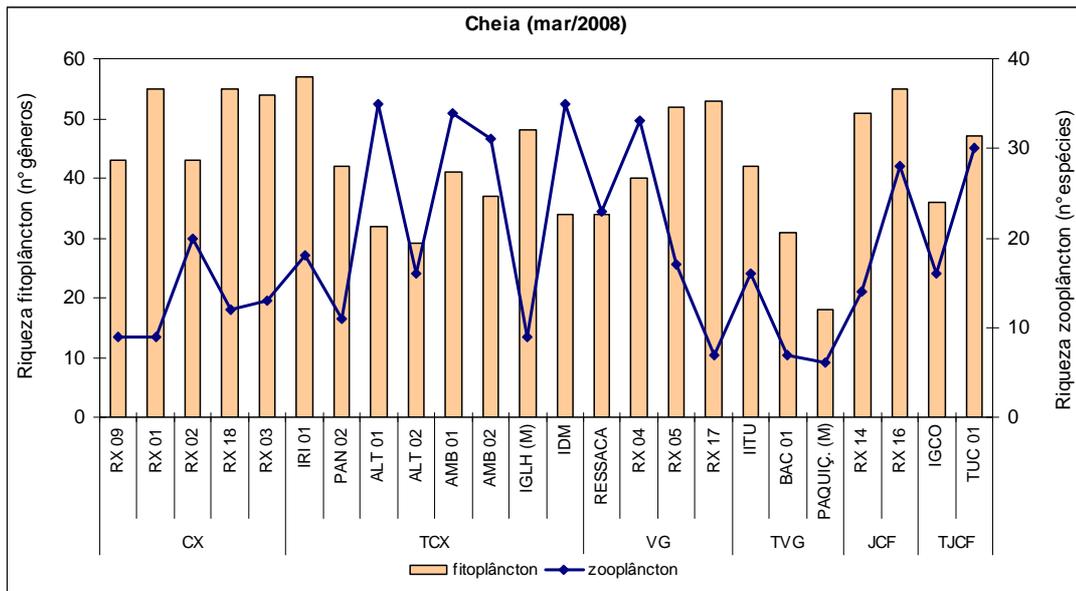


**GRÁFICO 7.8.3-86** - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (nº de gêneros) e zooplâncton (nº de espécies) no rio Xingu e tributários no período de seca (setembro de 2007).

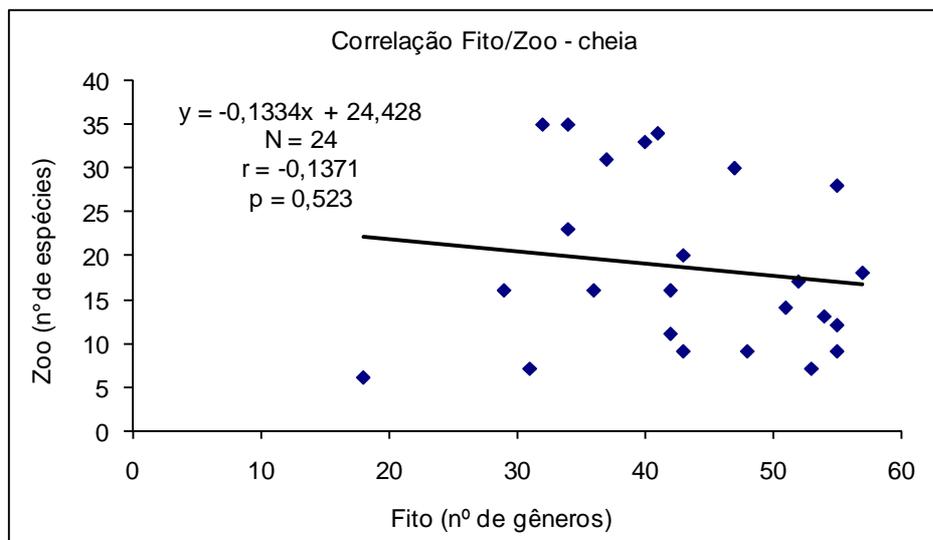


**GRÁFICO 7.8.3-87** - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=nº observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

O **GRÁFICO 7.8.3-88** mostra a variação da riqueza de espécies das comunidades zooplancônica e fitoplancônica no rio Xingu e tributários durante o período de cheia (março de 2008). No **GRÁFICO 7.8.3-89** está representada a correlação entre a riqueza das duas comunidades sendo que a mesma apresentou um coeficiente de correlação correspondente a -0,1371 ( $p = 0,523$ ), indicando que não houve correlação significativa entre a riqueza do fito e o zooplâncton no período de cheia.



**GRÁFICO 7.8.3-88** - Variação da riqueza de espécies e/ou gênero entre o fitoplâncton (nº de gêneros) e zooplâncton (nº de espécies) no rio Xingu e tributários no período de cheia (março de 2008).



**GRÁFICO 7.8.3-89** - Correlação entre riqueza de fitoplâncton e zooplâncton no período de seca (setembro de 2007). N=nº observações; r=coeficiente de correlação linear; p=nível de significância observado.

Somente nos períodos de enchente e vazante foram observadas correlações significativas entre as densidades de organismos fito e zooplânctônicos. Este fato pode ser explicado pela ação da correnteza sobre as populações de algas e microinvertebrados bentônicos, típicos de ambientes lóticos, provocando a deriva dos organismos para a coluna de água, aumentando assim o número de organismos encontrados na região pelágica.

A riqueza de espécies de zooplâncton apresentou correlação significativa com o número de gêneros de fitoplâncton no período de seca, indicando que o aumento da diversidade pode ter ocorrido em função do aumento de nichos criados pela baixa vazão nesse período.

Não foi observada uma correlação entre a densidade de larvas de peixes (ictioplâncton) e a densidade do zooplâncton no período de cheia. Provavelmente isto se deve aos hábitos reprodutivos dos peixes da região, os quais entram nos igapós e igarapés alagados para procriar, enquanto que o zooplâncton é diluído e carregado para o curso principal do rio, pelo aumento da vazão. Desta forma as maiores densidades acabam acontecendo em locais diferentes do sistema.

**c) Análise estatística**

**c1) Trechos do rio Xingu**

Os resultados da análise de correlação linear simples entre as variáveis da qualidade da água e de densidade e riqueza de espécies de fitoplâncton e zooplâncton referentes aos dados obtidos no rio Xingu estão apresentados na Tabela 46E. Foram agrupados os dados obtidos nos 3 compartimentos do rio Xingu nos 4 períodos do ciclo hidrológico para que o número de observações fosse grande o suficiente para que a análise resultasse em conclusões consistentes.

As variáveis independentes que apresentaram correlação significativa com a densidade total de fitoplâncton foram: fluoreto, cálcio, pH e DBO. No caso da variável dependente riqueza total de zooplâncton, as variáveis independentes que tiveram correlação significativa foram apenas o fluoreto e o carbono inorgânico dissolvido. Essas variáveis foram, assim, utilizadas na análise de regressão múltipla passo a passo, cujos resultados estão apresentados na Tabela 47E.

Na análise realizada para a variável dependente “densidade total de fitoplâncton”, a única variável independente incluída na regressão foi o cálcio, que foi responsável por 42% de explicação da variabilidade e cuja correlação foi negativa, o que demonstra que a densidade de fitoplâncton foi maior em locais com concentrações menores de cálcio, ou seja, em águas de menor dureza. No caso da variável dependente “riqueza de espécies de fitoplâncton”, nenhuma variável independente foi incluída na regressão em função do baixo coeficiente de correlação parcial. Possivelmente outros fatores ambientais exerceram maior influência sobre essa variável.

Na análise realizada para a variável dependente “densidade total de zooplâncton”, as seguintes variáveis independentes foram incluídas na regressão: condutividade, responsável por 26% da explicação, e a variável DBO, responsável por 18% da explicação, sendo que ambas apresentaram correlação inversa. Juntas, essas variáveis foram responsáveis por 44% da variabilidade da densidade total do fitoplâncton, o que demonstra que a densidade total de zooplâncton foi maior em locais com menor condutividade elétrica e menor DBO. Já na análise realizada para a variável dependente “riqueza total de zooplâncton”, as variáveis incluídas na regressão foram: pH (55% da explicação), material em suspensão orgânico (8% de explicação), densidade de Cyanophyceae (9% de explicação), e densidade de Chlorophyceae (6% de explicação). Juntas, essas variáveis foram responsáveis por (89% da variabilidade da riqueza total de zooplâncton no rio Xingu. Esse resultado demonstra que o pH da água, que apresentou correlação negativa com a riqueza de zooplâncton, exerce grande influência sobre essa variável, sugerindo que a riqueza de espécies foi maior em águas mais ácidas.

## c2) Tributários do rio Xingu

Os resultados da análise de correlação entre as variáveis da qualidade da água e de densidade e riqueza de espécies de fitoplâncton e zooplâncton referentes aos dados conjuntos obtidos nos tributários do rio Xingu estão apresentados na Tabela 48E.

A partir da matriz de correlação, adotou-se o mesmo procedimento para a aplicação da análise de regressão múltipla passo a passo para as variáveis dependentes: densidade total e riqueza total de espécies de fitoplâncton e de zooplâncton, cujos resultados estão apresentados na Tabela 49E.

Para a variável dependente “densidade total de zooplâncton”, as variáveis independentes incluídas na regressão múltipla foram o material em suspensão orgânico, responsável por 65% da explicação, e o material inorgânico em suspensão, responsável por 9% da explicação. As duas variáveis foram responsáveis por 74% da variabilidade da densidade total do zooplâncton. Esse resultado demonstra que a maior densidade total de zooplâncton ocorreu em locais com maior quantidade de material em suspensão orgânico, possivelmente relacionado ao hábito alimentar dos organismos zooplancctônicos, em grande parte compostos por detritívoros.

Com relação às demais variáveis dependentes (riqueza total de zooplâncton, densidade total de fitoplâncton e riqueza total de fitoplâncton), as variáveis independentes não apresentaram correlações parciais significativas e, portanto, não puderam ser incluídas nas regressões. Nesses casos, a explicabilidade pode estar relacionada a outros fatores ambientais não quantificados.

### 7.8.3.6.4 Macroinvertebrados Bentônicos

Os resultados referentes às quatro campanhas: enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08) são apresentados no **Anexo 7.8.3-4**, nas Tabelas 51E a 56E. Nestas tabelas são mostradas as densidades e riquezas totais de cada região por período amostrado, bem como a frequência de ocorrência dos táxons, além de seus grupos funcionais. Também no **Anexo 7.8.3-4**, se encontram a lista de taxa identificados (Tabela 50E) e as tabelas de abundância e riqueza por pontos de amostragem para maiores detalhes (Tabelas 57E a 77E).

Foi registrado um total de 69 táxons pertencentes à 9 Filos de macroinvertebrados bentônicos considerando todas as regiões e períodos. A maioria das famílias é da Classe Insecta, principalmente da Ordem Coleoptera, outros grupos como Anellida e Mollusca também estiveram presentes durante todo o período estudado. Nematoda, Porifera, Decapoda, Ostracoda, Hydracarina e Turbellaria foram registrados em menor densidade e riqueza.

Os táxons mais frequentes e abundantes nos pontos estudados e durante todo período considerado foram Chironomidae e Oligochaeta. O substrato arenoso, constante na maioria dos pontos, pode ter favorecido sua predominância.

A região dos tributários da calha do rio Xingu (TCX) foi que apresentou maior densidade e riqueza de táxons de macroinvertebrados bentônicos (37.336 ind/m<sup>2</sup> e 44 táxons, respectivamente) nos quatro períodos amostrados como mostra o **GRÁFICO 7.8.3-90**.

Podemos observar que a época com maior densidade de organismos e riqueza de táxons foi a vazante (mai/07), seguida da época de seca (set/07). A menor densidade de organismos foi observada na cheia (mar/08), porém a menor riqueza ocorreu na enchente.

Em relação aos grupos funcionais, táxons de coletores catadores predominaram na maioria dos pontos e períodos de coleta. Os dados são apresentados nas Tabelas 51E a 56E (**Anexo 7.8.3-4**) e no **GRÁFICO 7.8.3-91**.

A maior abundância de coletores catadores provavelmente é resultado das altas densidades de Chironomidae e Oligochaeta. Já os predadores, foram mais significativos em termos de riqueza, representados principalmente por diversas famílias de Coleoptera e Hirudinea, em termos de abundância.

Praticamente todos os grupos funcionais estiveram presentes em todos os trechos ou regiões estudadas, porém em diferentes composições. Não foi constatada uma relação direta da granulometria com os grupos funcionais e/ou táxons predominantes mas foi observada a presença de Polymitarcyidae (*Campsurus*) em pontos onde o teor de argila foi relativamente superior (pontos RX05 e Ressaca, ambos localizados na região de Volta Grande). Callisto (2000) também associou a presença de *Campsurus* a sedimentos finos (argilosos) na região amazônica.

Em todos os trechos estudados foi constatado um alto grau de preservação dos habitats, exceto os trechos próximos aos centros urbanos (ALT01 e ALT02), onde foi observado despejo de efluentes domésticos e resíduos sólidos, ocupação irregular, extração de areia e desmatamento. Mesmo nestes pontos impactados foi encontrada alta diversidade de famílias de macroinvertebrados bentônicos, tanto sensíveis à poluição quanto tolerantes.

A alta incidência de organismos tolerantes à poluição como oligoquetos e chironomídeos em muitos pontos se deve à natureza do substrato destes locais que é predominantemente arenoso, embora tais pontos mantivessem preservados. Sendo assim o uso de índices bióticos para avaliação da qualidade de água tornam-se inapropriados nestes ambientes.

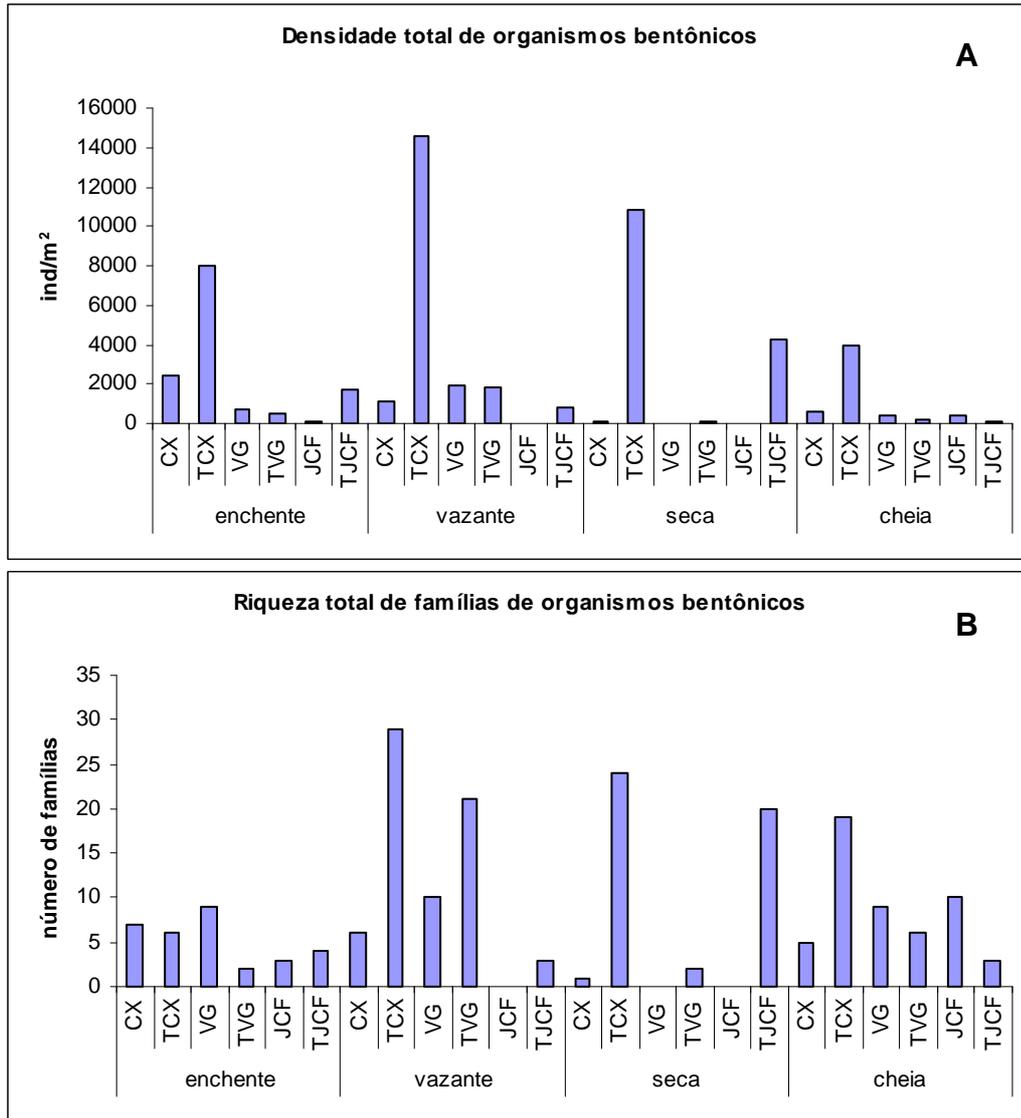
Também foram registrados importantes grupos de macroinvertebrados sensíveis à poluição (Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata e Lepidoptera) e espécies endêmicas da região Amazônica como os camarões *Macrobrachium amazonicum* e *Euryrynchus wrzesnioiowski*.

A grande diversidade de famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrada na região estudada do rio Xingu deve-se às condições climáticas e geográficas de clima equatorial quente e floresta tropical úmida, com altas temperaturas o ano todo, favorecendo o desenvolvimento dos organismos e maior diversidade. O grupo com maior número de famílias encontradas foi da Ordem Coleoptera, com oito famílias representantes. A grande diversidade de Coleoptera é típica da região amazônica.

Boa parte dos organismos registrados nos pontos amostrados indica ambientes de águas correntes e límpidas, sendo comumente encontrados associados à vegetação aquática, como é de fato o local estudado.

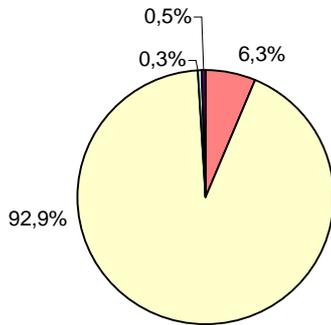
A estrutura física dos riachos e a deposição de sedimentos finos influenciam os processos biológicos, resultando em consistentes padrões de estrutura e função da comunidade (VANNOTE *et al.* 1980 *apud* ROBINSON; RAND, 2005).

Vários estudos demonstraram que a distribuição e diversidade de peixes são influenciadas pela heterogeneidade do habitat, sendo maiores em locais com a presença de um número maior de microsítios (EADIE; KEAST, 1984; BENSON; MAGNUSON 1982 *apud* PETRY *et al.*, 2003). Talvez locais de maior correnteza apresentem maior heterogeneidade de microsítios importantes para o estabelecimento de macroinvertebrados bentônicos. Alternativamente, limitações na dispersão de espécies animais podem explicar a ausência ou presença de um determinado indivíduo em um local (ROBINSON; RAND, 2005). Assim, as áreas de maior velocidade da correnteza podem ter maior probabilidade de receber animais devido à maior taxa de deslocamento causado pelo fluxo de água que ocorre nestas áreas.

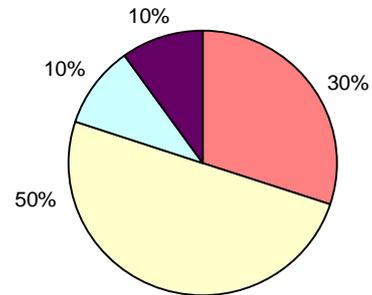


**GRÁFICO 7.8.3-90 A** - Densidade total (ind/m<sup>2</sup>) de macroinvertebrados bentônicos por região do rio Xingu amostrada em cada período estudado; **B**. Riqueza total (número de táxons) de macroinvertebrados bentônicos por região amostrada em cada período estudado.

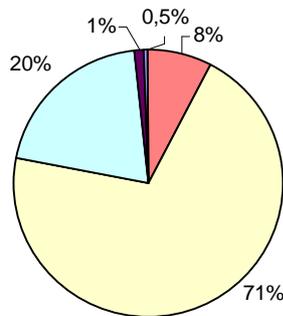
Calha Xingu todos os períodos - abundância



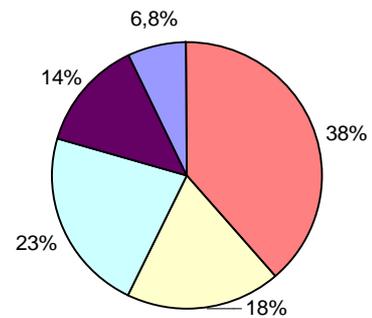
Calha Xingu todos os períodos - riqueza



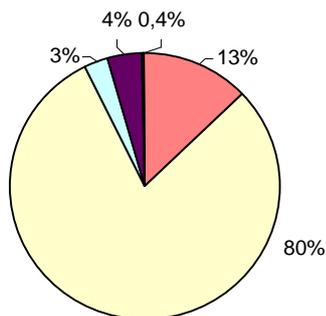
Tributários da Calha Xingu todos os períodos - abundância



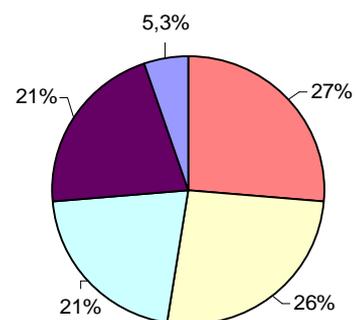
Tributários da Calha Xingu todos os períodos - riqueza



Volta Grande todos os períodos - abundância



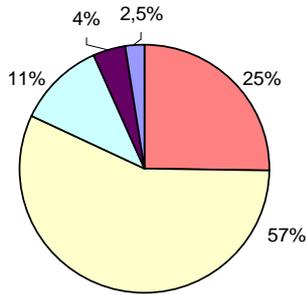
Volta Grande todos os períodos - riqueza



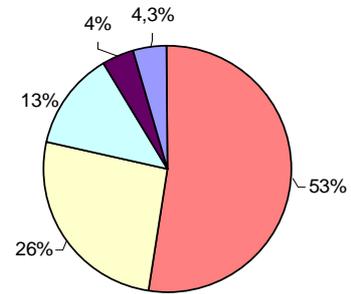
Predador
  Catador
  Raspador
  Filtrador
  Fragmentador

**GRÁFICO 7.8.3-91** - Grupos funcionais de macroinvertebrados bentônicos por região amostrada no rio Xingu em todo o período estudado em abundância e riqueza de taxa.

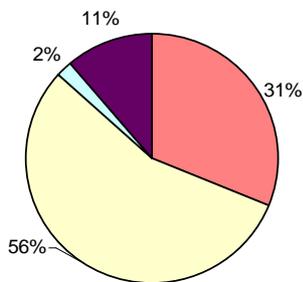
Tributários Volta Grande todos os períodos - abundância



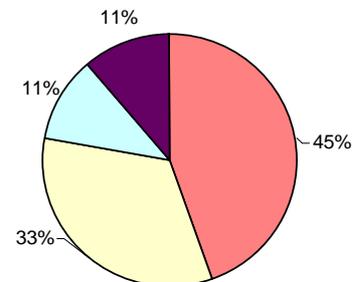
Tributários Volta Grande todos os períodos - riqueza



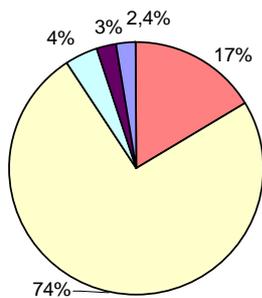
Jusante à casa de força todos os períodos - abundância



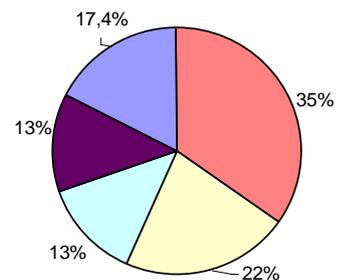
Jusante à casa de força todos os períodos - riqueza



Tributários à Jusante da casa de força todos os períodos - abundância



Tributários à Jusante da casa de força todos os períodos - riqueza



Predador
  Catador
  Raspador
  Filtrador
  Fragmentador

**GRÁFICO 7.8.3-91 – Continuação:** Grupos funcionais de macroinvertebrados bentônicos por região amostrada em todo o período estudado em abundância e riqueza de taxa.

Modificações de canais, como regra geral, envolvem remoções de frações grossas e aumento de homogeneidade de habitats (SIMONS, 1979; HELLAWELL, 1989). Desmatamento, canalização e aterramentos de igarapés aceleram processos erosivos do solo, sendo este

processo agravado durante o período de chuvas onde o solo é lavado e erodido (CLETO FILHO; WALKER, 2001). O estudo demonstrou um aumento tanto na diversidade quanto na riqueza do número de taxa no período referente à época da vazante (maio de 2007).

Sendo o regime hidrológico na região um fator determinante nos regimes de vazões, o período de vazante, pode ser um fator importante para o incremento de microhabitats nas áreas de remanso e lagoas marginais que eventualmente possam vir a se formar na região estudada. Além do que na vazante, muitas regiões antes cobertas por água, e por tanto, mais homogêneas, tornam-se rasas, podendo formar habitats mais heterogêneos, com vegetação aquática diferenciada.

Já no período referente à cheia (março de 2008), as condições extremas do regime hidrológico na região influenciaram diretamente as comunidades de macroinvertebrados bentônicos, ocasionando uma diminuição na densidade de organismos provavelmente pelo grande fluxo de água que pode arrastá-los.

Foi observado nos pontos do rio Bacajá (BAC01) uma menor diversidade em todos os períodos amostrados. Fatores como maior condutividade, substrato essencialmente arenoso podem ser fatores importantes na limitação do desenvolvimento de comunidades de macroinvertebrados nesta região.

As análises estatísticas multivariadas (ANOVA) não mostraram correlações significativas da densidade e riqueza de bentos com granulometria, nitrogênio e fósforo totais e carbono orgânico total no sedimento. A tabela gerada encontra-se no **Anexo 7.8.3-4**, Tabela 79E e os resultados da análise granulométrica dos sedimentos se encontram na Tabela 78E.

A respeito de macroinvertebrados vetores de doenças de veiculação hídrica, foi observada a presença de moluscos planorbídeos (*Biomphalaria* sp.), vetor da esquistossomose, no igarapé Ituna, um tributário da Volta Grande. No igarapé Altamira foi observada a presença de *Pomacea* sp., também vetor da esquistossomose. Esta parasitose e uma das que apresenta maior risco de introdução na área de influência direta do empreendimento, segundo os estudos de sócio-economia realizados na região. Não foram realizados estudos nos moluscos para determinar se o parasita já se encontra na região, utilizando como hospedeiro intermediário estas populações de moluscos.

#### **7.8.3.6.5 Macrófitas Aquáticas**

As macrófitas aquáticas são originalmente vegetais terrestres que sofreram modificações adaptativas para colonizar ambientes aquáticos, sendo classificadas em submersas, emergentes, com folhas flutuantes e flutuantes livres. Estes vegetais apresentam adaptações que permitem seu crescimento em um gradiente que compreende desde solos saturados até submersos na coluna d'água (ESTEVES, 1998; BIANCHINI JR. *et al.*, 2002; CAMARGO *et al.*, 2003). Estes vegetais podem ser encontrados principalmente nas margens e nas áreas mais rasas de rios, lagos e reservatórios. São ainda componentes importantes dos corpos hídricos, pois proporcionam locais para reprodução, alimentação e proteção para organismos aquáticos, incluindo peixes, aves e insetos e auxiliam na proteção e estabilização das margens, entre outras funções (MURPHY, 1988; ESTEVES, 1998).

O levantamento realizado pela equipe do Museu Goeldi (Belém, PA), realizado em 2001, identificou 27 espécies de macrófitas em áreas de florestas inundadas ao longo do médio e

baixo Xingu (ELB/ELN, 2001). As espécies de macrófitas aquáticas observadas se encontram listadas na **TABELA 7.8.3-18**.

**a) Presença**

No presente diagnóstico foram observados a ocorrência de 9 táxons de macrófitas distribuídas em 12 localidades ao longo do rio Xingu e seus afluentes, pertencentes as áreas de influência direta e indireta do empreendimento conforme indicados na **TABELA 7.8.3-19** e **TABELA 7.8.3-20** e no mapa representando os locais com macrófitas aquáticas do **Desenho 6365-EIA-DE-G92-008**.

**TABELA 7.8.3-18**

Macrófitas com registro nas áreas de florestas inundadas do médio e baixo Xingu. EM: emersa; SF: submersa fixa; SL: submersa livre; FL: flutuante livre; FF: folha flutuante. Fonte: ELB/ELN (2001).

Espécie	Família	Nome Vulgar	Forma de vida
<i>Aponogeton sp.</i>	<i>Aponogetonaceae</i>		SF
<i>Bacopa salzmanii</i> (Benth). Edwall.	<i>Scrophulariaceae</i>	Vassourinha	SF
<i>Cabomba pubescens</i> Ule	<i>Cabombaceae</i>	Cabomba	SF
<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amoshoff	<i>Fabaceae</i>		FF
<i>Echinochloa polystachya</i> (HBK) Chase	<i>Poaceae</i>	Canarana lisa	FF
<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Bush.	<i>Alismaceae</i>		SF
<i>Eichhornia azurea</i> Kunth	<i>Pontederiaceae</i>	Aguapé	FF
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	<i>Pontederiaceae</i>	Aguapé	FL
<i>Eleocharis capitata</i> (L.) R.Br.	<i>Cyperaceae</i>	Junco	FF
<i>Eriocaulon guyanense</i> Koem	<i>Eriocaulaceae</i>		SF
<i>Hydrolea sp.</i>	<i>Hydrophyllaceae</i>		SF
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	<i>Poaceae</i>	Canarana peluda	SF
<i>Lemna sp</i>	<i>Lemnaceae</i>	Lema	FL
<i>Ludwigia decurrens</i> Walt.	<i>Onagraceae</i>		EM
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott.	<i>Araceae</i>	Aninga	FF
<i>Neptunia oleracea</i> Lour.	<i>Mimosaceae</i>		FF
<i>Nymphaea rudgeana</i> G. W. F. Mey	<i>Nymphaeaceae</i>		FF
<i>Nymphaea nymphoides</i>	<i>Nymphaeaceae</i>	Lotus	FF
<i>Panicum laxum</i> Schwartz.	<i>Poaceae</i>		FF
<i>Paspalum repens</i> Berg	<i>Poaceae</i>		FF
<i>Polygonum acuminatum</i> H.B.K.	<i>Polygonaceae</i>		FF
<i>Pontederia lanceolata</i>	<i>Pontederiaceae</i>	Mururé	FF
<i>Pontederia sp.</i>	<i>Pontederiaceae</i>	Aguapé	FF
<i>Sagittaria sp.</i>	<i>Alismataceae</i>	Chapéu de couro	SF
<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Salviniaceae</i>	Salvinia	FL
<i>Thalia geniculata</i> L.	<i>Marantaceae</i>		FF
<i>Wolfia sp.</i>	<i>Lemnaceae</i>		FL

**TABELA 7.8.3-19**

Coordenadas geográficas dos trechos onde houve a presença de macrófitas aquáticas nos anos de 2007-2008.

Ponto	Localização	Coordenadas UTM	
ALT 01	Igarapé Altamira	366349	9646022
ALT 02	Igarapé Altamira	364908	9646159
AMB 02	Igarapé Ambé	367247	9646183
AMB 02	Igarapé Ambé	367080	9646742
IGLH (M)	Igarapé Galhoso Montante	396414	9633708
ITU	Igarapé Ituna	391202	9612864
IGCO	Igarapé Cobal	416509	9656145
TUC 01	Igarapé Tucuruí	387955	9682426
RX 16	Rio Xingu	393996	9710201
MACR-01	Rio Xingu	386895	9695061
MACR-02	Rio Xingu	389711	9708539
MACR-03	Rio Xingu	389931	9708237

Na área em estudo do AHE Belo Monte a macrófita aquática *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, popularmente denominada aninga, foi a espécie com maior frequência de ocorrência, estando presente em 10 trechos do total das 12 estações onde foi verificado a presença destes vegetais (TABELA 7.8.3-20). Segundo Huber (1943) e Richards (1996) além de se distribuir socialmente pelas margens e foz dos rios e igarapés, oferece resistência ao movimento das águas e é uma planta pioneira, por colonizar o solo nu das margens dos rios. Possui um porte herbáceo com 4 a 6 metros de altura e se encontra em ambiente de transição entre o aquático e terrestre.

**TABELA 7.8.3-20**

Lista de ocorrência de macrófitas aquáticas nos trechos das estações de coleta localizados na área do AHE de Belo Monte.

Macrófita	AMB 01	AMB 02	ALT 01	ALT 02	RX 16	TUC 01	IITU	IGLH(M)	IGCO	MACR 01	MACR 02	MACR 03
<i>Eichhornia sp.</i>			x									
<i>Eichornea azurea</i>					x							
<i>Montrichardia linifera</i>	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
<i>Neptunia sp.</i>	x											
<i>Paspalum sp.</i>	x	x	x									
<i>Pistia sp.</i>							x					
<i>Salvinia auriculata</i>	x				x							
<i>Cyperus sp.</i>								x				
<i>Echinochloa polystachya</i>					x	x						

Dentre os tributários da calha do rio Xingu, os igarapés Ambé e Altamira e na ria do Xingu, próximo a Senador José Porfírio, foram os locais onde ocorreu o maior número de espécies de macrófitas aquáticas, sendo constatada a presença de cinco espécies de um total de nove registradas em toda a área.

Os trechos amostrados nos igarapés Ambé e Altamira (AMB01 e 02, ALT01 e 02) que cortam a cidade de Altamira, mostraram alterações antrópicas como a ocupação das margens para a construção de moradias e estabelecimentos comerciais (palafitas). Outros usos diagnosticados foram o consumo da água destes tributários onde é evidente despejo de lixo e esgoto doméstico *in natura*, além do acúmulo de lixo nas margens e nas macrófitas presentes na foz do igarapé Altamira com o rio Xingu.

Na região da Volta Grande do Xingu, somente os igarapés Galhoso (IGLH (M)) e Ituna (IITU) apresentaram macrófitas com pequenos estandes de *Pistia* sp. e *Cyperus* sp., respectivamente.

No trecho da calha do rio Xingu, entre Vitória do Xingu e Senador José Porfírio foram identificados estandes de macrófitas compostas predominantemente da espécie *Montrichardia linifera* distribuídos em cinco bancos entre a estação de coleta TUC01 e RX16 além de estandes isolados de *Echinochloa polystachya* formando ilhas que atingem 1 a 2 km<sup>2</sup>.

No Igarapé Tucuruí (TUC01), entre o porto de Vitória do Xingu e sua foz com o rio Xingu, a ocorrência da aninga se dá uniformemente em suas margens. Verificou-se também a presença de pequenos agrupamentos de *Eichornea azurea*.

## b) Biomassa

Foi determinada a biomassa de três estandes de macrófitas localizadas próximas às áreas de ocupação urbana distribuídas nas estações de coleta ALT01, AMB02 e RX16. A maior biomassa foi encontrada no ponto AMB02 em estandes da macrófita *Paspalum* sp. (TABELA 7.8.3-21). Estes trechos foram selecionados por estar em áreas sujeitas a modificações antrópicas bem como a ocupação de suas margens.

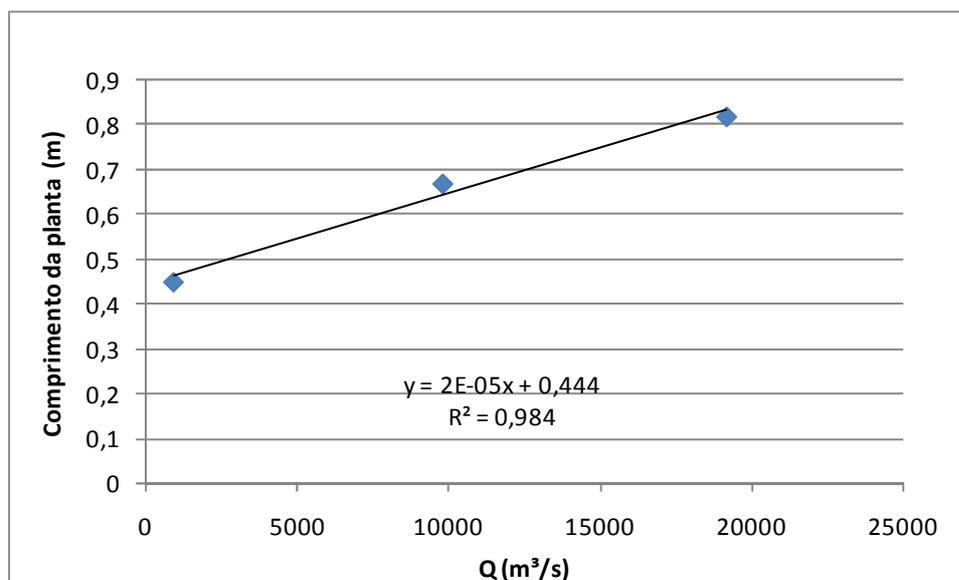
**TABELA 7.8.3-21**

Biomassa de distintos estandes de macrófitas aquáticas distribuídos na área do AHE Belo Monte.

Ponto	Macrófita	Biomassa gPS/m <sup>2</sup>	
		mai/07	mar/08
ALT 01	<i>Eichhornia</i> sp.	69,2	177,0
AMB 02	<i>Paspalum</i> sp.	186,8	195,6
RX 16	<i>Paspalum</i> sp.	96,2	n.d.

n.d. não determinado

Foi observado um aumento na biomassa das macrófitas no período de março de 2008 em relação a maio de 2007. Este acréscimo de biomassa está relacionado ao aumento considerável do nível da água e da vazão nestes locais proporcionando um aumento na área potencial de expansão destes vegetais e a contínua renovação do meio. Padrão similar ocorre no comprimento da macrófita aquática *Paspalum repens* presente na estação de coleta AMB02, onde o aumento da vazão colabora para um crescimento deste vegetal (TABELA 7.8.3-21).



**GRÁFICO 7.8.3- 92** - Efeito da variação da vazão nos períodos de maio e setembro de 2007, e março de 2008 no comprimento da macrófita *Paspalum repens* presente em AMB02.

### c) Discussão

As macrófitas aquáticas possuem importante valor no ecossistema local, pois servem de abrigo e alimentação para diversas espécies de animais além de representar uma das comunidades aquáticas mais produtivas e através de sua atividade metabólica são capazes de produzir grandes interferências no ambiente. A diferença nos valores de produtividade e nas taxas de crescimento de macrófitas aquáticas está relacionada a vários fatores, sendo os principais: a espécie e o tipo ecológico, a competição intra e interespecífica e as características abióticas do ambiente como temperatura, radiação, transparência da água, variação do nível de água, velocidade de corrente, tipo de substrato e concentrações de nutrientes.

No presente estudo foi verificada uma correlação positiva entre os distintos períodos de vazão e o crescimento destes vegetais.

Os estandes de macrófitas foram observados em locais com maior influência das atividades antrópicas como a cidade de Altamira, e em locais com menor vazão ou áreas de remanso ou menor velocidade da correnteza, como a ria do Xingu ou em regiões da cidade de Altamira e alguns igarapés (igarapé Galhoso).

## 7.8.3.7 Qualidade da água nos núcleos populacionais da Área de Influência Direta

### 7.8.3.7.1 Região da cidade de Altamira

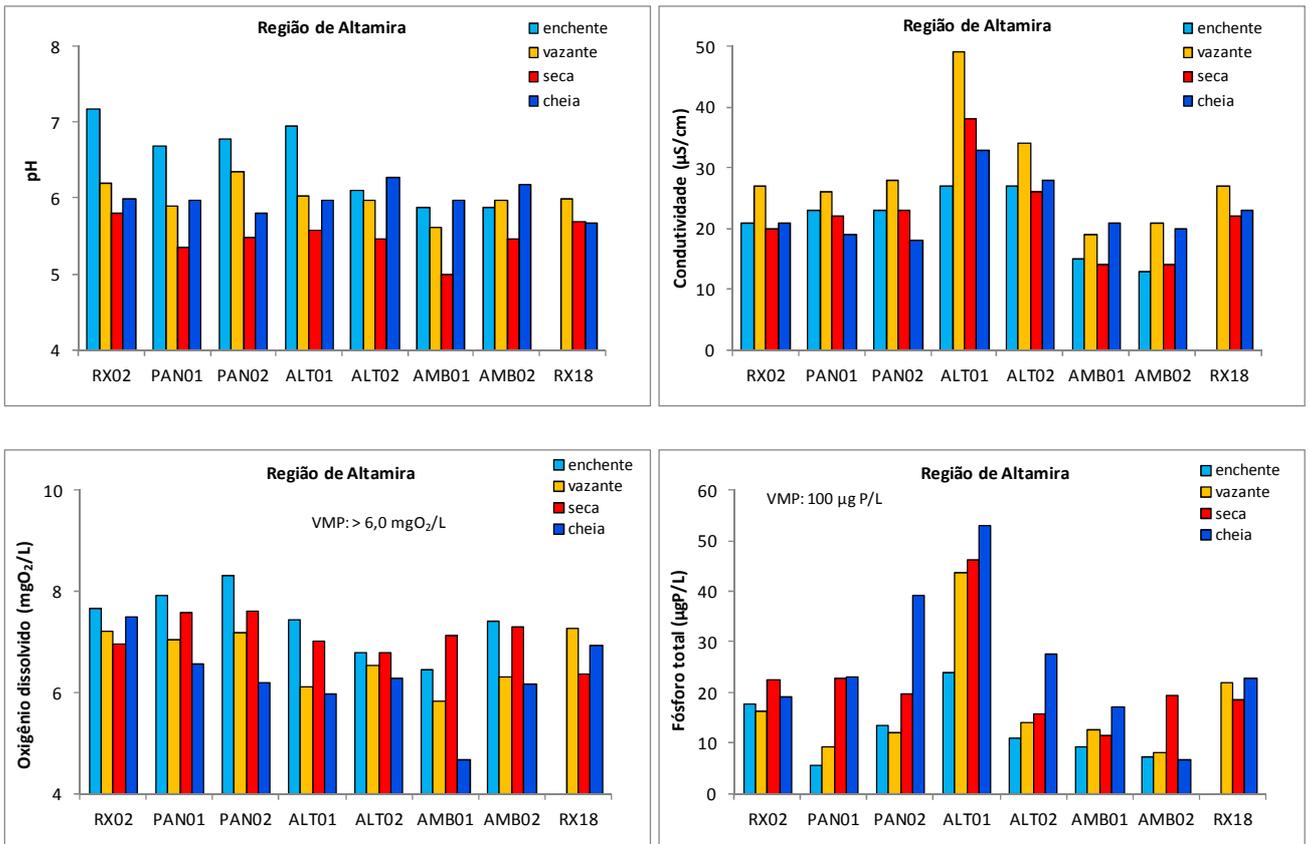
A cidade de Altamira é o maior centro urbano da região e de acordo com os dados levantados em 2007 nos estudos sócio-econômicos deste EIA, a população recenseada é de 68.665 habitantes. Localizada na margem esquerda do rio Xingu, cortam sua área urbana três tributários, sendo os mesmos o igarapé Altamira, Igarapé Ambé e o igarapé Pannels. Estes

igarapés são utilizados pela população local para pesca, lavagem de utensílios domésticos, recreação e despejo de lixo e esgoto doméstico.

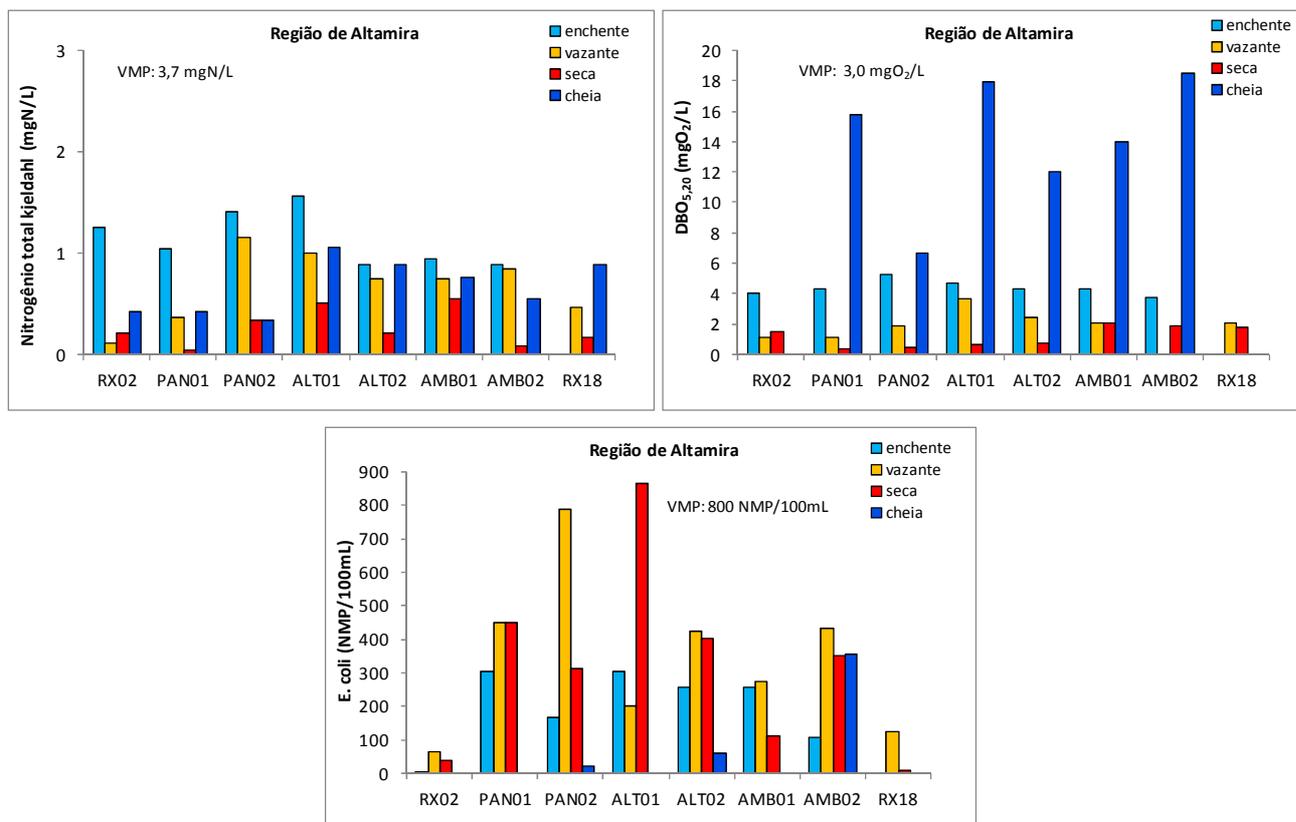
Na região da cidade de Altamira foram analisados 8 pontos de coleta para realizar o diagnóstico de qualidade de água. Os pontos analisados foram o RX02 e RX18, localizados a montante e jusante da ilha de Altamira no rio Xingu, respectivamente, e os pontos PAN01 e PAN02 no igarapé Pannels, ALT01 e ALT02 no igarapé Altamira e nos pontos AMB01 e AMB02 no igarapé Ambé.

Para fazer o diagnóstico da qualidade da água foram selecionados os parâmetros pH, condutividade, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e presença de *E. coli* (como coliformes termotolerantes).

Nos GRÁFICO 7.8.3-93 e GRÁFICO 7.8.3-94 se encontram os gráficos dos dados obtidos nos diferentes períodos hidrológicos (enchente, vazante, seca e cheia). O pH apresentou um valor médio de 6,0, com maiores valores no período de enchente. A condutividade elétrica, que está relacionada à composição iônica da água, apresentou valores médios de 24  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todo o período, sendo que os maiores valores foram observados no igarapé Altamira. As concentrações de oxigênio oscilaram em torno de 7,0  $\text{mgO}_2/\text{L}$ , sendo que no igarapé Ambé (AMB01) foram observadas concentrações abaixo do limite recomendado pelo CONAMA 357 para águas da Classe 1 e 2 (cujos valores são iguais a 6 e 5  $\text{mgO}_2/\text{L}$ , respectivamente), nos períodos de vazante e cheia, provavelmente relacionado ao consumo de oxigênio pelos organismos decompositores de matéria orgânica. As concentrações de fósforo total foram maiores no período de cheia, indicando que possivelmente esse elemento é originário da bacia hidrográfica e lixiviado pelas chuvas. As concentrações de nitrogênio total kjeldahl foram maiores nos períodos de enchente e cheia, indicando o aporte da bacia, no caso dos efluentes lançados ao corpo de água. Porém, tanto as concentrações de fósforo total como de nitrogênio foram inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2. Os coliformes termotolerantes *E. coli* apresentaram concentrações inferiores ao limite máximo permitido como satisfatório para balneabilidade (CONAMA 274 e CONAMA 357), com exceção do ponto ALT01, localizado na foz do igarapé Altamira. De uma forma geral, as concentrações foram maiores nos períodos de seca e vazante e principalmente nos igarapés, não no rio Xingu (RX02 e RX18) indicando que a contaminação fecal está restrita aos igarapés. O mesmo foi observado para a DBO (demanda bioquímica de oxigênio), onde foram observadas concentrações maiores nos períodos de enchente e cheia, quando os cursos de água carregam um volume maior de material em decomposição originado na bacia de influência e lixiviado pelas chuvas.



**GRÁFICO 7.8.3-93** - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e fósforo total nos pontos de coleta da região de Altamira nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas da Classe 2.



**GRÁFICO 7.8.3-94** - Valores de nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes *E. coli* nos pontos de coleta da região de Altamira nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas da Classe 2.

Considerando os dados levantados pelos estudos da sócio-economia, tem-se que os sistemas de esgotamento sanitário mais utilizados na cidade de Altamira são as fossas sépticas (36,89%) e que 63,11 % do esgoto é lançado diretamente aos corpos de água, e ainda que o lixo da cidade é coletado e disposto em lixão, os resultados apresentados demonstram que, de uma forma geral, a qualidade da água dos igarapés que passam pela cidade de Altamira apresentam uma qualidade de água boa, apesar de passarem pela área urbana.

A outra razão para os corpos de água não terem apresentado índices elevados de contaminação é a presença de macrófitas aquáticas nos igarapés Altamira, Ambé e Pannels, que atuam como filtros naturais, formando zonas de remanso que retêm a matéria orgânica rica em nutrientes. Macrófitas dos gêneros *Eichornia*, *Paspalum* e *Montrichardia linifera*, que são comuns nos igarapés Altamira e Ambé, têm a capacidade de depurar os corpos de água assimilando os nutrientes em excesso, diminuindo, assim, a carga de nutrientes aportada ao rio Xingu.

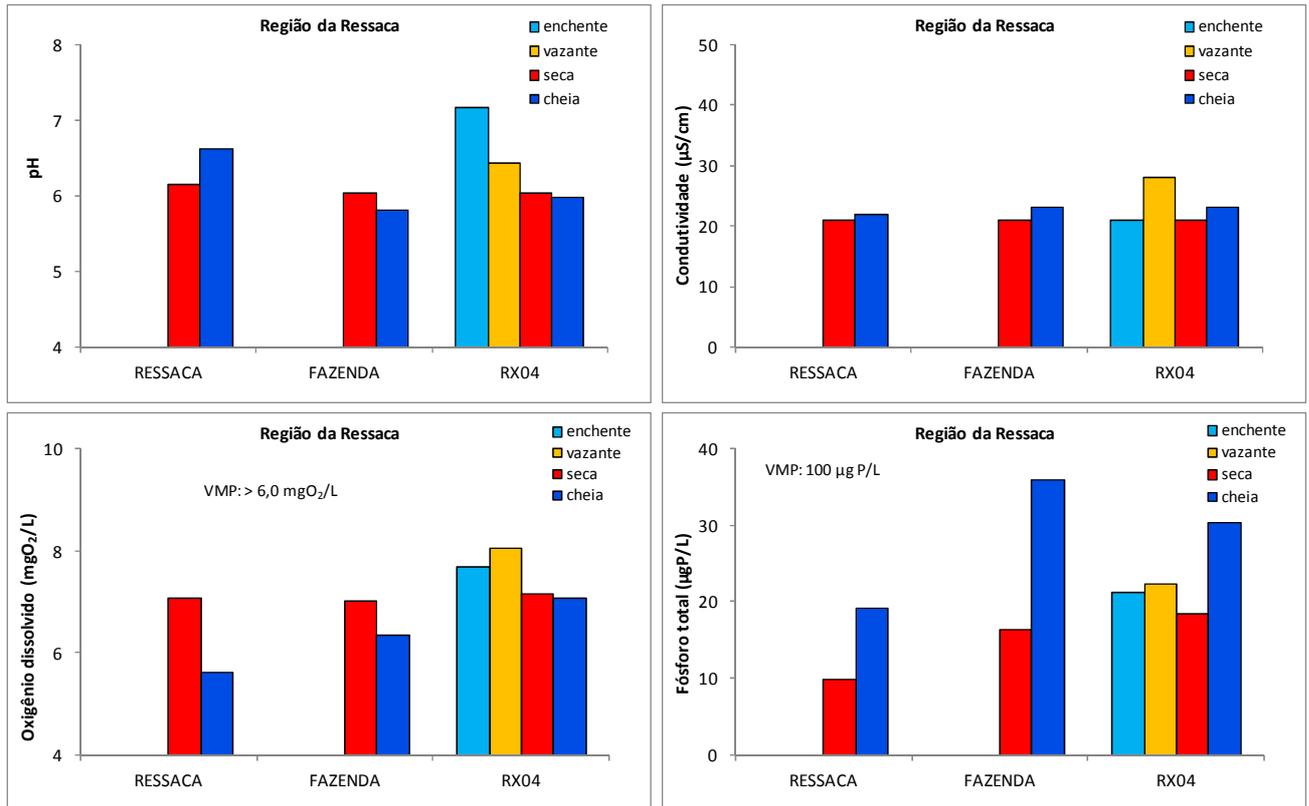
### 7.8.3.7.2 Região da Ilha da Fazenda e da Ressaca

A comunidade da Ilha da Fazenda, no rio Xingu, tem uma população de aproximadamente 221 pessoas, de acordo com os dados levantados em 2007, que utilizam as águas do rio como meio de transporte, pesca e para atividades domésticas, como lavagem de roupas e utensílios.

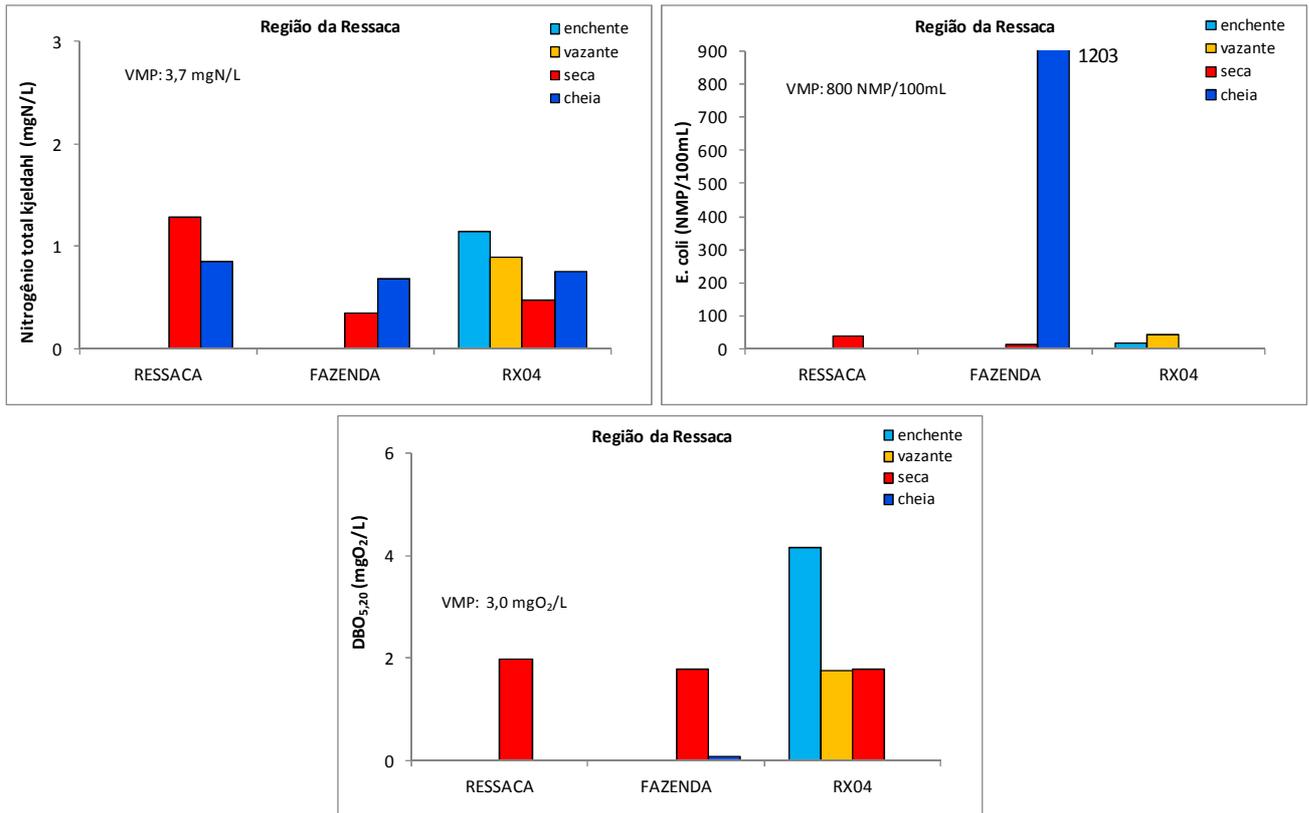
A população local utiliza a água de poços ou do rio Xingu para consumo e o esgotamento sanitário predominante é através de fossas sépticas, sendo que a maioria da população não possui nenhuma instalação sanitária. O lixo é queimado ou enterrado, disposto a céu aberto ou despejado no rio.

De acordo com o levantamento da sócio-economia, a comunidade da Ressaca é formada por aproximadamente 290 habitantes que se dedicam a pesca, agricultura de subsistência e garimpo. O abastecimento de água para consumo se dá através de poços artesianos e o esgotamento sanitário mais utilizado é o de fossas rudimentares.

No **GRÁFICO 7.8.3-95** e **GRÁFICO 7.8.3-96** se encontram os gráficos dos dados físicos, químicos e biológicos de qualidade de água obtidos nos diferentes períodos hidrológicos (enchente, vazante, seca e cheia). Os pontos amostrados estão localizados na margem direita do rio Xingu, em frente à localidade da Ressaca, na ilha da Fazenda e a jusante da ilha no rio Xingu (RX04). Os valores de pH apresentaram um valor médio de 6,0, com um leve aumento no período de enchente no ponto RX04 a jusante da Ilha da Fazenda. A condutividade elétrica apresentou valores médios de 23  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todo o período. As concentrações de oxigênio oscilaram em torno de 7,0 mg/L com concentrações inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1, (porém maiores ao limite Classe 2 de 5  $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) na Ressaca no período de cheia, provavelmente devido a carga de matéria orgânica acumulada na região. As concentrações de fósforo total foram maiores no período de cheia no rio Xingu. Tanto as concentrações de fósforo total como de nitrogênio foram muito inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2. Os coliformes termotolerantes *E. coli* apresentaram concentrações inferiores ao limite máximo permitido como satisfatório para balneabilidade (CONAMA 274 e CONAMA 357) na Ressaca e no rio Xingu (RX04). Já na ilha da Fazenda as concentrações foram maiores ao limite no período de cheia, indicando a falta de infra-estrutura sanitária na ilha. Já na Ressaca existem problemas relacionados, provavelmente, com as atividades de garimpo, como a presença de metais pesados nos sedimentos. Metais como cromo, níquel e chumbo são liberados pela escovação, moagem e lixiviação das rochas para extração de ouro e o mercúrio é liberado aos corpos de água no processo de purificação.



**GRÁFICO 7.8.3-95** - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e fósforo total nos pontos de coleta da região da Ressaca e Ilha da Fazenda nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.



**GRÁFICO 7.8.3-96** - Valores de nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes *E. coli* nos pontos de coleta da região da Ressaça e Ilha da Fazenda nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.

### 7.8.3.7.3 Vila de Santo Antônio, região de Belo Monte

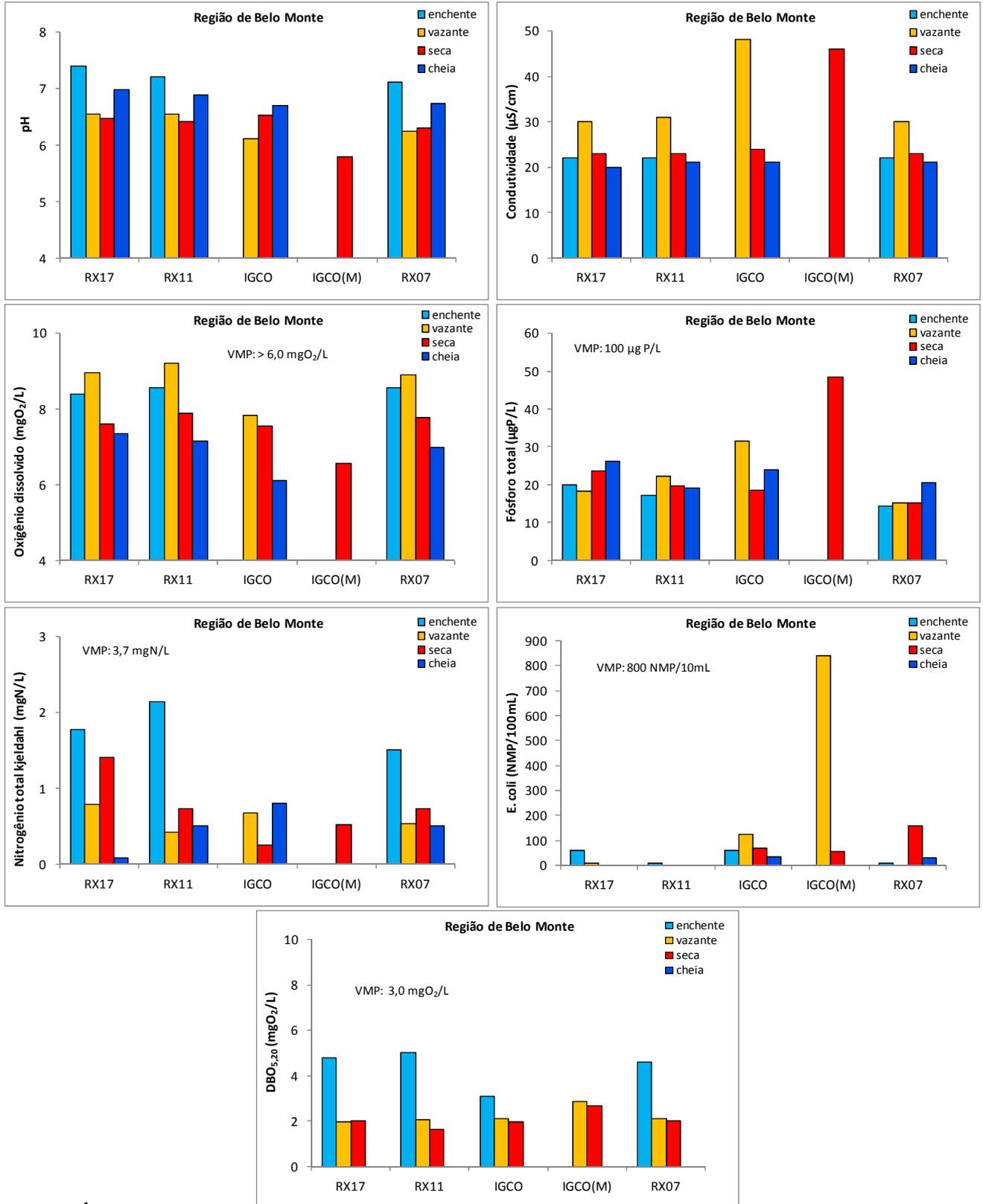
A vila de Santo Antônio, na região de Belo Monte está localizada na margem esquerda do rio Xingu, a jusante da Volta Grande.

Na região da vila de Santo Antônio foram analisados 3 pontos de coleta que visaram o diagnóstico da qualidade da água. Os pontos no rio Xingu foram: RX17, localizado a montante da cidade; RX11, localizado em frente à cidade; e RX07, localizado a jusante da mesma. Também foi analisado um ponto no igarapé Cobal (IGCO), localizado a oeste da vila, já que o mesmo será impactado pelo empreendimento.

No **GRÁFICO 7.8.3-97** se encontram os gráficos dos dados físicos, químicos e biológicos de qualidade de água obtidos nos diferentes períodos hidrológicos (enchente, vazante, seca e cheia). Os valores de pH apresentaram um valor médio de 7,0, com valores menores nos períodos de vazante e seca e no igarapé Cobal. A condutividade elétrica apresentou valores médios de 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todo o período, com valores máximos no igarapé Cobal, principalmente por se tratar de um curso de água desprotegido e em área de pastagens, o que facilita a entrada de material alóctone com o conseqüente aumento na condutividade. As concentrações de oxigênio oscilaram em torno de 8,0 mg/L, não sendo observadas concentrações abaixo do limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2. As concentrações de fósforo total foram maiores no período de cheia no rio Xingu. No

igarapé Cobal as concentrações foram maiores nos períodos de seca e vazante, provavelmente pelo fato deste igarapé se encontrar em área de pastagens e sem mata galeria, o que facilita o ingresso de nutrientes provenientes da bacia. As concentrações de nitrogênio total kjeldahl foram maiores nos períodos de enchente e cheia, indicando o aporte da bacia, principalmente no ponto RX11, localizado em frente à vila de Belo Monte, o que estaria indicando o efeito dos efluentes lançados ao corpo de água. Porém, tanto as concentrações de fósforo total como de nitrogênio foram muito inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2. Os coliformes termotolerantes *E. coli* apresentaram concentrações inferiores ao limite máximo permitido como satisfatório para balneabilidade (CONAMA 274 e CONAMA 357) no rio Xingu, e no igarapé Cobal as concentrações foram maiores devido a presença de gado nos campos de pastagens. A DBO (demanda bioquímica de oxigênio) apresentou concentrações maiores no período de enchente, quando os cursos de água carregam maior quantidade de material em decomposição originado na bacia de influência e lixiviado pelas chuvas.

Considerando que os sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água para consumo sejam similares aos utilizados nos restantes núcleos populacionais da região, a qualidade da água do tributário (igarapé Cobal) não está afetando significativamente a qualidade da água do rio Xingu na região de Belo Monte.



**GRÁFICO 7.8.3-97** - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total kjeldahl, demanda bioquímica de oxigênio e concentração de coliformes *E. coli* nos pontos de coleta da região de Belo Monte nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.

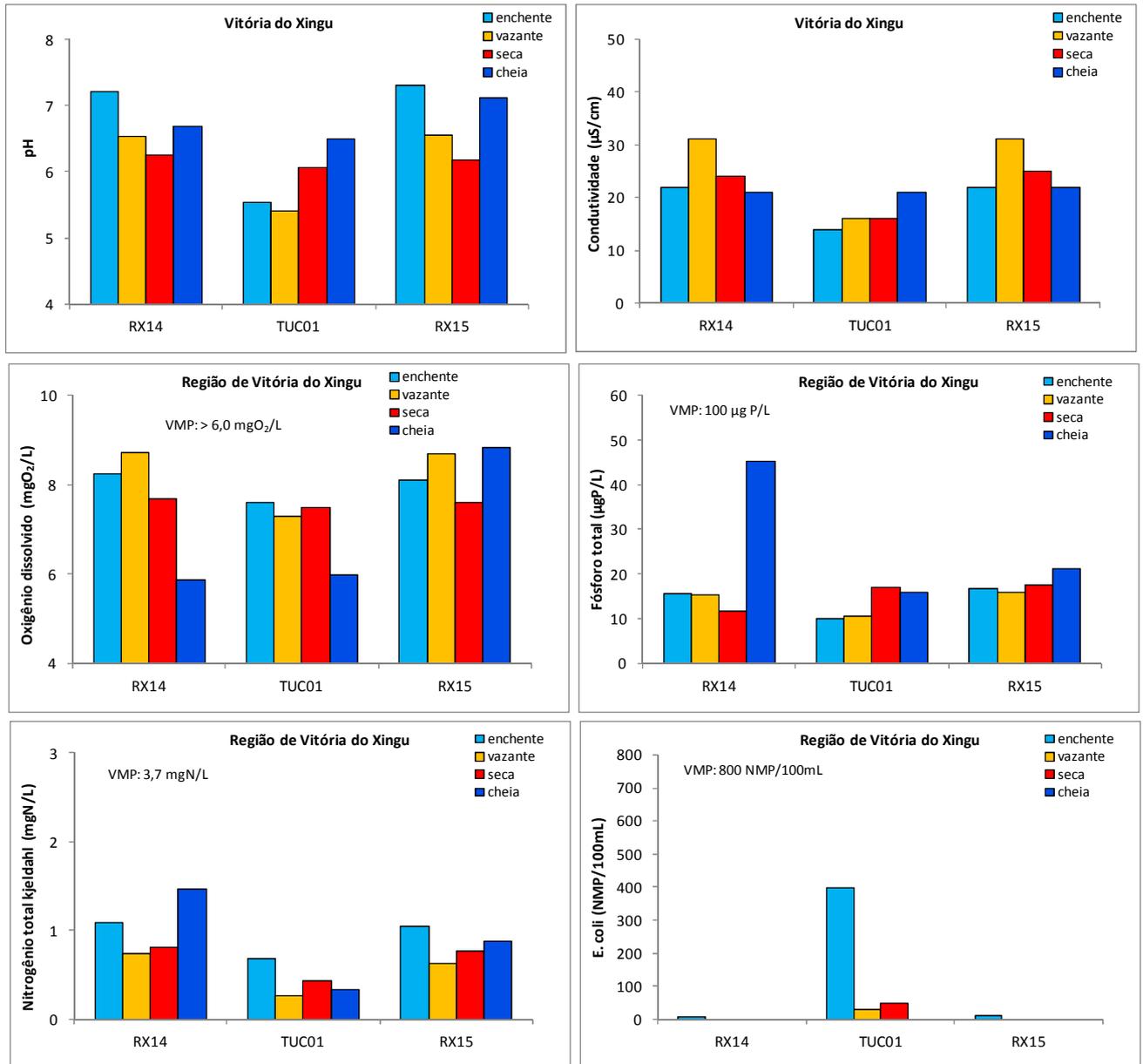
#### 7.8.3.7.4 Região de Vitória do Xingu

A cidade de Vitória do Xingu tem 4.251 habitantes, de acordo com os dados levantados em 2007, e está localizada na margem esquerda do rio Xingu, a jusante de Belo Monte, no início do trecho da ria do Xingu.

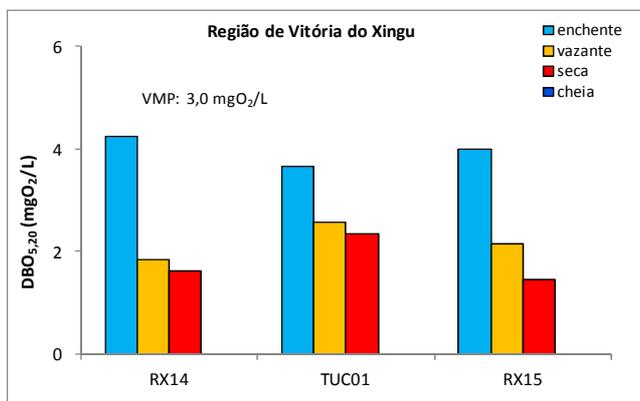
Na região da cidade de Vitória do Xingu foram analisados 3 pontos de coleta para realizar o diagnóstico da qualidade da água. Os pontos amostrados no rio Xingu foram: RX14, localizado a montante da cidade; e RX15, localizado a jusante da mesma. Também foi amostrado um ponto no igarapé Tucurui (TUC01), localizado a jusante da cidade.

No **GRÁFICO 7.8.3-98** e **GRÁFICO 7.8.3-99** se encontram os gráficos dos dados físicos, químicos e biológicos de qualidade de água obtidos nos diferentes períodos hidrológicos (enchente, vazante, seca e cheia). Os valores de pH apresentaram um valor médio de 6,0 com valores menores nos períodos de vazante e seca, principalmente no TUC01. A condutividade elétrica apresentou valores médios de 22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todo o período, com valores máximos na vazante no rio Xingu. As concentrações de oxigênio oscilaram em torno de 8,0 mg/L, porém, foram observadas concentrações abaixo do limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2, no período de cheia no rio Xingu (RX14), e no igarapé Tucurui, provavelmente devido ao elevado consumo de oxigênio na degradação da matéria orgânica transportada pelos cursos de água. As concentrações de fósforo total e nitrogênio total kjeldahl foram bastante superiores no período de cheia no RX14, no rio Xingu. Provavelmente estas concentrações são originadas da lixiviação das terras desmatadas da região. Porém, as mesmas foram muito inferiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA 357 para águas de Classe 1 e 2. Os coliformes termotolerantes *E. coli* apresentaram concentrações inferiores ao limite máximo permitido como satisfatório para balneabilidade (CONAMA 274 e CONAMA 357), tanto no rio Xingu como no igarapé Tucurui; porém, este último apresentou maiores concentrações na época de enchente, indicando a presença de esgoto doméstico neste curso de água. A DBO (demanda bioquímica de oxigênio) apresentou concentrações maiores no período de enchente, quando os cursos de água carregam uma carga maior de material em decomposição originado na bacia de influência e lixiviado pelas chuvas.

Em Vitória do Xingu, no qual os sistemas de esgotamento sanitário são similares aos de Altamira, ou seja, a maior parte dos esgotos domésticos tem como destino fossas rudimentares e fossas sépticas, verificou-se que esse corpo de água não apresentou índices elevados de contaminação. Tais resultados demonstram que a qualidade da água do Xingu não é significativamente afetada pelos esgotos produzidos no município de Vitória do Xingu.



**GRÁFICO 7.8.3-98** - Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total kjeldahl e concentração de coliformes *E. coli* nos pontos de coleta da região de Vitória do Xingu nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.



**GRÁFICO 7.8.3-99** - Valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos pontos de coleta da região de Vitória do Xingu nos períodos de enchente (jan/07), vazante (mai/07), seca (set/07) e cheia (mar/08). VMP: valor máximo permitido pelo CONAMA 357 águas das Classes 1 e 2.

### 7.8.3.8 Conclusões do Diagnóstico

A partir do diagnóstico limnológico dos sistemas hídricos compreendidos pelo rio Xingu e seus tributários na área de implantação do AHE Belo Monte, realizado no período de janeiro de 2007 a março de 2008 pode-se concluir que:

- A análise das variáveis físicas, químicas e biológicas em 42 pontos de coleta localizados no Rio Xingu e tributários, mostrou um sistema com um nível relativamente baixo de impacto na qualidade das águas a não ser em alguns pontos localizados próximos à cidade de Altamira (RX18, ALT01 e ALT02) e pontos mais afetados pelas atividades agropecuárias e o desmatamento (Pimental, Ressaca, Ticaruca, RX16, Paquiçamba Montante) onde foram observadas maiores concentrações de nutrientes, principalmente as formas nitrogenadas.
- Comparando os dados obtidos nas campanhas do IIEGA com dados obtidos anteriormente (ELB/ELN, 2001) foi observado que as variáveis que apresentaram maior variação foram o material em suspensão, o nitrato, o amônio, o cloreto e o ferro. Estas variáveis estão relacionadas principalmente com o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica onde foi observado um aumento da exploração pecuária e um incremento nas populações urbanas e rurais sem a adequada infraestrutura para o tratamento de efluentes.
- De uma forma geral o rio Xingu conserva uma boa qualidade de água principalmente pela alta vazão. Já os tributários menores, próximos as áreas de ocupação humana, são mais afetados pelas atividades que se realizam no seu entorno e, conseqüentemente, a qualidade de água diminui com a entrada excessiva de nutrientes e material em suspensão.
- Os sedimentos analisados apresentaram diferentes graus de qualidade, influenciados principalmente pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. As regiões mais afetadas em termos de conteúdo de metais e concentração de nutrientes são as que se encontram próximo a locais urbanizados, caso a cidade de Altamira ou a assentamentos de ribeirinhos (Ressaca). O rio Xingu apresentou menores concentrações para todos os parâmetros estudados do que os seus afluentes, indicando a maior influência dos usos dos recursos da bacia sobre os

curtos de água menores como é o caso dos tributários. No canal principal do rio Xingu a maior vazão favorece a diluição das concentrações dos diferentes elementos. Por outro lado no período de seca acontece a deposição de materiais em suspensão transportados pelo rio e seus tributários. Com relação à qualidade dos sedimentos, pode-se dizer que os mesmos apresentam uma baixa probabilidade de produzir efeitos adversos à biota existente no rio Xingu e seus tributários.

- Os resultados das comparações baseadas em testes estatísticos demonstram que a qualidade da água na Volta Grande do rio Xingu apresenta condições mais distintas entre os diferentes períodos hidrológicos em comparação aos demais compartimentos.

- A comparação entre o período da enchente e o período da cheia foi a que apresentou maior número de variáveis com diferenças significativas, seguida da comparação entre o período de enchente e o período de seca. Portanto, os períodos mais distintos em termos de qualidade da água nos três compartimentos do rio Xingu amostrados são a enchente e a cheia, sendo que os períodos de vazante e de seca são os que apresentam menor diferença.

- Os resultados da análise de regressão múltipla nos compartimentos do rio Xingu demonstraram que a densidade total de fitoplâncton foi maior em locais com concentrações menores de cálcio. Já a densidade total de zooplâncton foi maior em locais com menor condutividade elétrica e menor DBO. O pH da água, que apresentou correlação negativa com a riqueza total de espécies de zooplâncton, exerce grande influência sobre essa variável, sugerindo que a riqueza de espécies foi maior em águas mais ácidas.

- No caso dos tributários do rio Xingu, os resultados da análise de regressão múltipla demonstraram que a maior densidade total de zooplâncton ocorreu em locais com maior quantidade de material em suspensão orgânico, possivelmente relacionado ao hábito alimentar dos organismos zooplancônicos, em grande parte compostos por detritívoros. Com relação às demais variáveis dependentes (riqueza total de zooplâncton, densidade total de fitoplâncton e riqueza total de fitoplâncton), as variáveis independentes não apresentaram correlações parciais significativas e, portanto, não puderam ser incluídas nas regressões. Nesses casos, a explicabilidade pode estar relacionada a outros fatores ambientais não quantificados.

- A respeito das comunidades planctônicas foi observado que tanto o fitoplâncton como zooplâncton apresentaram aumento da diversidade de gêneros e diminuição da biomassa com o aumento da vazão no rio Xingu e tributários. Nos períodos de seca e vazante a riqueza de gêneros foi menor, porém houve um aumento da biomassa. Isto pode dever-se a que na estação chuvosa os organismos são carregados ao curso principal aumentando assim a diversidade de espécies e na estação seca os organismos melhor adaptados as condições impostas pelo sistema se reproduzem mais aumentando assim a biomassa. Na maioria dos pontos coletados a classe fitoplanctônica dominante foi Bacillariophyceae e a classe zooplanctônica dominante foi Rotifera, ambas característica de ecossistemas lóticos.

- Para os organismos bentônicos foi observada uma maior densidade de organismos e riqueza de táxons na vazante e uma menor densidade na cheia. Não foi detectada uma relação direta entre a qualidade do sedimento e os grupos funcionais ou táxons predominantes.

- Foi observado um alto grau de preservação do sistema, em relação aos organismos bentônicos, com exceção das regiões próximas aos centros urbanos, principalmente Altamira (ALT01 e ALT02).

- A diversidade dos organismos bentônicos está relacionada com a sazonalidade, sendo a ordem Coleóptera a que apresentou maior diversidade. A heterogeneidade foi favorecida no período de seca e vazante com a formação de microhabitats, na cheia os organismos são carregados com o aumento da vazão o que produz a diminuição da densidade de organismos.
- A respeito de macroinvertebrados vetores de doenças de veiculação hídrica, foi observada a presença de moluscos planorbídeos (*Biomphalaria* sp.), vetor da esquistossomose, no igarapé Ituna, um tributário da Volta Grande. No igarapé Altamira foi observada a presença de *Pomacea* sp., também vetor da esquistossomose. Esta parasitose é uma das que apresenta maior risco de introdução na área de influência direta do empreendimento, segundo os estudos de sócio-economia realizados na região.
- As macrófitas aquáticas apresentaram maior número de espécies em Altamira e a ria do Xingu. A planta que teve maior frequência foi a aninga (*Montrichardia linifera*). As maiores biomassas foram observadas na estação da cheia com o aumento da vazão e do nível da água.
- Segundo as análises dos dados obtidos neste estudo pode-se concluir que o funcionamento do ecossistema do rio Xingu depende diretamente do ciclo hidrológico característico da região.

#### 7.8.3.9 Referências Bibliográficas

- BIANCHINI JR., I.; PACOBAHYBA, L.D.; CUNHA-SANTINO, M.B. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. *Acta Limnol. Bras.* 14(3), 2002. 27-34.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Ed. Rima. 2005. 489pp.
- CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos In: Bozelli, R.L.; Esteves, F.A. & Roland, F. (Eds.) Lago Batata: Impacto e Recuperação de um ecossistema amazônico. IB-UFRJ/SBL, Rio de Janeiro, 2000.
- CALLISTO, M.. ESTEVES, F.A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). 1998. pp. 223-234. In: Nessimian, J.L. & A. L. Carvalho (Eds.) Ecologia de Insetos Aquáticos. *Series Oecologia Brasiliensis*, vol. V, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.M.; HENRY-SILVA, G.G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Editora da Universidade Estadual de Maringá. Cap. 3, 2003. p. 59 – 83.
- CLETO FILHO, S.E.N.; WALKER, I. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM, Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 31, 2001. p. 69-89.

- CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Aquatic and Environmental*, 2005. 40(1): 69-89.
- DUSSART, B. H., 1984, Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia*, 113: 15-23.
- DUSSART, B.H.; DEFAYE, D. Introduction to the Copepoda. Backhuys Publishers, Leiden. 2001. 344pp.
- EADIE, J. M.; KEAST, A., Resource heterogeneity and fish species diversity in lakes. *Canadian Journal of Zoology* 1984. 62: 1698-1695.
- EDMONDSON, W.T. Fresh Water Biology. 2nd edition. University of Washington, Seattle. 1959. 1248pp.
- ELB/ELN. CHE – Belo Monte, Estudo de Impacto Ambiental Eletrobras- Eletronorte. 2001. Dezembro de 2001.
- EL MOOR–LOUREIRO, L.M.A. Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil. Edit. Universa-UCB- Brasília, DF. 1997. 156pp.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 602pp.
- FITTKAU, E.J. Limnological conditions in the headwater regions of the Xingu River. Brazil. *Tropical Ecology*. 1970. 11(1):20-25.
- HELLAWELL J. M., Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. London: Elsevier Applied Science. 1989. Pollution Monitoring Series.
- HINO, K.; TUNDISI, J. Atlas de Algas da Represa do Broa. Série Atlas: Volume II 2ª edição. Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Biológicas, 1984. 143pp.
- HUBER, J. Contribuição à geografia física da parte Ocidental do Marajó. *Rev. Bras. Geogr.*, v. 5, n. 3, 1943. p. 449-474.
- JORGENSEN, S.E.; LOFLER, H.; RAST, W.; STRASKRABA, M. Lake and reservoir management. Elsevier. *Developments in Life Sciences*, vol. 54, 2005. 502 pp.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood pulse concept in river. Floodplain systems, *Can. Spec. Publ. Fish. Aquatic. Sci.*, 1989. 106: 110-127.
- KOSTE, W. Rotatoria – Stuttgart, Berlin. 1978. 234pp.
- LOCKWOOD, A.P.M. Animal body fluids and their regulation. Cambridge, Harvard University Press. 1964. 177 pp.

LUND, H.C.; LUND, J. W. G. Freshwater Algae: Their microscopic world explored. Biopress Limited, 1995. 360pp.

MATSUMURA-TUNDISI, T., Latitudinal distribution of calanoid copepods in fresh water systems of Brazil. Rev. Bras. Biol. 1986. 46 (3): 527-553.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais. FAPESP FUNDIBIO. Ed. Raoul Henry. 1999. 15p.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Projeto temático: Biodiversidade do zooplankton de água doce do Estado de São Paulo e sua relação com áreas conservadas e degradadas. Relatório científico IV, Biota FAPESP. 2002. 399p.

MERRIT, R.; CUMMINS, K.N. An Introduction to the Aquatic Insect of North America. 2ªed. Dubuque, Kendall/Hunt, 1984. 722p.

MIZUNO, T. 1964. Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan. Publ. Hoikusha. 356pp.

MURPHY, K.J. Aquatic weed problems and their management: a review. II. Physical control measures. Crop Protec., 1988. v. 7, p. 283-302.

PENNAK, R.W. Fresh Water Invertebrates of the United States. The Ronald Press Company New York. 1953. 769pp.

PETRY, P.; BAYLEY, P.B.; MAKLE, D.R. Relationships between fish assemblages macrophytes and environment gradients in the Amazon River floodplain. Journal of Fish Biology 2003. 63: 547-579.

PRESCOTT, G. W. How to know the freshwater algae. Third Edition. The pictured key nature series. Wm. C. Brown Company Publishers Dubuque, Iowa. University of Montana. 1978. 293p.

RICHARDS, P. W. The tropical rain forest an ecological study. 2 ed., New York, Cambridge University, 1996. p. 352-358.

ROBINSON, J.L.; RAND, P.S. Discontinuity in fish assemblages across an elevation gradient in a southern Appalachian watershed, USA. Ecology of Freshwater Fish. 2005. 14: 14-23.

SEGERS, H. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol 2: The Lecanidea (Monogonata). University of Gent, Belgium. 1995. 226pp.

SIMONS, D.B. Effects of stream regulation on channel morphology, In: Ward, J. V., Stanford, J. A. (eds), The ecology of regulated streams, Plenum Press, New York, London, 1979. p.95-111.

SIOLI, H. Das wasser in Amazonasgebiet. Forschung Fortchrift, 1950. 26 : 274-280.

SMIRNOV, N.N. Fauna of the U.S.S.R. Crustacea. Academy of Sciences, Zoological institute, Leninrad. 1971. 644pp.

TETRAPAN. AAI da Bacia do rio Xingu – Estudos complementares do meio físico. 2006.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2000. 117pp.

WESTLAKE, D.F. Some Basic Data for Investigation of the Productivity of Aquatic Macrophytes. Mem. Ist. Ital Idrobiol. V 18 (Suppl.), 1965. p. 229-248.

ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. 4th Ed. Prentice Hall, New Jersey, 1999. 123pp.