

**RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI**

ECE PARTICIPAÇÕES

MUNICÍPIOS DE LARANJAL DO JARI/AP E MONTE DOURADO/PA

Dezembro

2011

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Amostragens da qualidade da água.	6
Tabela 2 - Metodologia Analítica.	20
Tabela 3 - Classificação do estado trófico de reservatórios segundo o Índice de Carlson modificado (CETESB, 2006)	31
Tabela 4 – IET Calculado.	31
Tabela 5 - Relação N/P.	32
Tabela 6 - Classificação do IQA.	34
Tabela 7 - IQA calculado dos pontos de amostragem.	34
Tabela 8 - Variação de densidade (ind/L) nas estações de amostragem.....	35
Tabela 9 - Variação de TAXA nas estações de amostragem.....	37
Tabela 10 - Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações de amostragem.....	38
Tabela 11 - Contagem de Cianobactérias de acordo com a Portaria 518 – MS.....	41
Tabela 12 - Índice de diversidade fitoplanctônico das estações amostradas,	41
Tabela 13 - Classificação de abundância.	42
Tabela 14 - Densidades encontradas nas estações de amostragem.....	42
Tabela 15 - Riqueza (TAXA) encontrada nas estações de amostragem.....	43
Tabela 16 - Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas estações de amostragem.....	45
Tabela 17 - Total de indivíduos nas estações de amostragem.	46
Tabela 18 - Total de TAXA nas estações de amostragem.	47
Tabela 19 - Distribuição dos grupos bentônicos.	49
Tabela 20 - Valores referência do índice BMWP.	51
Tabela 21 - Índice BMWP, comunidade bentônica.	51
Tabela 22 - Resultado registrado para os parâmetros nos sedimentos para a campanha de julho de 2011.....	56
Tabela 23 - Resultado registrado para os parâmetros nos sedimentos para a campanha de outubro de 2011.....	57

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Local da coleta no ponto JAR-01 em julho/2011.	8
Foto 2 - Local da coleta no ponto JAR-01 em outubro/2011.....	8
Foto 3 - Local da coleta no ponto JAR-02 em julho/2011.	8
Foto 4 - Local da coleta no ponto JAR-02 em outubro/2011.....	8
Foto 5 - Local da coleta no ponto JAR-03 em julho/2011.	9
Foto 6 - Local da coleta no ponto JAR-03 em outubro/2011.....	9
Foto 7 - Local da coleta no ponto JAR-04 em julho/2011.	9
Foto 8 - Local da coleta no ponto JAR-04 em outubro/2011.....	9
Foto 9 - Local da coleta no ponto JAR-05 em julho/2011.	10
Foto 10 - Local da coleta no ponto JAR-05 em outubro/2011.....	10
Foto 11 - Local da coleta no ponto JAR-06 em julho/2011.	10
Foto 12 - Local da coleta no ponto JAR-06 em outubro/2011.....	10
Foto 13 - Local da coleta no ponto JAR-07 em julho/2011.	11
Foto 14 - Local da coleta no ponto JAR-07 em outubro/2011.....	11
Foto 15 - Local da coleta no ponto JAR-08 em julho/2011.	11
Foto 16 - Local da coleta no ponto JAR-08 em outubro/2011.....	11
Foto 17 - Local da coleta no ponto IR-01 em julho/2011.....	12
Foto 18 - Local da coleta no ponto IR-01 em outubro/2011.....	12
Foto 19 - Local da coleta no ponto IR-02 em julho/2011.....	12
Foto 20 - Local da coleta no ponto IR-02 em outubro/2011.....	12
Foto 21 - Local da coleta no ponto PIU-01 em julho/2011.	13
Foto 22 - Local da coleta no ponto PIU-01 em outubro/2011.....	13
Foto 23 - Local da coleta no ponto TRA-01 em julho/2011.	13
Foto 24 - Local da coleta no ponto TRA-01 em outubro/2011.....	13
Foto 25 - Local da coleta no ponto PAC-01 em julho/2011.....	14
Foto 26 - Local da coleta no ponto PAC-01 em outubro/2011.	14
Foto 27 - Ocorrência de macrófitas.	54
Foto 28 - Ocorrência de macrófitas.	54

Foto 29 - Ocorrência de macrófitas. 54

Foto 30 - Ocorrência de macrófitas. 54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores de Temperatura para as estações amostradas.....	21
Gráfico 2 - Valores de Oxigênio Dissolvido para as estações amostradas.	22
Gráfico 3 - Valores de DBO para os pontos amostrados.....	22
Gráfico 4 - Valores de pH para os pontos amostrados.....	23
Gráfico 5 - Valores de Turbidez para os pontos amostrados.....	24
Gráfico 6 - Valores de Sólidos em Suspensão para os pontos amostrados.	24
Gráfico 7 - Valores de Cor Verdadeira para os pontos amostrados.....	25
Gráfico 8 - Valores de Cloretos para os pontos amostrados.	25
Gráfico 9 - Valores de Condutividade Elétrica para os pontos amostrados.	26
Gráfico 10 - Valores de Sólidos Dissolvidos para os pontos amostrados.	26
Gráfico 11 - Valores de Sulfatos para os pontos amostrados.....	27
Gráfico 12 - Valores de Nitrogênio Amoniacal nos pontos amostrados.....	28
Gráfico 13 - Valores de Nitritos nos pontos amostrados.....	28
Gráfico 14 - Valores de Nitratos nos pontos amostrados.	29
Gráfico 15 - Valores de Nitrogênio Total nos pontos amostrados.....	29
Gráfico 16 - Valores de Fósforo Total em Ambientes Lóticos.....	30
Gráfico 17 - Valores de Fósforo Solúvel para os pontos amostrados.....	31
Gráfico 18 - Valores de <i>Escherichia coli</i> para os pontos amostrados.....	33
Gráfico 19 - Variação de IQA nas Estações de Monitoramento.....	34
Gráfico 20 - Variação de densidade nas estações de amostragem.....	36
Gráfico 21 - Variação de TAXA nas estações de amostragem.....	37
Gráfico 22 - Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações de amostragem.....	39
Gráfico 23 - Densidades encontradas nas estações de amostragem.....	42
Gráfico 24 - Riquezas encontradas nas estações de amostragem.....	44
Gráfico 25 - Ocorrência dos grupos zooplanctônicos nas estações de amostragem.....	45
Gráfico 26 - Comparativo quantitativo do número de indivíduos nas estações de amostragem.	47
Gráfico 27 - Comparativo quantitativo da riqueza (TAXA) nas estações de amostragem.....	48
Gráfico 28 – Ocorrência dos grupos da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.....	49

SUMÁRIO

1.0 - Introdução.....	6
2.0 - Objetivos.....	7
3.0 - Rede de Amostragem	8
4.0 – Mapa de Localização	15
5.0 – Metodologia de Coleta e Análise.....	17
6.0 - Considerações sobre a Qualidade da Água.....	21
6.1 - Considerações Físico-químicas e Bacteriológicas.....	21
6.2 - Considerações Hidrobiológicas	35
6.2.1 - Fitoplâncton	35
6.2.2 - Zooplâncton	41
6.2.3 – Comunidade Bentônica	46
6.2.4 – Monitoramento de Macrófitas	51
6.3 - Considerações sobre os sedimentos.....	55
7.0 – Conclusões	60
8.0 – Equipe Técnica	62
9.0 – CTF IBAMA.....	63
Bibliografia	64

1.0 - INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se ao monitoramento de qualidade das águas superficiais da área a ser implantado o empreendimento denominado UHE Santo Antônio do Jari, de propriedade da ECE Participações. Para as conclusões deste relatório estão envolvidos os resultados de duas campanhas de amostragem, estas realizadas nos meses de julho e outubro de 2011. Na **Tabela 1** apresentam-se as datas específicas das amostragens.

No **ANEXO 1** deste relatório, apresentam-se os certificados de análise das duas campanhas de amostragem em análise neste relatório.

Tabela 1 - Amostragens da qualidade da água.

Ano	Data	Empresa responsável
2011	26 e 27 de julho de 2011	Visão Ambiental
2011	25 e 26 de outubro de 2011	Visão Ambiental

2.0 - OBJETIVOS

O presente relatório tem por objetivo principal analisar a qualidade das águas dos rios que sofrem influência deste empreendimento, estabelecendo uma comparação entre as duas campanhas em questão, baseado nas informações e dados obtidos durante as campanhas de campo.

São objetivos específicos deste relatório:

- Consolidação e interpretação dos dados de monitoramento da qualidade das águas, obtidos durante as duas campanhas realizadas;
- Estabelecer relação e acompanhar a evolução da condição de qualidade de águas do reservatório e dos trechos de vazão reduzida e restituída;
- Descrever eventuais conflitos de uso verificados, avaliando eventuais prejuízos;
- Identificar e caracterizar a origem das fontes de poluição (antrópica ou natural), caso seja constatada alterações na condição de qualidade da água;
- Avaliar as condições tróficas do reservatório a ser formado a partir do barramento;
- Avaliar o andamento do programa de monitoramento da qualidade da água em execução, propondo caso necessário mudanças com as respectivas justificativas.

3.0 - REDE DE AMOSTRAGEM

A seguir apresenta-se a caracterização da rede de amostragem, com coordenadas geográficas e descrição da estação.

JAR-01 - Rio Jari, acima da área de influência do remanso e próximo à Cachoeira de Itapeuara. (**Fotos 1 e 2**)

Coordenadas: 22M 0313195 / 9941530



Foto 1 - Local da coleta no ponto JAR-01 em julho/2011.



Foto 2 - Local da coleta no ponto JAR-01 em outubro/2011.

JAR-02 - Rio Jari, no início do futuro reservatório, a montante da confluência com o rio Iratapuru, entre as seções P-13 e P-11 (**Fotos 3 e 4**)

Coordenadas: 22M 0314693 / 9937998



Foto 3 - Local da coleta no ponto JAR-02 em julho/2011.



Foto 4 - Local da coleta no ponto JAR-02 em outubro/2011.

JAR-03 - Rio Jari, entre o rio Iratapuru e o rio Piunquara, próximo à seção P-3. (**Fotos 5 e 6**)

Coordenadas: 22M 0328855 / 9936510



Foto 5 - Local da coleta no ponto JAR-03 em julho/2011.



Foto 6 - Local da coleta no ponto JAR-03 em outubro/2011.

JAR-04 - Rio Jari, a montante do eixo, a jusante do rio Piunquara e do Porto do Sabão. (**Fotos 7 e 8**)

Coordenadas: 22M 0330212 / 9931738



Foto 7 - Local da coleta no ponto JAR-04 em julho/2011.



Foto 8 - Local da coleta no ponto JAR-04 em outubro/2011.

JAR-05 - Rio Jari, estação bem a montante da cachoeira de Santo Antônio. (**Fotos 9 e 10**)

Coordenadas: 22M 0330589 / 9930750



Foto 9 - Local da coleta no ponto JAR-05 em julho/2011.



Foto 10 - Local da coleta no ponto JAR-05 em outubro/2011.

JAR-06 - Rio Jari, estação logo a jusante da cachoeira de Santo Antônio, em frente à comunidade de Santo Antônio. (**Fotos 11 e 12**)

Coordenadas: 22M 0332160 / 9928408



Foto 11 - Local da coleta no ponto JAR-06 em julho/2011.



Foto 12 - Local da coleta no ponto JAR-06 em outubro/2011.

JAR-07 - Rio Jari, a jusante do eixo, em frente ao cemitério. (**Fotos 13 e 14**)

Coordenadas: 22M 0331577 / 9927288



Foto 13 - Local da coleta no ponto JAR-07 em julho/2011.



Foto 14 - Local da coleta no ponto JAR-07 em outubro/2011.

JAR-08 - Rio Jari, em frente à comunidade de São José. (**Fotos 15 e 16**)

Coordenadas: 22M 0331482 / 9924886



Foto 15 - Local da coleta no ponto JAR-08 em julho/2011.



Foto 16 - Local da coleta no ponto JAR-08 em outubro/2011.

IR-01 - Rio Iratapuru, a montante da Vila de Iratapuru. (Fotos 17 e 18)

Coordenadas: 22M 0324349 / 9937408



Foto 17 - Local da coleta no ponto IR-01 em julho/2011.



Foto 18 - Local da coleta no ponto IR-01 em outubro/2011.

IR-02 - Rio Iratapuru, a jusante da Vila de Iratapuru. (Fotos 19 e 20)

Coordenadas: 22M 0324539 / 9936994



Foto 19 - Local da coleta no ponto IR-02 em julho/2011.



Foto 20 - Local da coleta no ponto IR-02 em outubro/2011.

PIU-01 - No rio Piunquara, antes da confluência com o rio Jari. (**Fotos 21 e 22**)

Coordenadas: 22M 0329878 / 9935732



Foto 21 - Local da coleta no ponto PIU-01 em julho/2011.



Foto 22 - Local da coleta no ponto PIU-01 em outubro/2011.

TRA-01 - Rio Traíra, a montante da confluência com o rio Jari, em acesso pela estrada. (**Fotos 23 e 24**)

Coordenadas: 22M 0327882 / 9931100



Foto 23 - Local da coleta no ponto TRA-01 em julho/2011.



Foto 24 - Local da coleta no ponto TRA-01 em outubro/2011.

PAC-01 - Rio Pacanari, a montante da confluência com o rio Jari, em acesso pela estrada. (**Fotos 25 e 26**)

Coordenadas: 22M 0321669 / 9924222



Foto 25 - Local da coleta no ponto PAC-01 em julho/2011.



Foto 26 - Local da coleta no ponto PAC-01 em outubro/2011.

4.0 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A seguir apresenta-se a **Figura 1**, a localização das estações de amostragem em relação ao empreendimento.

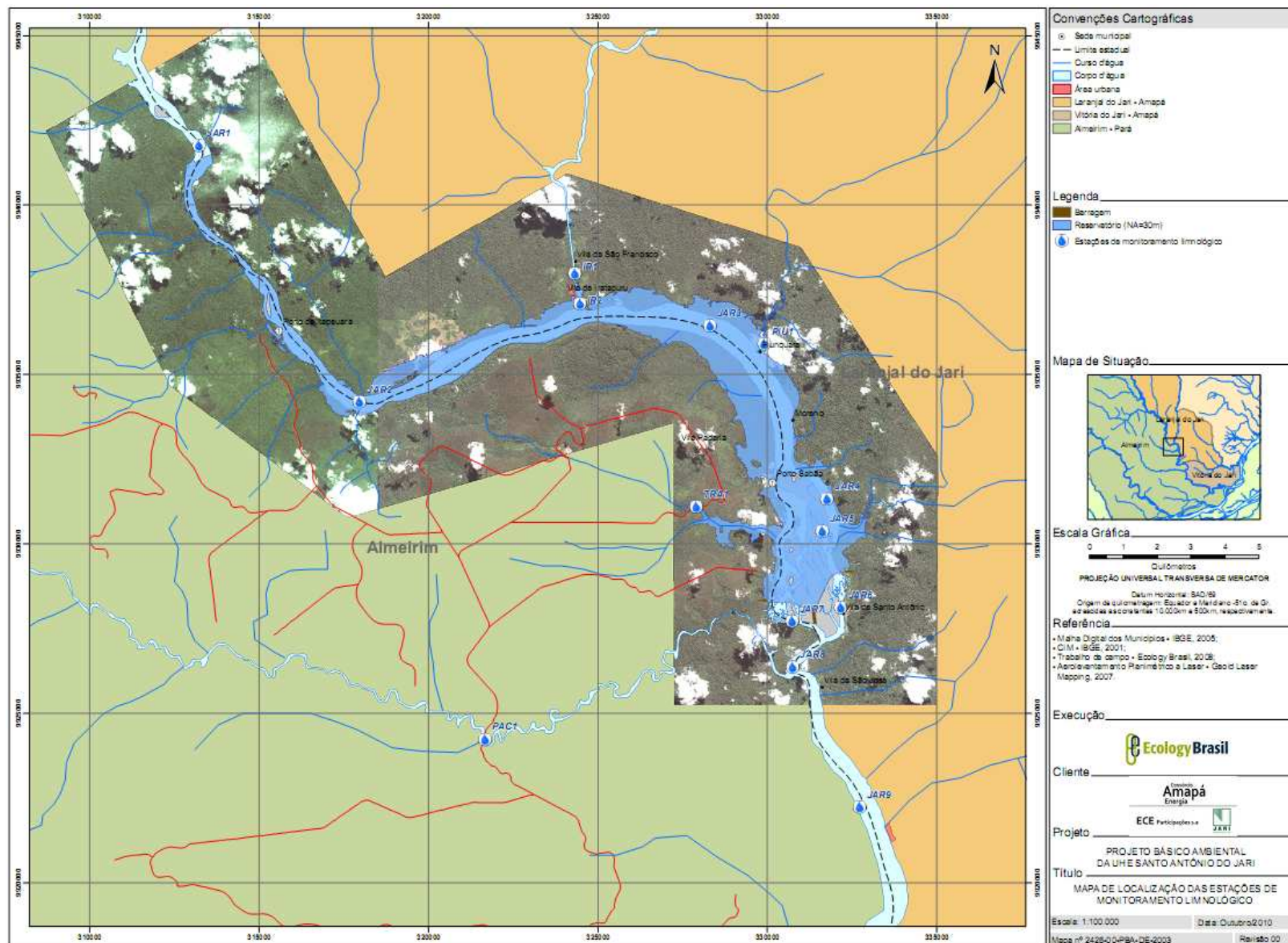


Figura 1 - Mapa de localização das estações de amostragem.

5.0 – METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

Os trabalhos de coleta e análise desenvolvidos pela VISÃO AMBIENTAL LTDA, tomando-se como referências de análises e amostragens as normas e métodos estabelecidos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, em sua 21^a edição de 2005.

As normas, cuidados e análises empregados na coleta se basearam na NBR 9898, que dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Utilizaram-se também as terminologias indicadas pela NBR 9896 e as disposições sobre procedimentos e planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores descritos na NBR 9897.

Com relação aos parâmetros físico-químicos, os frascos de coleta foram preservados e etiquetados em laboratório. As etiquetas dos frascos indicaram o parâmetro a ser analisado, o modo e o tipo de preservação empregada. Os tipos de frascos, o volume mínimo a ser coletado, o tipo de preservação e preservantes utilizados, assim como o prazo de análise para cada parâmetro seguiu as normas já especificadas.

Para as amostragens dos parâmetros físico-químicos, as coletas foram feitas diretamente no corpo hídrico, com auxílio de um caneco. As determinações de temperatura, pH e OD foram realizadas em campo através de sonda multiparâmetro, diretamente nos cursos d’água.

A coleta de amostras para exame bacteriológico foi sempre a primeira a ser realizada, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem com frascos ou amostradores não estéreis. Optou-se pela coleta em recipientes de polietileno estéreis, não reaproveitáveis, esterilizados de fábrica.

Todas as amostras foram imediatamente acondicionadas em caixas de isopor, sendo refrigeradas para que a temperatura das amostras não ultrapassasse 25°C e enviadas ao laboratório.

Para as análises qualitativas do fitoplâncton, as amostras foram obtidas por meio de rede de plâncton com 25,0 µm de interstício. A amostragem foi feita colocando-se a rede de amostragem contra a correnteza por tempo determinado. O material filtrado foi distribuído em dois frascos de polietileno (com cerca de 100 mL em cada). O primeiro mantido vivo sob refrigeração, o segundo adicionou-se cerca de 2 mL de solução de Transeau (solução de álcool e formol), para preservação.

As amostras quantitativas do fitoplâncton foram tomadas *in natura*, na profundidade subsuperficial, com o auxílio de um caneco de plástico com capacidade para 1,0 litro, sendo estocadas em frascos de polietileno (plástico). A preservação foi feita com a adição de cerca de 0,5 mL de solução de lugol acético.

As identificações do fitoplâncton, análises qualitativas, foram realizadas por microscopia ótica, com lâminas simples, esforço de amostragem de 2 horas e mínimo de duas lâminas analisadas.

As amostras para a análise quantitativa e quantitativa do zooplâncton foram obtidas pela filtragem, na rede de 30,0 µm de interstício, realizando-se uma filtragem de 100 litros, esta feita através de balde de polietileno graduado. O concentrado obtido foi corado com aproximadamente 0,5 mL de solução de rosa de bengala, sendo que, após cerca de 10 minutos, foi fixado com cerca de 0,5 mL de solução de formaldeído neutralizado a 40%.

As análises quantitativas de zooplâncton foram realizadas em microscópio invertido com o uso de cubetas de Utermöhl. Foram contados 100 indivíduos do organismo mais abundante ou 100-150 campos quando o valor de 100 indivíduos não era atingido.

Para realização do exame qualitativo, uma alíquota da amostra foi colocada em uma lâmina para a observação no microscópio. Toda a lâmina foi analisada em um número mínimo de 10 lâminas por ponto de coleta. Os organismos zooplanctônicos foram identificados, sempre que possível, ao nível de espécie. Para isso foram utilizadas técnicas usuais de microscopia ótica e chaves taxonômicas e consulta à literatura especializada.

Para a contagem dos organismos zooplanctônicos, toda a amostra da água foi transferida para uma proveta, e deixada em repouso por um período de 24 à 48h. Após o período de repouso, a amostra foi concentrada através da retirada do excesso de água. A água retirada foi observada sob lupa para se verificar que não ocorreu a perda de nenhum organismo.

Todo material concentrado foi utilizado para a contagem em câmara de Sedwick-Rafter de 1 ml de capacidade. A densidade dos organismos foi obtida através de uma regra de três simples.

Com relação à amostragem bentônica, o local de coleta foi previamente estudado em campo, para a escolha da área que melhor representasse o ambiente a ser caracterizado. Após a escolha do local, delimitou-se visualmente a área, para início da amostragem.

O método utilizado para coleta das comunidades bentônicas foi o método de rede (Kick Net), tendo em vista os locais e tipos de substrato amostrados. Empregou-se, como instrumento de coleta para as comunidades bentônicas, uma rede (tipo pulsar) adaptada a uma haste metálica de alumínio. O saco da rede possui 40 cm de comprimento e uma abertura triangular de 30 x 30 x 40 cm (aproximadamente 0,05 m²).

A malha da rede utilizada foi de aproximadamente 1 mm. A haste possui um cabo telescópio, cujo comprimento varia de 2 metros a 5 metros de comprimento.

A coleta foi realizada “varrendo-se” a área escolhida, preferencialmente contra a correnteza. O fundo do leito amostrado foi revolvido com a rede de forma a filtrar toda a área. Ao término da varredura, procedeu-se a lavagem do material batendo a rede contra a correnteza de forma a não perder o

material coletado pela abertura da rede. O esforço de coleta empregado tentou amostrar um mínimo de 100 indivíduos por ponto.

As amostras coletadas em cada substrato foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes separadamente, devidamente etiquetadas com o tipo de substrato e a identificação do ponto de coleta. Cada amostra foi preservada com volume aproximado de 5 mL de formol 70%.

As amostras colhidas foram lavadas em tamizadores de malha de 200 m. O material lavado de cada substrato foi dividido em alíquotas para a triagem manual. As alíquotas foram sorteadas e triadas em seqüência, até atingir-se um mínimo de 200 organismos em cada.

Para amostras com pequeno número de organismos todo o sedimento lavado foi triado (Plafkin et alii, 1989). Os organismos colhidos foram examinados com auxílio de lupas estereoscópicas, fazendo-se a determinação taxonômica com auxílio de literatura específica e contagem do número de organismos por taxon.

Cabe ressaltar, que todo o equipamento utilizado nas amostragens hidrobiológicas e físico-químicas, como redes, conchas, baldes e equipamentos, são lavados minuciosamente (em água corrente) e no caso de redes de plâncton, emersas em solução de água sanitária por pelo menos cinco minutos. Estas medidas se fazem necessárias, haja vista a possibilidade de contaminação entre rios e bacias, de plâncton ou exemplares bentônicos (como o caso de moluscos) que podem acabar povoando e invadindo outros ambientes. Assim, a equipe da Visão Ambiental, toma o cuidado de não estar levando organismos, e assim contaminando outros locais e ambientes.

Os métodos analíticos utilizados (**Tabela 2**) são os mais aceitos internacionalmente, presentes no APHA – Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater, conforme recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 2 - Metodologia Analítica.

PARÂMETROS	CAS	UNIDADE	METODOLOGIA DE ANÁLISE (1)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	INCERTEZA EXPANDIDA (±)	METODOLOGIA	VALOR DE REFERÊNCIA (**)
CLORETOS	16887-00-6	mg Cl ⁻ / L	SMEWW 4500 Cl ⁻	1	-	COLORIMETRIA	250
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	---	□S / cm	SMEWW 2510	0,5	8,12	CONDUTIVÍMETRO	-
DBO	---	mg O ₂ / L	SMEWW 5210-B	1,0	0,8	WINKLER	5
COR VERDADEIRA / APARENTE	---	Unid. Hazen	SMEWW 2120-D	5	-	COLORIMETRIA	75
FERRO TOTAL / SOLÚVEL	7439-89-6	mg Fe / L	SMEWW 3111	0,10	0,04	AA	0,3
FÓSFORO TOTAL	7723-14-0	mg P / L	SMEWW 4500-P	0,02	-	COLORIMETRIA	0,10 – lóxico 0,03 – lântico
NIT. AMONICAL	7664-41-7	mg N-NH ₃ / L	SMEWW 4500-NH ₃	0,1	-	COLORIMETRIA	3,4
NIT. TOTAL	---	mg N / L	SMEWW 4500-Norg	1	-	COLORIMETRIA	-
NITRATOS	---	mg N-NO ₃ / L	SMEWW 4500-NO ₃	0,1	-	COLORIMETRIA	10
NITRITOS	---	mg N-NO ₂ / L	SMEWW 4500-NO ₂	0,01	-	COLORIMETRIA	1
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	---	mg O ₂ / L	SMEWW 4500-O	0,2	0,03	OXÍMETRO	>5
pH	---	-	SMEWW 4500-H ⁺	0 – 14	0,03	PHMETRO	6,0 – 9,0
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	---	mg / L	SMEWW 2540-C	5	-	GRAVIMETRIA	500
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	---	mg / L	SMEWW 2540-D	5	-	GRAVIMETRIA	100
SULFATOS	14808-79-8	mg / L	SMEWW 4500 SO ₄ ²⁻	1	-	COLORIMETRIA	250
TEMPERATURA DA ÁGUA	---	° C	SMEWW 2550	---	0,15	TERMÔMETRO	-
TEMPERATURA DO AR	---	° C	SMEWW 2550	---	±0,5	TERMÔMETRO	-
TURBIDEZ	---	U.N.T.	SMEWW 2130	0,1	1,21 – até 20 UNT 5,1 – até 100 UNT	TURBIDÍMETRO	100
<i>Escherichia coli</i>	---	NMP / 100 mL	SMEWW 9223	1	1,2 – até 100 UNT 43,7 – até 1000 312 – acima de 1000	SUBSTRATO DEFINIDO	1000
COLIFORMES TOTAIS	---	NMP / 100 mL	SMEWW 9223	1	-	SUBSTRATO DEFINIDO	-

(1) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 21ª Edição, 2005.

(2) Valores de referência - VMP (Valor Máximo Permissível) para águas de classe 2 segundo a Resolução CONAMA 357/2005

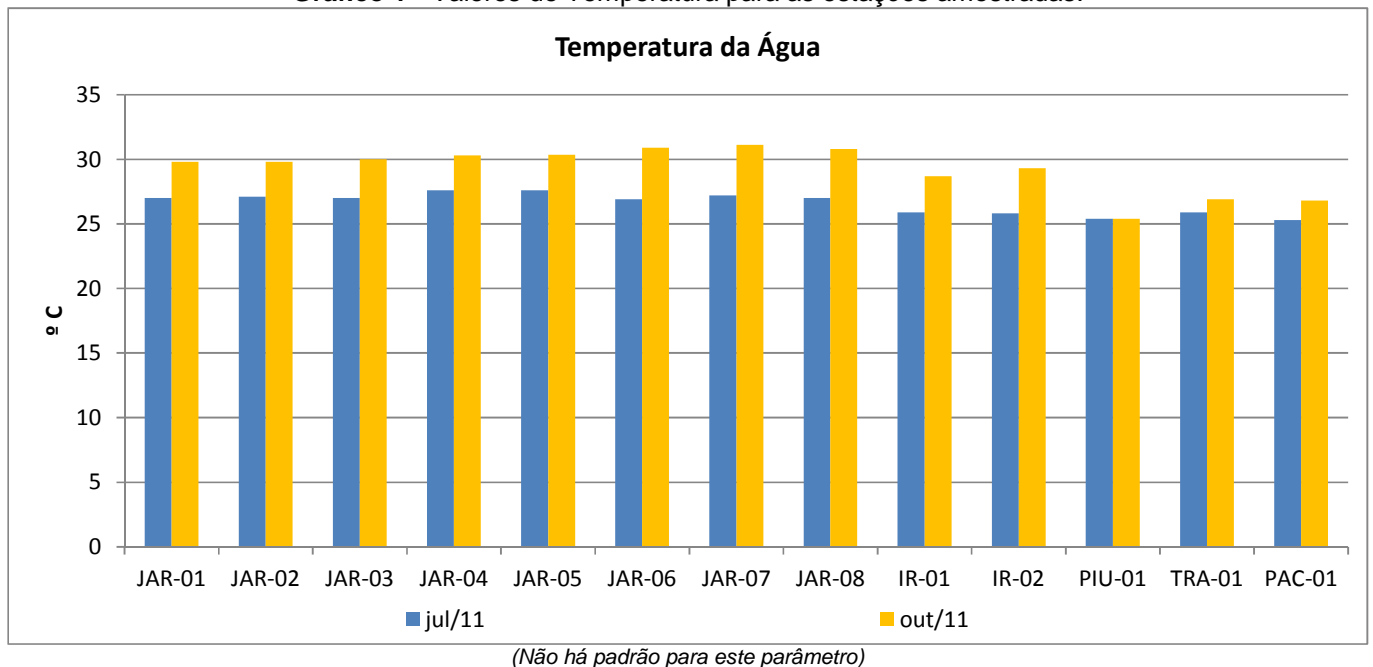
6.0 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA

6.1 - CONSIDERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

Neste relatório são avaliadas as 2 campanhas de amostragem realizadas nos meses de julho e outubro de 2011.

As temperaturas das águas obtidas nas campanhas variaram de acordo com a tendência de cada mês. Manteve-se a característica de águas com temperaturas moderadas em decorrência da região mais quente em que se encontram. (**Gráfico 1**)

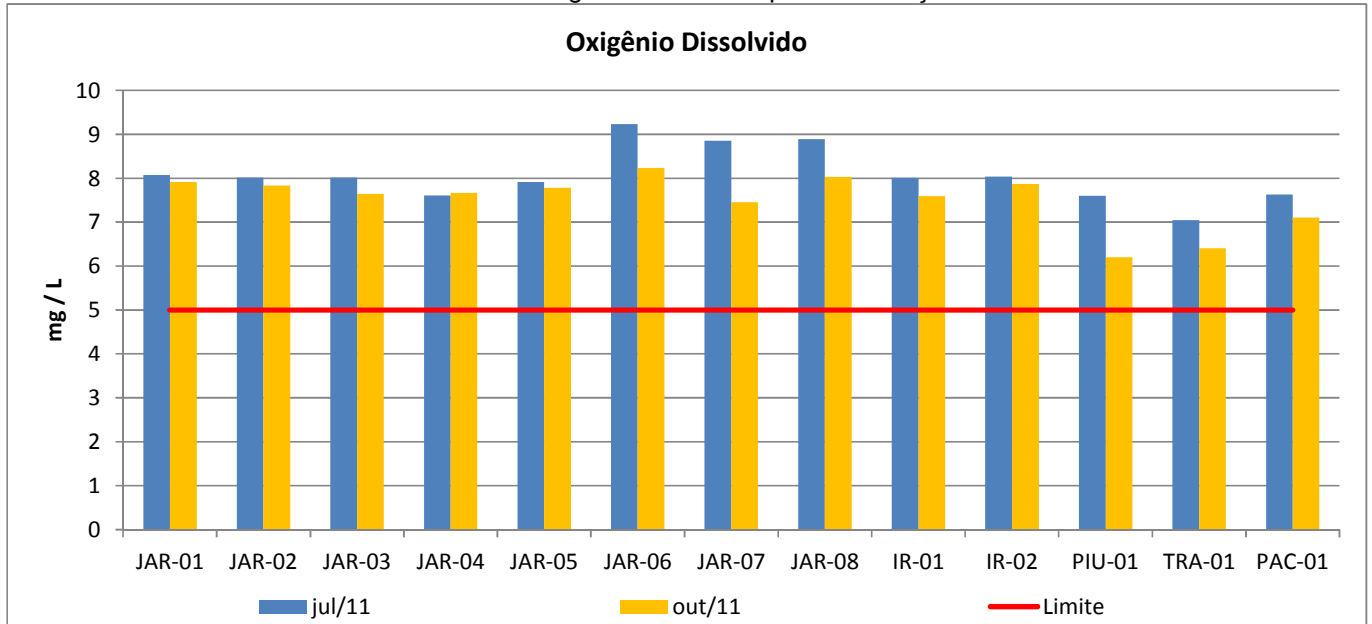
Gráfico 1 - Valores de Temperatura para as estações amostradas.



Todos os pontos amostrados apresentaram-se dentro do padrão estabelecido para a avaliação de oxigênio dissolvido, sendo que em outubro os resultados estiveram um pouco mais baixos do que em julho, como se pode observar no **Gráfico 2**. Essa redução pode ter sido ocasionada pela diminuição do volume das águas do rio Jari pelo início do período de estiagem na região.

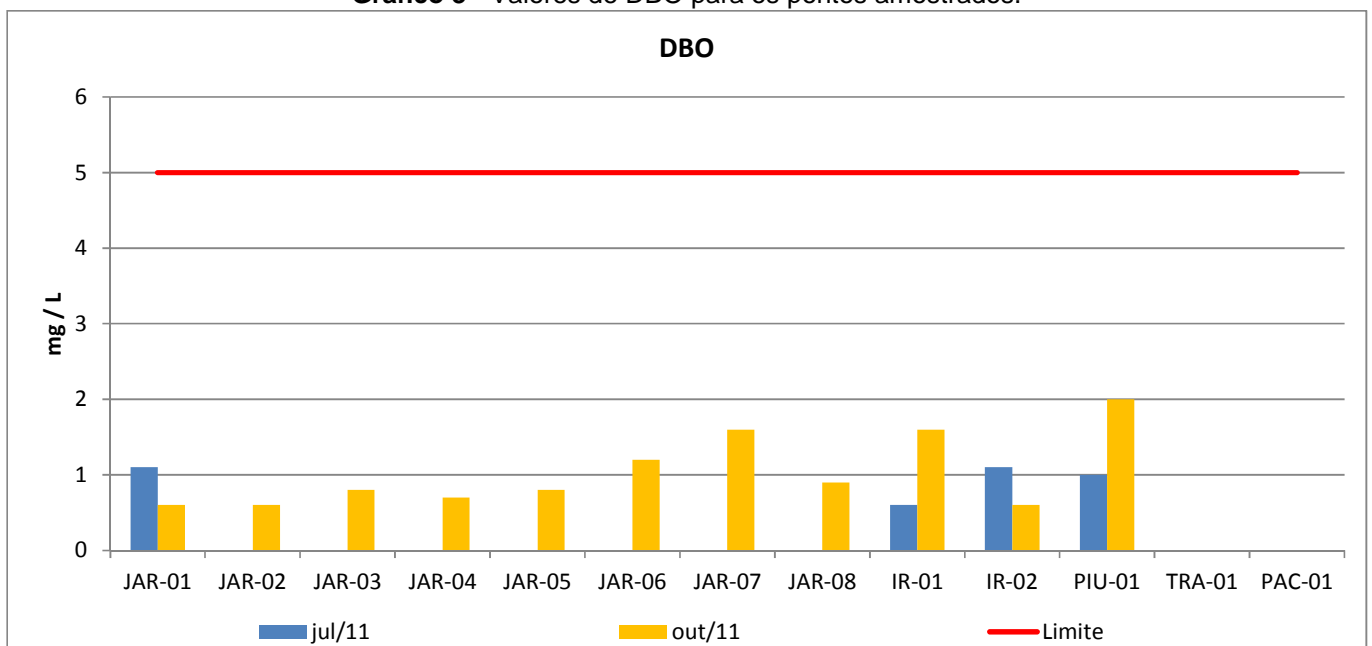
Os valores para DBO também estiveram dentro do limite estabelecido pela legislação, sendo que os maiores registros foram observados na campanha de outubro, uma vez que a maioria das estações apresentaram na primeira campanha resultados menores que 0,5 mg/L, não sendo possível representá-los no **Gráfico 3**. Os aumentos observados nos pontos dos rios Iratapuru e Piunquara podem ter sido motivados pela grande redução de volume de águas em outubro nestes locais reduzindo a dinâmica de escoamento dos rios.

Gráfico 2 - Valores de Oxigênio Dissolvido para as estações amostradas.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – a concentração de oxigênio dissolvido tem que ser maior do que 5,0 mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor mínimo permitido)

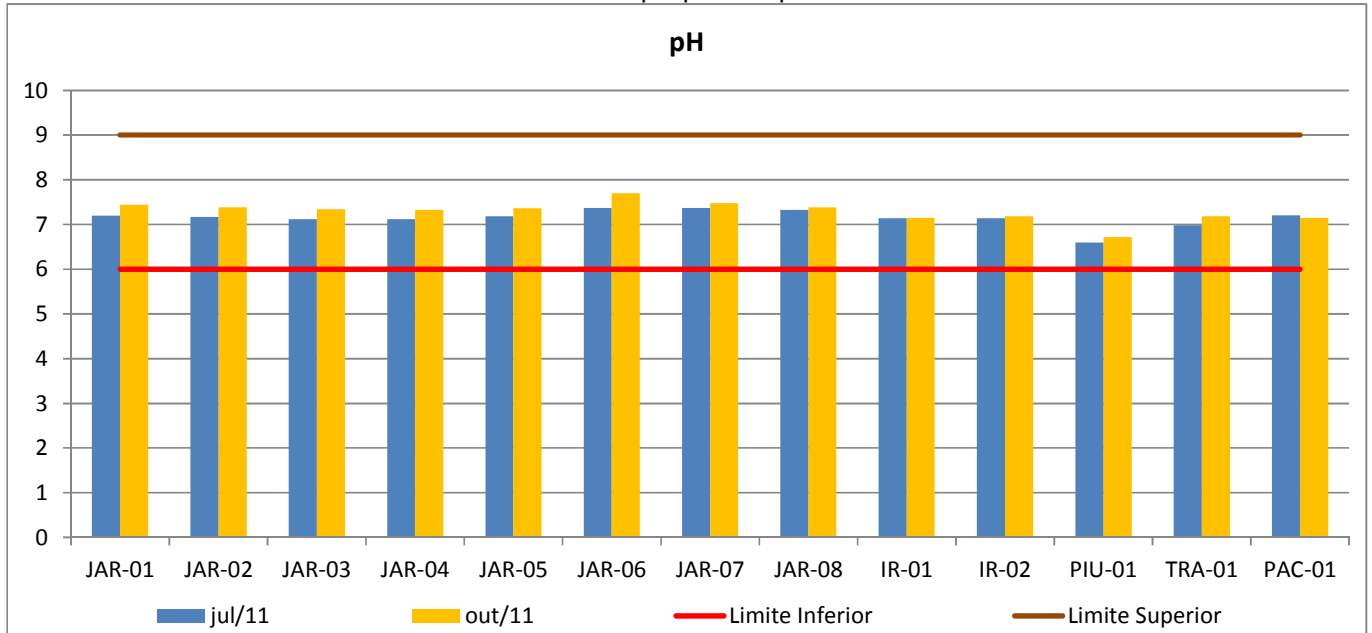
Gráfico 3 - Valores de DBO para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – a concentração de DBO tem que ser menor do que 5,0 mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Os valores de pH mantiveram-se dentro dos limites e com pouca variação entre as campanhas. Apesar de uma diferença pouco significativa, a estação PIU-01 apresentou registros mais ácidos para as duas campanhas, enquanto todas as outras apresentaram caráter mais neutro. De uma forma geral, os resultados demonstraram uma boa constância desta propriedade, independente da campanha de amostragem, favorecendo a manutenção da biota aquática local. Estes valores são apresentados no **Gráfico 4**.

Gráfico 4 - Valores de pH para os pontos amostrados



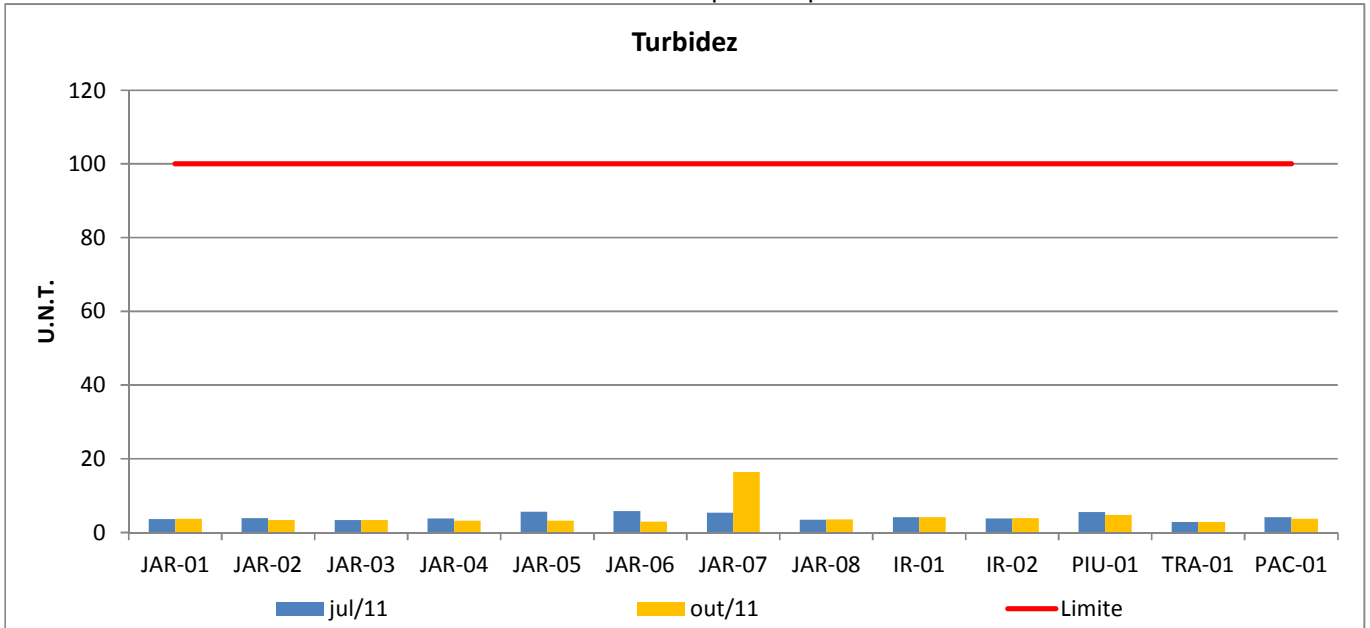
(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de pH deve estar entre 6,0 (linha vermelha) e 9,0 (linha marrom))

Em relação à turbidez, nota-se que todos os resultados estiveram baixos, podendo-se justificar pelo fato de que nenhuma das campanhas analisadas são características de períodos com grandes índices de chuvas, quando as águas se agitam mais causando o revolvimento dos sólidos e conseqüentemente elevando os índices de turbidez.

Para os sólidos em suspensão e cor verdadeira o início do período chuvoso na segunda campanha foi mais representativo, uma vez que para estes, as concentrações obtidas para o mês de outubro foram maiores do que para o mês de julho. Nota-se ainda que, para a cor verdadeira, que a estação JAR-07 (Rio Jari, a jusante do eixo, em frente ao cemitério) ultrapassou em outubro o limite estabelecido pela legislação, totalizando 83 Unid. Hazen. Esta coloração neste local pode ter sido devido a influências locais a serem confirmadas nas campanhas posteriores.

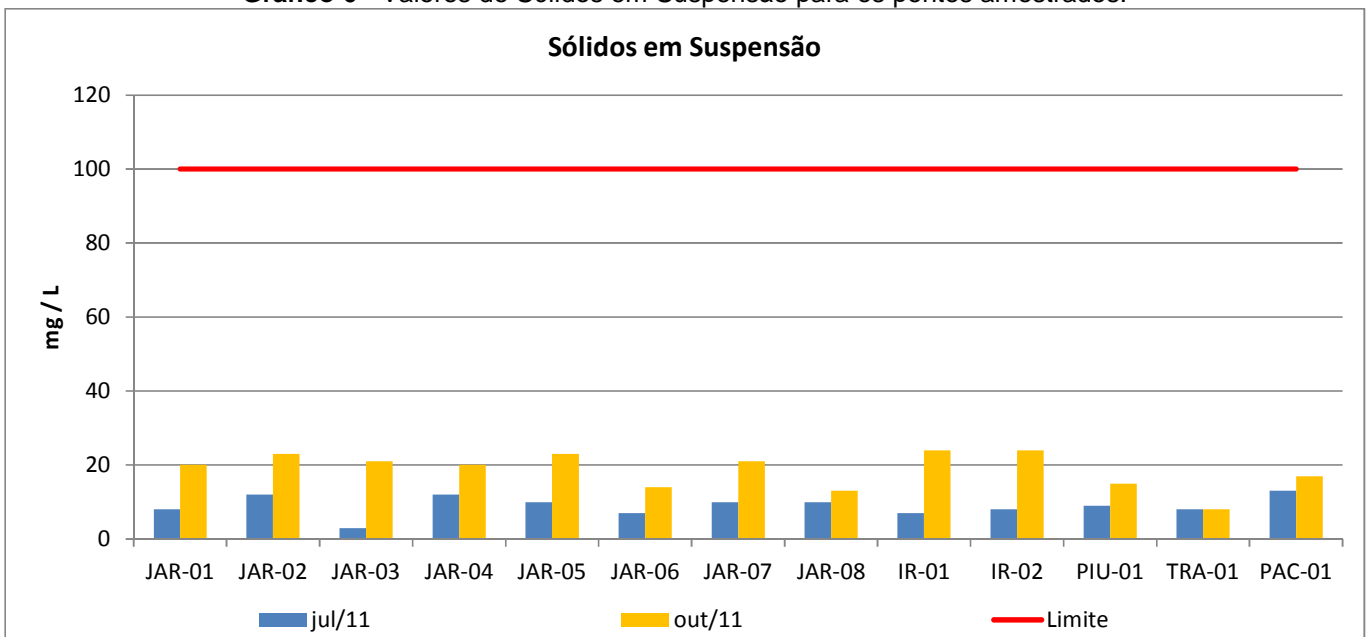
De uma forma geral, nota-se que os parâmetros analisados seguiram o mesmo comportamento, confirmando assim, os resultados encontrados. Estes resultados são apresentados a seguir nos **Gráficos 5, 6 e 7.**

Gráfico 5 - Valores de Turbidez para os pontos amostrados.



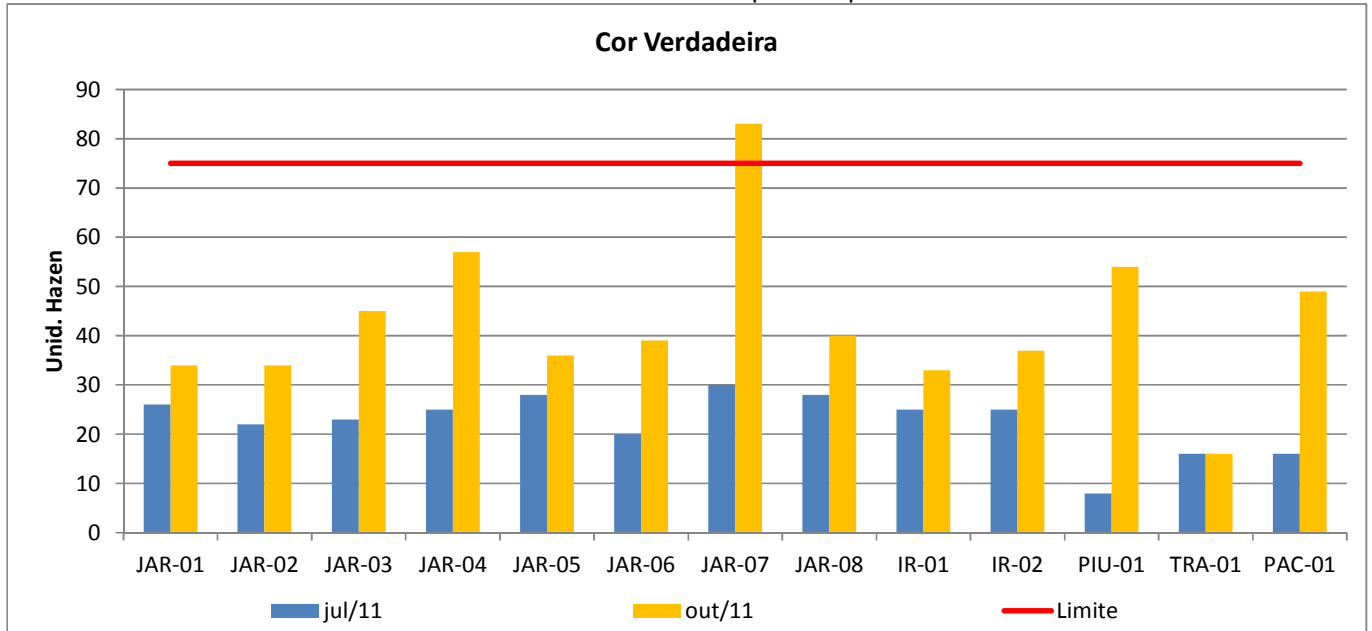
(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de Turbidez tem que ser menor do que 100UNT. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Gráfico 6 - Valores de Sólidos em Suspensão para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de sólidos em suspensão tem que ser menor do que 100mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

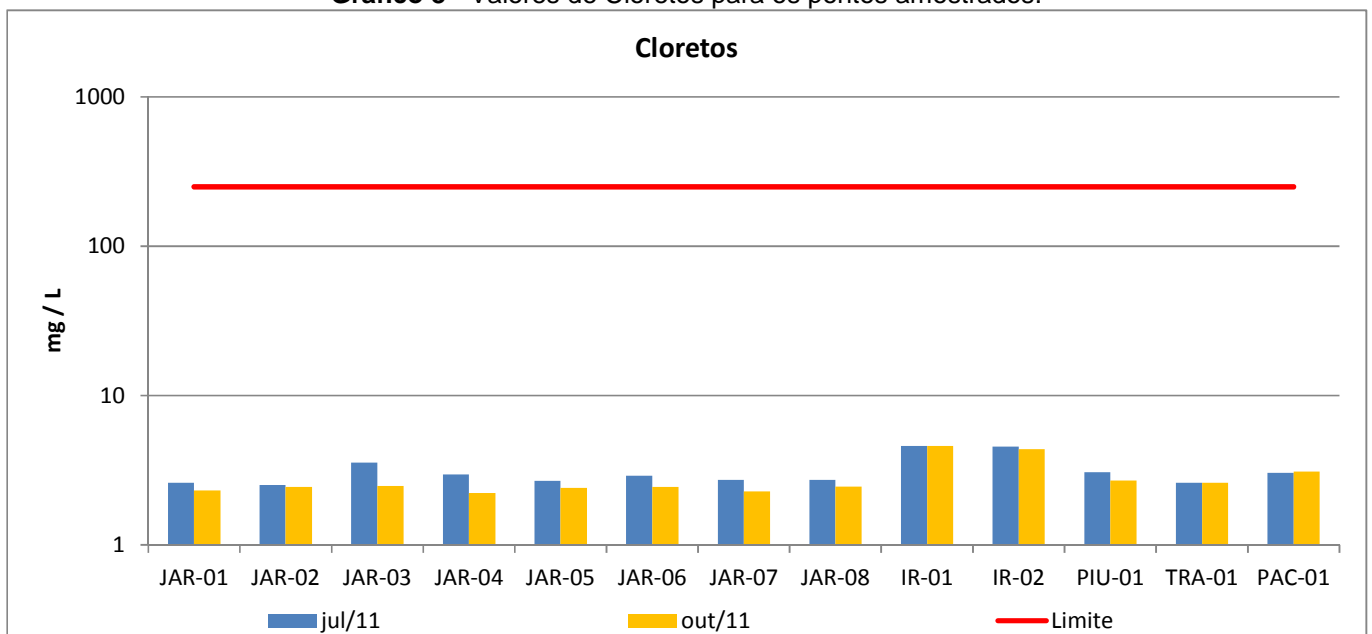
Gráfico 7 - Valores de Cor Verdadeira para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2– o valor de cor verdadeira tem que ser menor do que 75 Unid. Hazen. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais, podendo também, advir dos esgotos domésticos ou industriais. Em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas. Entretanto, observando o **Gráfico 8**, pode-se considerar que os valores encontrados para a UHE Santo Antônio do Jari foram bem baixos, uma vez que o limite para este parâmetro é de 250 mg/L e os resultados foram inferiores à 5 mg/L em todas as amostras.

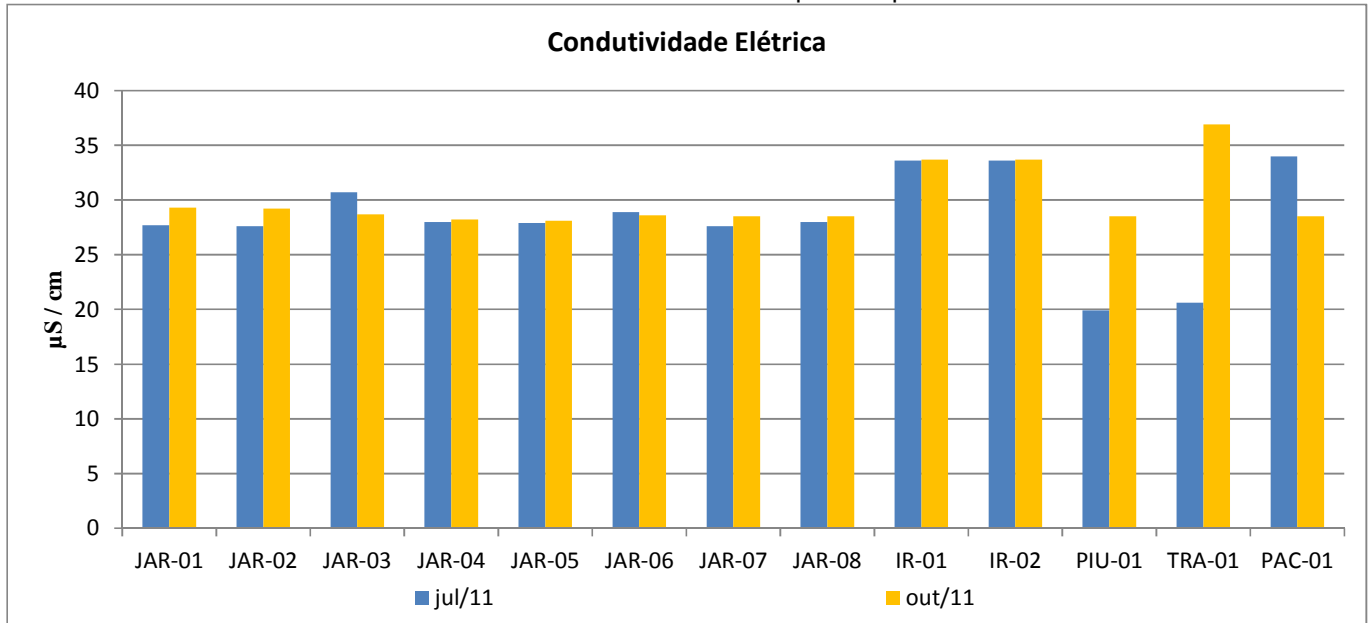
Gráfico 8 - Valores de Cloretos para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2– o valor de cloreto total tem que ser menor do que 250mg/L)

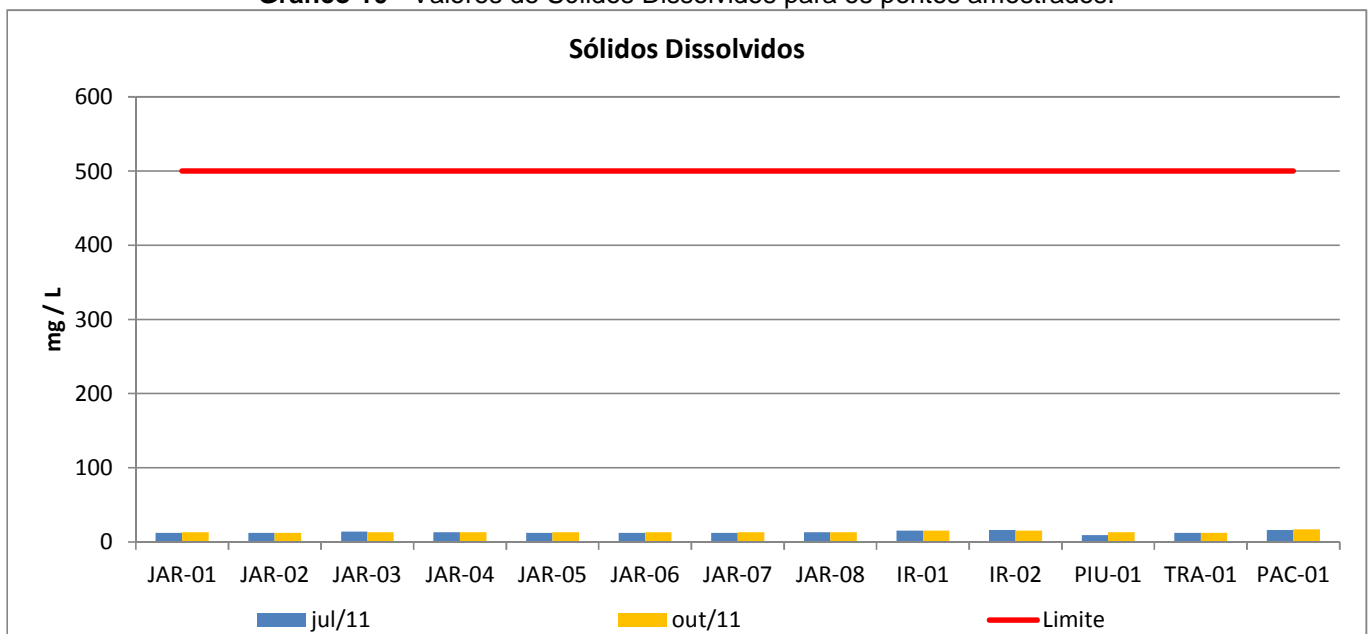
Os valores de condutividade elétrica indicaram, em todos os pontos, baixa concentração de íons dissolvidos, confirmados pelos também baixos valores de sólidos dissolvidos, como pode ser observado nos **Gráficos 9 e 10**.

Gráfico 9 - Valores de Condutividade Elétrica para os pontos amostrados.



(Não há padrão para este parâmetro)

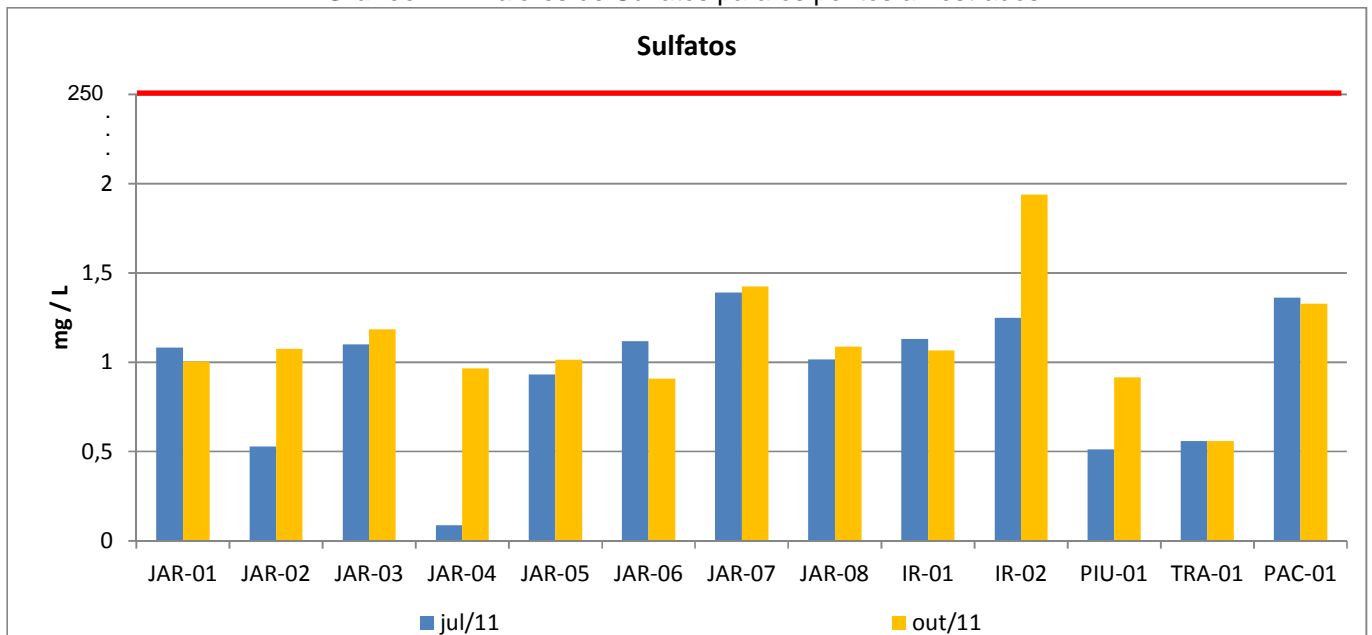
Gráfico 10 - Valores de Sólidos Dissolvidos para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de sólidos dissolvidos tem que ser menor do que 500mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Em relação aos resultados para sulfatos, todos os registros apresentaram-se muito abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, uma vez que este limite é de 250 mg/L e todos os valores encontrados são inferiores à 2 mg/L, conforme observa-se no **Gráfico 11**.

Gráfico 11 - Valores de Sulfatos para os pontos amostrados.



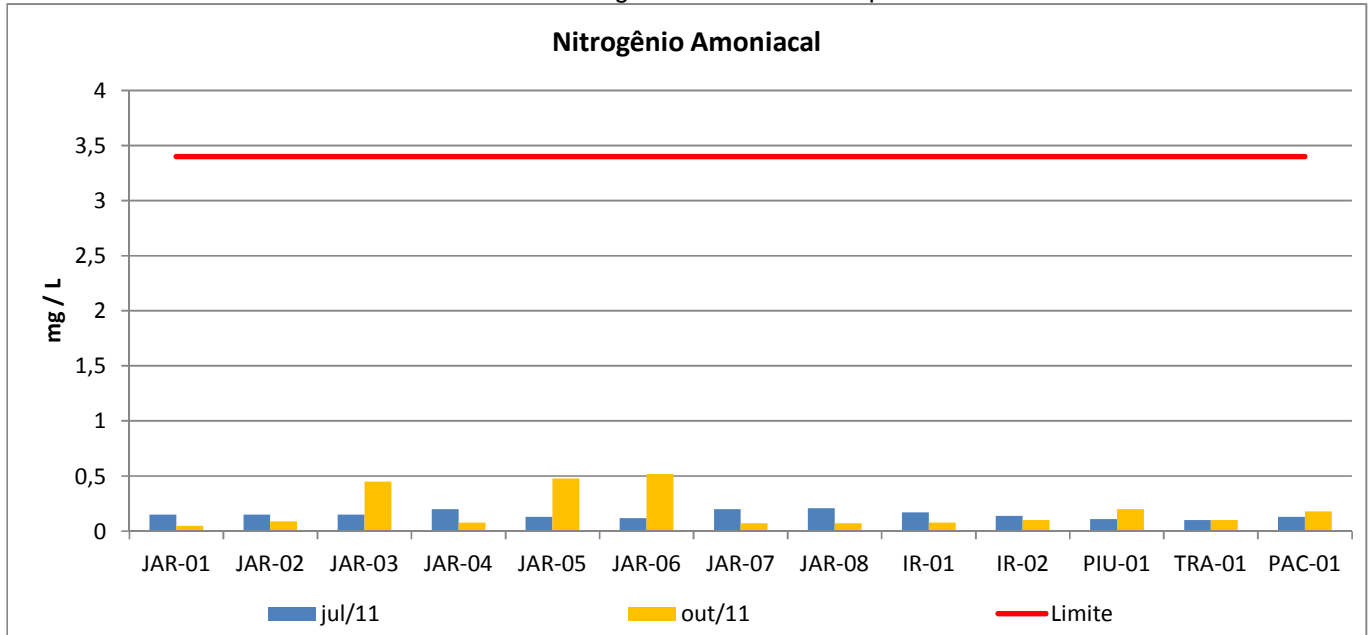
(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de sulfatos tem que ser menor do que 250 mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido.)

Os parâmetros fósforo e nitrogênio são os principais responsáveis pela instalação do processo de eutrofização em reservatórios artificiais. Desta forma, o monitoramento destes parâmetros é de extrema importância para a avaliação de medidas para manutenção da qualidade da água dos reservatórios. A principal fonte destes nutrientes é o esgoto doméstico e industrial lançado diretamente no corpo d'água. No caso do nitrogênio, as altas concentrações encontradas em corpos hídricos podem ser oriundas também do carreamento pela chuva do excesso de fertilizantes de áreas de culturas no entorno de lagos e rios.

As concentrações de amônia resultaram valores diversificados, sendo que não houve uma sequência para as concentrações em relação às campanhas, entretanto todas elas estiveram bem abaixo do limite estabelecido. Para os nitritos os valores também se apresentaram bem baixos, mas para este parâmetro observou-se resultados um pouco mais elevados para a campanha de julho do que para a de outubro. O nitrogênio amoniacal e os nitritos caracterizam a presença de despejos sanitários recentes nas águas analisadas para a UHE Santo Antônio do Jari. (**Gráficos 12 e 13**)

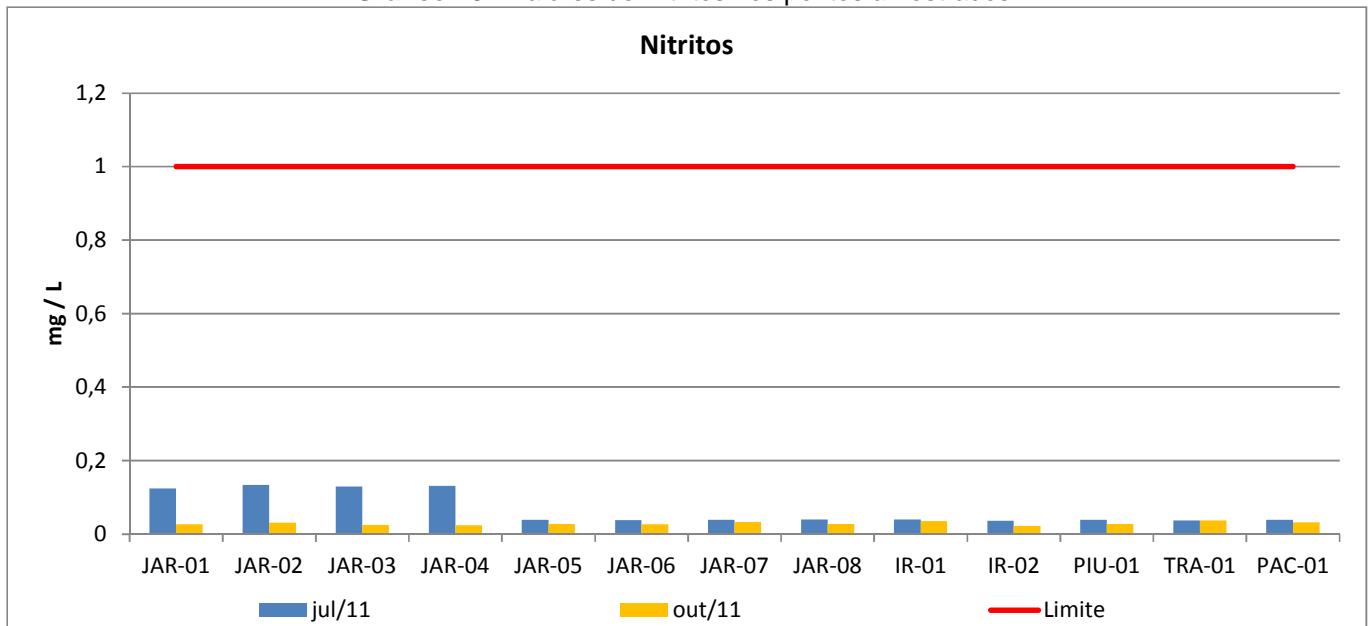
A presença de nitratos, que indica contaminação mais remota, também pode ser considerada baixa. No total, as concentrações de nitrogênio podem ser consideradas baixas a moderadas, com maiores resultados em julho, quando as chuvas são mais escassas, causando a menor diluição dos corpos d'água e conseqüentemente elevando a concentração. (**Gráficos 14 e 15**)

Gráfico 12 - Valores de Nitrogênio Amoniacal nos pontos amostrados.

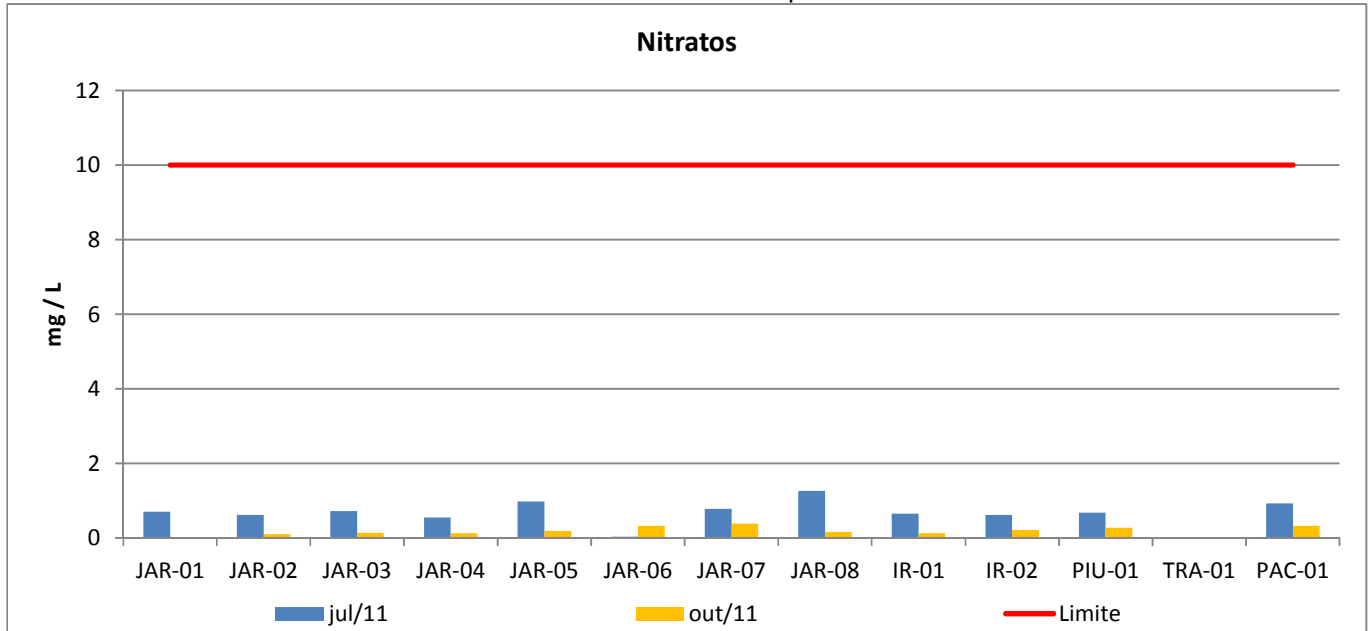


(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2– o valor de Nitrogênio Amoniacal tem que ser menor do que 3,7 em águas com pH < 7,5 e menor do que 2,0 mg/L em águas com pH entre 7,5 e 8,5. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

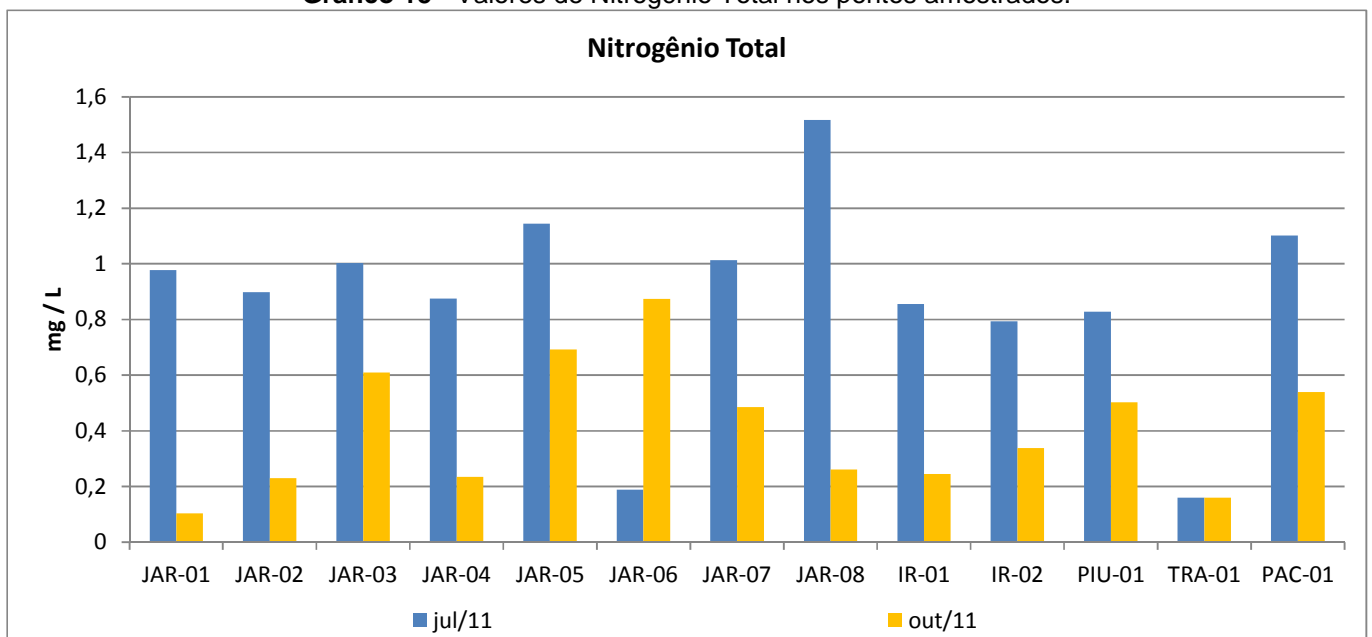
Gráfico 13 - Valores de Nitritos nos pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2– o valor de Nitritos tem que ser inferior a 1 mg/L. Barra vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Gráfico 14 - Valores de Nitratos nos pontos amostrados.


(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2– o valor de Nitratos tem que ser menor do que 10 mg/L. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Gráfico 15 - Valores de Nitrogênio Total nos pontos amostrados.


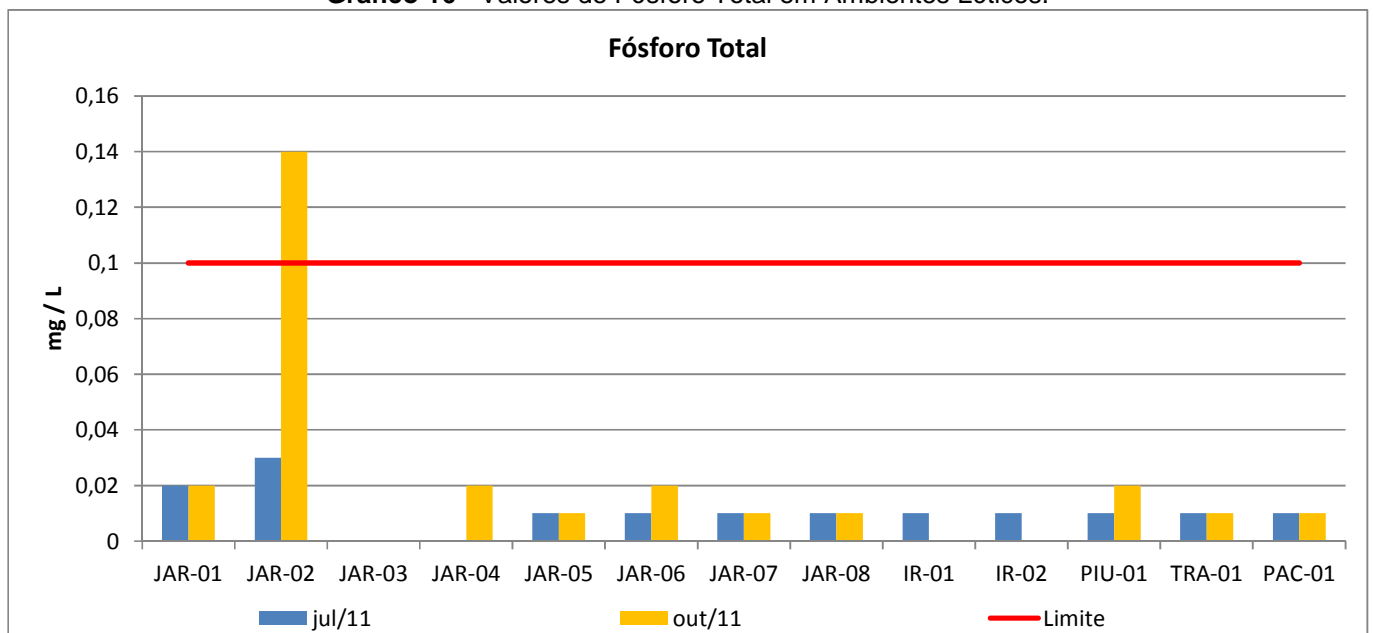
(Não há padrão para este parâmetro)

O parâmetro fósforo também é um nutriente que pode favorecer a ocorrência de processos de eutrofização. Ele é oriundo de despejos sanitários lançados no leito do rio e da dissolução de rochas e de insumos agrícolas, que são lavados pelas águas das chuvas e também lançados nos corpos hídricos. Para ambientes lênticos e lóticos os valores máximos permitidos são diferentes, sendo o padrão lêntico mais restritivo, no entanto, neste caso todos os pontos são localizados em ambientes lóticos.

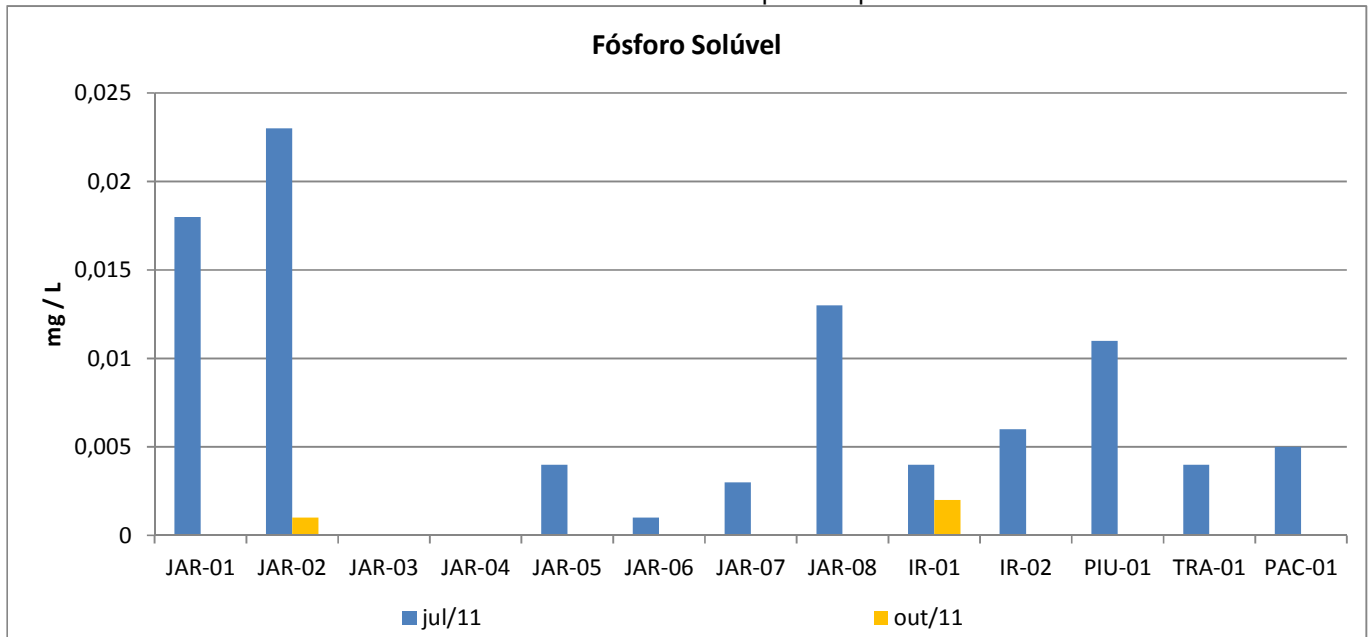
De uma forma geral, os valores encontrados para fósforo total foram baixos, com exceção da estação JAR-02 (Rio Jari, no início do futuro reservatório) que em outubro de 2011 registrou uma concentração mais elevada do que o máximo permitido pela legislação, podendo esta ser originária de uma fonte pontual, a ser confirmada em campanhas futuras, uma vez que os demais registros apresentaram valores bem abaixo do padrão. (**Gráfico 16**)

Em seguida tem-se o **Gráfico 17** com os resultados encontrados para fósforo solúvel, que apresentou valores mais significativos para a campanha de julho, uma vez que a maioria das estações em outubro apresentaram concentrações menores que 0,001 mg/L. Este fato pode ter ocorrido pelo fato de a menor presença de chuvas na campanha de julho contribuir com a maior concentração de fósforo nas águas de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Gráfico 16 - Valores de Fósforo Total em Ambientes Lóticos.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de Fósforo tem que ser menor do que 0,1 mg/L em ecossistemas lóticos. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Gráfico 17 - Valores de Fósforo Solúvel para os pontos amostrados.


(Não há padrão para este parâmetro)

Os lagos e reservatórios podem ser classificados em relação ao grau de trofia, através da concentração de fósforo na água. (Tabela 3)

Tabela 3 - Classificação do estado trófico de reservatórios segundo o Índice de Carlson modificado (CETESB, 2006)

Categoria estado trófico	Ponderação	Secchi - s (m)	P-total - p (mg.m ⁻³)	Clorofila a (mg.m ⁻³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	S ≥ 2,4	P ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	2,4 > S ≥ 1,7	8 < P ≤ 19	1,17 < CL ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	1,7 > S ≥ 1,1	19 < P ≤ 52	3,24 < CL ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	1,1 > S ≥ 0,8	52 < P ≤ 120	11,03 < CL ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	0,8 > S ≥ 0,6	120 < P ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	0,6 > S	233 < P	69,05 < CL

Apesar da quantidade de nitrogênio exigida pela maioria dos organismos ser bem superior à de fósforo, com relação ao fenômeno da poluição, o fósforo apresenta-se como fator de maior importância, uma vez que, ainda que o suprimento de nitrogênio seja deficiente, este pode ser obtido a partir do ar atmosférico, não sendo possível exercer um controle sobre o teor presente nas águas.

Os resultados para o IET foram obtidos através de cálculos utilizando-se os valores de clorofila e fósforo encontrados para estas duas campanhas. Nota-se que a grande maioria dos resultados registrou classificação “ultraoligotrófico”, sendo que a estação JAR-02 em outubro foi o único resultado diferente (oligotrófico), podendo-se justificar pela elevada concentração de fósforo presente nesta amostra. Desta forma, conclui-se que existe pouca probabilidade de eutrofização nestas águas nas condições apresentadas pelas duas campanhas realizadas. (Tabela 4)

Tabela 4 – IET Calculado.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

jul/11	46,7 Ultraoligotrófico	45,3 Ultraoligotrófico	43,6 Ultraoligotrófico	45,3 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	46,3 Ultraoligotrófico	43,6 Ultraoligotrófico
out/11	45,7 Ultraoligotrófico	49,9 Oligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	44 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	46,7 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico
Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	
jul/11	43,6 Ultraoligotrófico	43,6 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	
out/11	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	44 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	41,9 Ultraoligotrófico	

Para o estudo de reservatórios também é importante o conhecimento do nutriente limitante por permitir que se focalize no principal causador de problemas de crescimento excessivo de organismos. Segundo VON SPERLING, para um curso hídrico como os rios em questão, é sugerido o seguinte critério para se estimar se o crescimento de algas em um rio está sendo controlado pelo fósforo ou nitrogênio:

Rio dominado por lançamentos difusos: $N/P \gg 10 =$ limitado por P.

As relações N/P obtidas são apresentadas na **Tabela 5**:

Tabela 5 - Relação N/P.

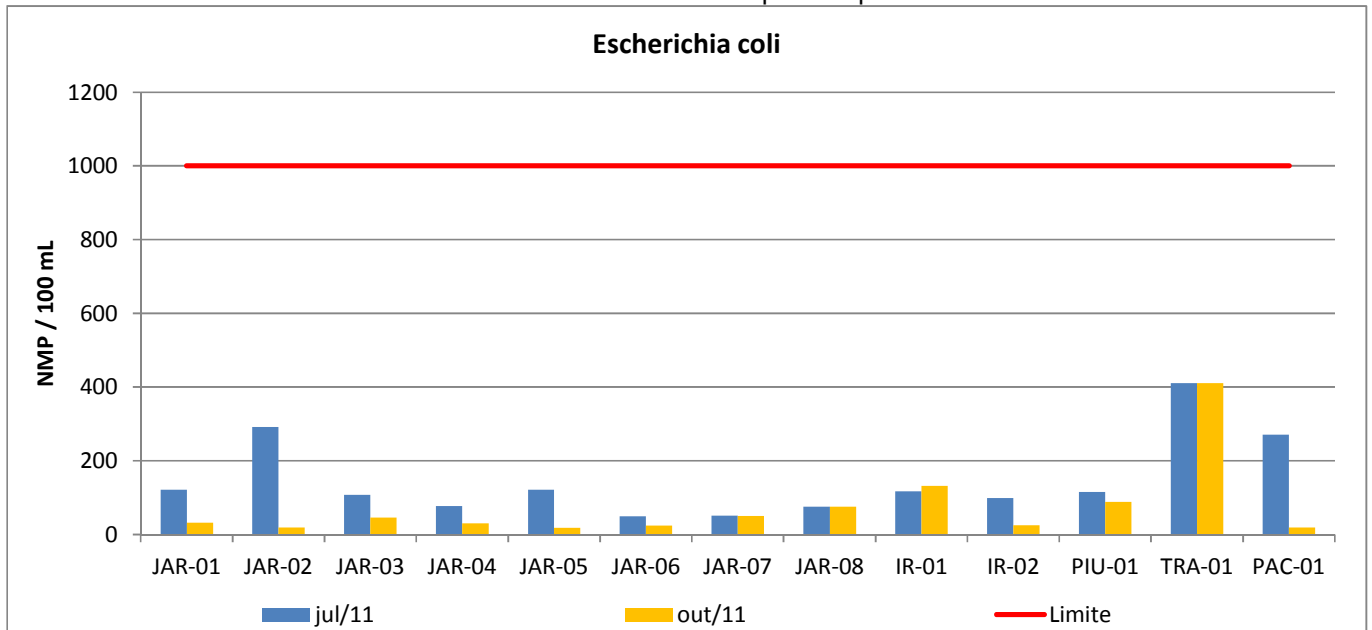
Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	48,9	29,9	>>>	>>>	>>>	18,9	>>>	>>>	>>>	>>>	>>>	16	>>>
out/11	5,2	1,6	>>>	11,75	69,3	43,7	48,6	26,1	>>>	>>>	25,15	16	53,9

(>>>) razão muito elevada devida à ausência ou baixa concentração de fósforo

Os resultados mostram que a maioria das estações apresentou o fósforo como fator limitante, alguns mais representativos, outros menos. Os resultados que identificaram o nitrogênio como limitante, ou seja, o fósforo como disponível ($N/P < 10$) ocorreram nas estações JAR-01 e JAR-02 na campanha de outubro de 2011.

A contaminação fecal nos pontos amostrais analisados pode ser perfeitamente identificada no **Gráfico 18**. As concentrações de *Escherichia coli*, predominantemente encontradas em fezes humanas, estiveram abaixo do valor máximo permitido para águas de classe 2 em todos os pontos de amostragem, apresentando para o ponto TRA-01 (Rio Traíra), nas duas campanhas, índices mais elevados, fato que também foi observado em julho para os pontos JAR-02 e PAC-01.

Gráfico 18 - Valores de *Escherichia coli* para os pontos amostrados.



(Resolução CONAMA 357/2005 – Águas de Classe 2 – o valor de *Escherichia coli* tem que ser menor do que 1000 NMP/100 mL. Linha vermelha refere-se ao valor máximo permitido)

Para esta avaliação de resultados foi feito o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, dos Estados Unidos e adaptado pelo IGAM-MG. (Tabela 6)

Tabela 6 - Classificação do IQA.

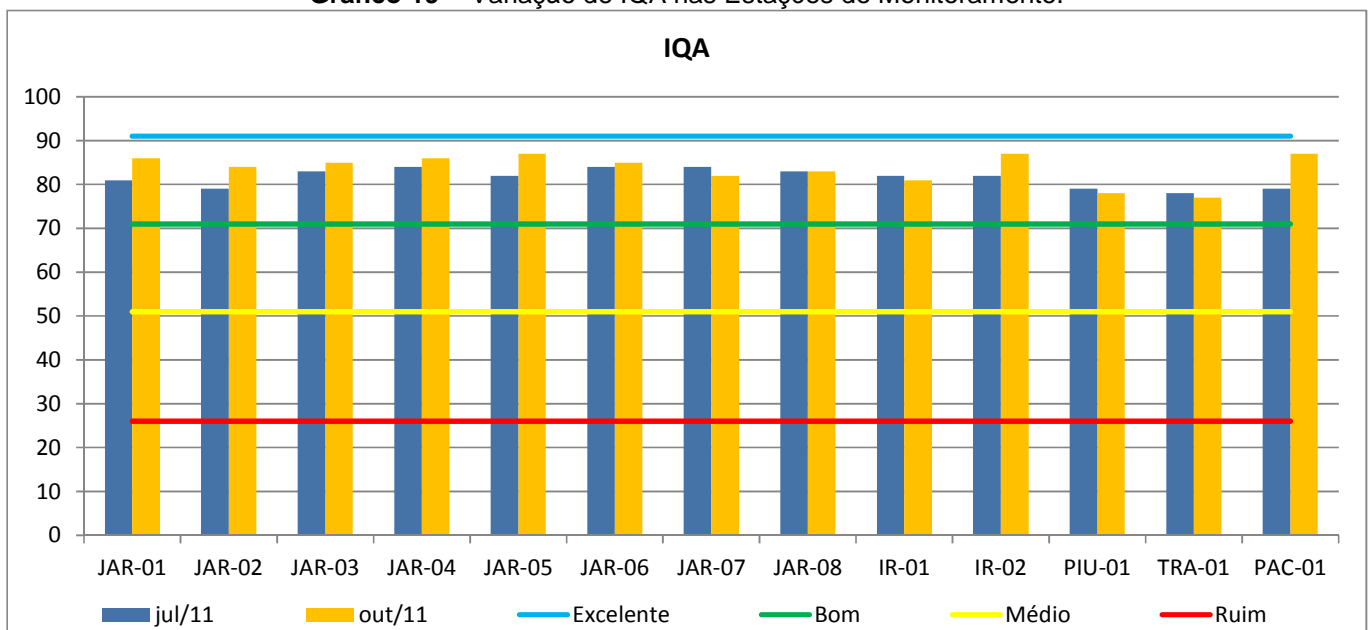
Classificação IQA	Notas
Excelente	91
Bom	71
Médio	51
Ruim	26
Muito Ruim	0

As campanhas de amostragens realizadas para a UHE Santo Antônio do Jari apresentaram resultados de classificação de IQA “BOM” em todos os registros, como se pode observar na **Tabela 7** e no **Gráfico 19**. No cálculo deste índice o parâmetro que mais influenciou foi a *Escherichia coli*.

Tabela 7 - IQA calculado dos pontos de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	81	79	83	84	82	84	84	83	82	82	79	78	79
out/11	86	84	85	86	87	85	82	83	81	87	78	77	87

Gráfico 19 - Variação de IQA nas Estações de Monitoramento.



6.2 - CONSIDERAÇÕES HIDROBIOLÓGICAS

Apresenta-se o relatório de consolidação das comunidades hidrobiológicas, referente às duas campanhas realizadas em julho e outubro de 2011.

6.2.1 - Fitoplâncton

O fitoplâncton encontra-se na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, uma vez que serve de alimentação a organismos como o zooplâncton e a ictiofauna, pertencendo ao nível trófico dos produtores.

Fazem parte deste grupo organismos considerados como algas. Entre elas, há um grupo de grande importância sanitária e de saúde pública, que é também classificado como bactéria, as cianofíceas ou "algas azuis", que em grande quantidade e dependendo do meio (nutrientes), podem produzir toxinas (hepato-toxinas e neuro-toxinas) letais ao ser humano.

Acredita-se que o fitoplâncton é responsável pela produção de cerca de 98% do oxigênio da atmosfera terrestre. O fitoplâncton também pode ser responsável por alguns problemas ecológicos quando se desenvolve demasiadamente, principalmente em situação de excesso de nutrientes e de temperatura favorável, estes organismos podem multiplicar-se rapidamente formando o que se costuma chamar "florescimento" ou "*bloom*".

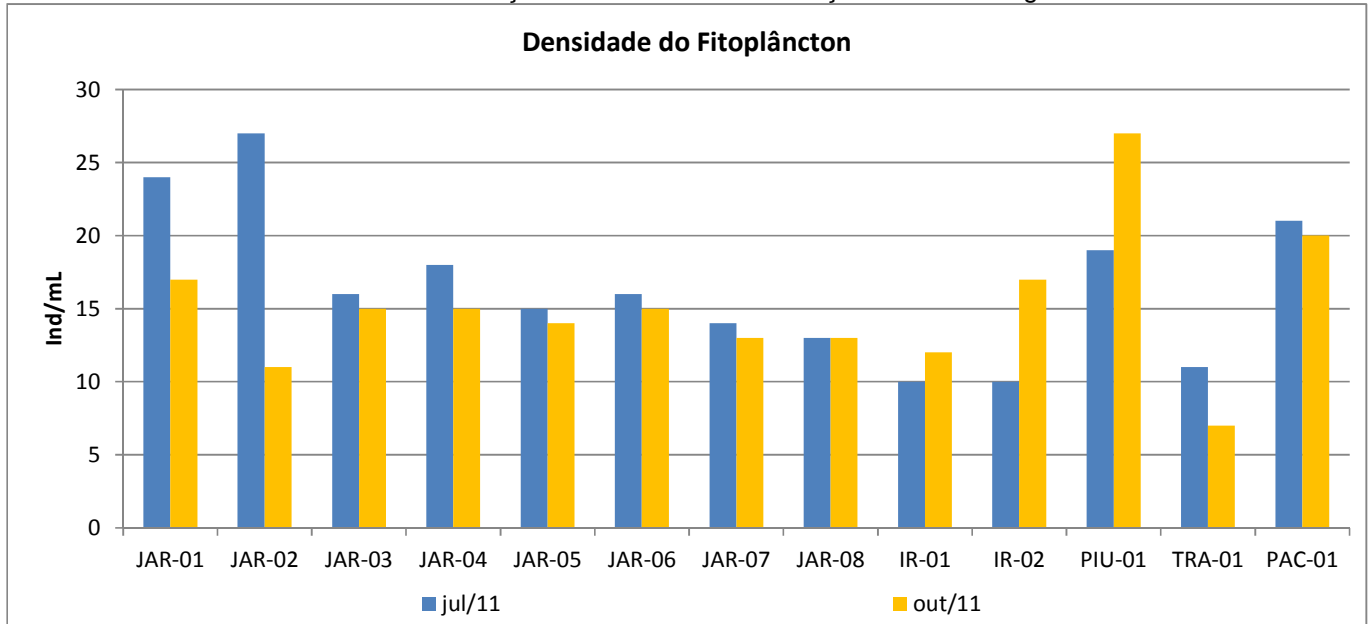
Densidade

A densidade refere-se à quantidade de organismos encontrados em cada estação de amostragem, por mL de água analisada e é encontrada fazendo-se o somatório de organismos de cada espécie identificada. Na **Tabela 8**, apresentam-se os dados quantitativos de densidade encontrados nas campanhas. No **Gráfico 20** visualizam-se estas variações entre as campanhas e as respectivas estações de amostragem.

Tabela 8 - Variação de densidade (ind/L) nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
jul/11	24	27	16	18	15	16	14
out/11	17	11	15	15	14	15	13
Média Camp.	20,5	19	15,5	16,5	14,5	15,5	13,5
Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
jul/11	13	10	10	19	11	21	16,5
out/11	13	12	17	27	7	20	15,1
Média Camp.	13	11	13,5	23	9	20,5	

Gráfico 20 - Variação de densidade nas estações de amostragem.



Observa-se que a maioria das estações apresentou maiores quantitativos para a campanha de julho, podendo ser atribuído ao reflexo do período seco, que contribui para o aumento da concentração destes organismos na água, entretanto a diferença entre as campanhas foi pouco significativa, uma vez que a maior média foi 16,5 Ind/mL e a menor foi 15,1 Ind/mL, para julho e outubro, respectivamente.

Em relação à média entre as campanhas, nota-se que a estação PIU-01 (Rio Piunquara, antes da confluência com o Rio Jari) apresentou maior resultado, com um total de 23 Ind/mL, e a estação TRA-01 (Rio Traíra, à montante da confluência com o Rio Jari) registrou a menor, com 9 Ind/mL.

De uma forma geral, o maior registro foi encontrado na estação PIU-01 (27 Ind/mL) e o menor na TRA-01 (7 Ind/mL), ambas em outubro, refletindo assim os valores de média analisados anteriormente. Observa-se que a diferença entre estes resultados é significativa e que estes quantitativos podem ser considerados moderados a baixos, podendo-se justificar pelo fato de que as estações amostradas são classificadas como lóxicas, ocasionando maior dispersão dos indivíduos.

Riqueza

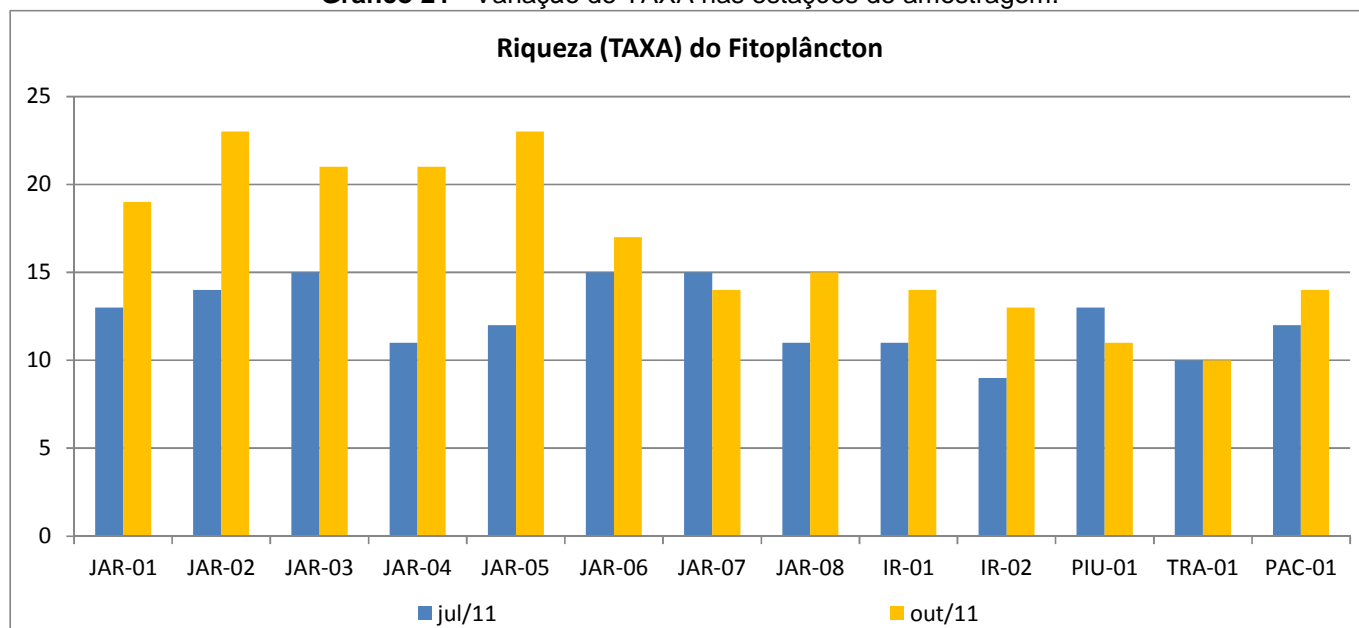
Com relação à riqueza, a **Tabela 9** e o **Gráfico 21**, indicam o comportamento dos valores de riqueza nas campanhas analisadas em julho e outubro de 2011, para a UHE Santo Antônio do Jari.

Tabela 9 - Variação de TAXA nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
jul/11	13	14	15	11	12	15	15
out/11	19	23	21	21	23	17	14
Média Camp.	16	18,5	18	16	17,5	16	14,5

Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
jul/11	11	11	9	13	10	12	12,4
out/11	15	14	13	11	10	14	16,5
Média Camp.	13	12,5	11	12	10	13	

Gráfico 21 - Variação de TAXA nas estações de amostragem.



Analisando os dados, nota-se que os resultados para riqueza não seguiram a mesma tendência da densidade, uma vez que a maioria das estações apresentaram maiores resultados para a campanha de outubro, indicando que nesta última campanha houve maior variedade de espécies, mesmo apresentando uma diferença pouco expressiva. A média entre os pontos resultou 12,4 TAXA para o mês de julho e 16,5 TAXA para o mês de outubro.

Em relação às médias entre as campanhas, o maior resultado foi encontrado na estação JAR-02 (Rio Jari, no início do futuro reservatório) e o menor no ponto TRA-01 (Rio Traíra, à montante da confluência com o Rio Jari), com 18,5 e 10 TAXA, respectivamente. De uma forma geral, os resultados de média encontraram-se todos sem grandes variedades.

O maior registro ocorreu em outubro, nas estações JAR-02 e JAR-05 (Rio Jari, à montante da cachoeira de Santo Antônio), com 23 TAXA, cada. Já o menor, foi registrado na IR-02 (Rio Iratapuru, à jusante da Vila de Iratapuru), totalizando 9 TAXA.

Qualitativo

Para avaliação dos resultados qualitativos, faz-se necessário dividir os organismos fitoplanctônicos em quatro classes de acordo com a importância de cada uma e por serem indicadores biológicos:

Chlorophyta: grupo muito frequente em todos os ambientes aquáticos, sejam eles lóticos ou lênticos. Grupo também denominado algas verdes, possuindo alguns gêneros indicadores de poluição hídrica.

São as algas mais comuns, ocorrendo vastamente em água doce e do mar, mas também em ambientes terrestres úmidos, sobre troncos de árvores e associadas a fungos, formando uma estrutura mutualística denominada líquen. Podem ser unicelulares ou pluricelulares, coloniais ou de vida livre. Possuem clorofilas a e b, carotenos e xantofilas.

Chrysophytas ou Baccillariophyta ou diatomáceas: são frequentes em água doce e podem obstruir os filtros em estações de tratamento graças a uma frústula de sílica que envolve suas células. São algas unicelulares microscópicas que vivem normalmente na água, em ambientes naturalmente iluminados como o plâncton ou junto a substratos. Possuem grandes cloroplastos de cores verde-olivas e pardos.

Cianobactérias: podem viver em diversos ambientes e condições extremas como em águas de fontes termais, com temperatura de aproximadamente 74°C ou em lagos antárticos com temperaturas próximas de 0°C, outras resistem à alta salinidade até em períodos de seca. Podem produzir gosto e odor desagradável na água e desequilibrar os ecossistemas aquáticos. O mais grave é que algumas cianobactérias são capazes de liberar toxinas, que não podem ser retiradas pelos sistemas de tratamento de água tradicionais e nem pela fervura, que podem ser neurotoxinas ou hepatotoxinas.

Fitoflagelados: indicam processo de decomposição de matéria orgânica no meio. Podem produzir problemas de sabor e odor à água e entupimento dos filtros. Encontram-se tanto em lagoas facultativas quanto de maturação. Tendem a se encontrar na camada mais superficial dos corpos d'água.

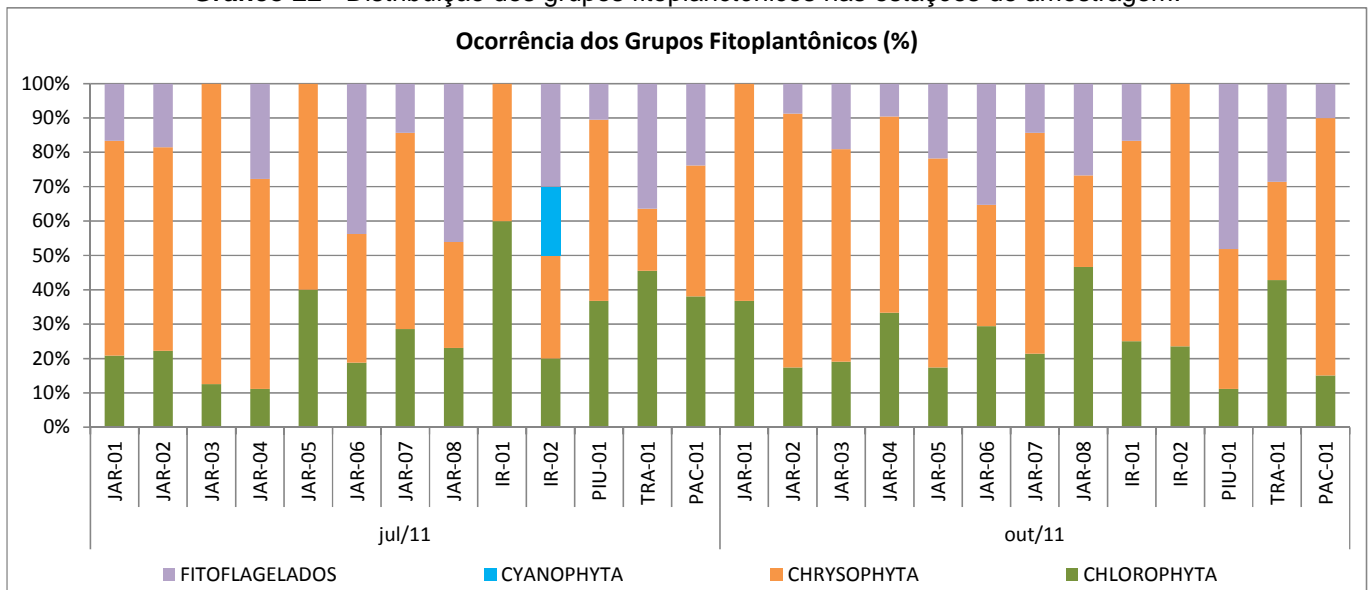
A **Tabela 10** e o **Gráfico 22** apresentam as densidades dos referidos grupos nas campanhas, comparando-se as estações de amostragem.

Tabela 10 - Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações de amostragem.

Campanha	Grupos / Fitoplâncton	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	CHLOROPHYTA	5	6	2	2	6	3	4	3	6	2	7	5	8
	CHRYSOPHYTA	15	16	14	11	9	6	8	4	4	3	10	2	8
	CYANOPHYTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	FITOFLAGELADOS	4	5	0	5	0	7	2	6	0	3	2	4	5
out/11	CHLOROPHYTA	7	4	4	7	4	5	3	7	3	4	3	3	3
	CHRYSOPHYTA	12	17	13	12	14	6	9	4	7	13	11	2	15
	CYANOPHYTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FITOFLAGELADOS	0	2	4	2	5	6	2	4	2	0	13	2	2
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---

Gráfico 22 - Distribuição dos grupos fitoplanctônicos nas estações de amostragem.



Observa-se que a maioria dos pontos registrou o grupo Chrysophyta como predominante, mas ainda assim houve a presença dos Fitoflagelados e do grupo Chlorophyta em alguns deles. Os Fitoflagelados não foram registrados nas estações JAR-03, JAR-05 e IR-01 em julho e nas JAR-01 e IR-02, em outubro.

Em relação ao grupo Chrysophyta, nota-se principalmente a presença do gênero *Navicula sp.* para as duas campanhas de amostragem, sendo que estes organismos são normalmente encontrados em maior número em ambientes arenosos. Ainda para este grupo, destaca-se o gênero *Fragilaria sp.* para o mês de julho e a espécie *Aulacoseira ambigua* para o mês de outubro.

Para o grupo Chlorophyta foi observado que não houve uma única espécie ou gênero em destaque, mas sim a ocorrência de pequenos quantitativos de variados organismos em toda a rede de amostragem, podendo-se citar registros do gênero *Closterium sp.*, da espécie *Monoraphidium arcuatum*, dentre outros.

Para o grupo dos Fitoflagelados, destaca-se, para as duas campanhas em análise, a maior ocorrência da espécie *Rhodomonas lacustris*, esta espécie está relacionada a águas de baixa turbidez e sólidos em suspensão, águas mais claras e limpas, fato comprovado pelos resultados físico-químicos (turbidez).

O grupo Cyanophyta ocorreu qualitativamente nas duas campanhas, entretanto, de forma quantitativa ele foi registrado somente em julho, na estação IR-02 (Rio Iratapuru, à jusante da Vila Iratapuru), apresentando organismos do gênero *Pseudanabaena sp.* A **Tabela 11** apresenta a contagem das células das cianobactérias encontradas.

Tabela 11 - Contagem de Cianobactérias de acordo com a Portaria 518 – MS.

DIVISÃO GÊNEROS	Estações de Amostragem												
	IR 01	IR 02	JAR 01	JAR 02	JAR 03	JAR 04	JAR 05	JAR 06	JAR 07	JAR 08	PAC 01	PIU 01	TRA 01
CYANOBACTERIA													
CLASSE Cyanophyceae													
ORDEM Oscillatoriales													
FAMÍLIA Phormidiaceae													
<i>Phormidium</i> sp.													
FAMÍLIA Pseudanabaenaceae													
<i>Pseudanabaena</i> sp.		47						X					
Densidade Total (células/mL)		47											

De acordo com a contagem de cianobactérias da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, o número de células de cianobactérias mencionado para que sejam tomadas medidas preventivas é de 10.000 células/mL. Para o registro encontrado, tais medidas não precisariam ser tomadas, uma vez que a densidade encontrada esteve bem abaixo do limite estabelecido.

Para concluirmos as considerações qualitativas, apresentam-se na **Tabela 12** os resultados obtidos para o Índice de Diversidade, que nos certificados apresentados foi calculado de acordo com a metodologia de Shannon-Wiener. BRANCO (1986) cita que a faixa de variação desse índice é de 0 a 5, sendo que valores menores que 1 são próprios de ambientes aquáticos alterados, entre 1 e 3 têm sido registrados em águas moderadamente alteradas, e aqueles maiores que 3 correspondem a águas muito limpas. Assim, os valores obtidos indicam que as águas amostradas enquadraram-se como moderadamente alteradas, o que condiz com a realidade encontrada em campo.

Tabela 12 - Índice de diversidade fitoplanctônico das estações amostradas,

Camp./Pontos	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	1,95	2,19	1,83	1,94	1,86	1,83	1,54	1,67	1,46	1,65	1,91	1,54	1,85
out/11	1,8	1,77	1,9	2,19	2	2,23	1,97	2,03	1,56	1,69	1,77	1,56	1,73

6.2.2 - Zooplâncton

O zooplâncton é constituído de consumidores primários (herbívoros) e predadores de diferentes níveis tróficos, tendo como principal fonte de alimento o fitoplâncton (grupo Chlorophyta). Normalmente o zooplâncton de água doce (ambientes lóticos) caracteriza-se por densidades classificadas como baixas a moderadas, constituídos por seres vivos flutuantes ou em suspensão, que se deslocam através dos movimentos da água, embora muitos deles possam ter movimentos próprios. A **Tabela 13** classifica a abundância do grupo de acordo com a sua densidade.

Tabela 13 - Classificação de abundância.

Densidade	Classificação
≤ 1,00	Muito escassa
1,01 a 5,00	Escassa
5,01 a 50,00	Moderada
50,00 a 100,00	Abundante
> 100,00	Muito abundante

Ressalta-se, que a comunidade zooplanctônica está relacionada diretamente à comunidade fitoplanctônica, haja vista que espécies zooplanctônicas dependem do fitoplâncton para sobreviverem (consumo).

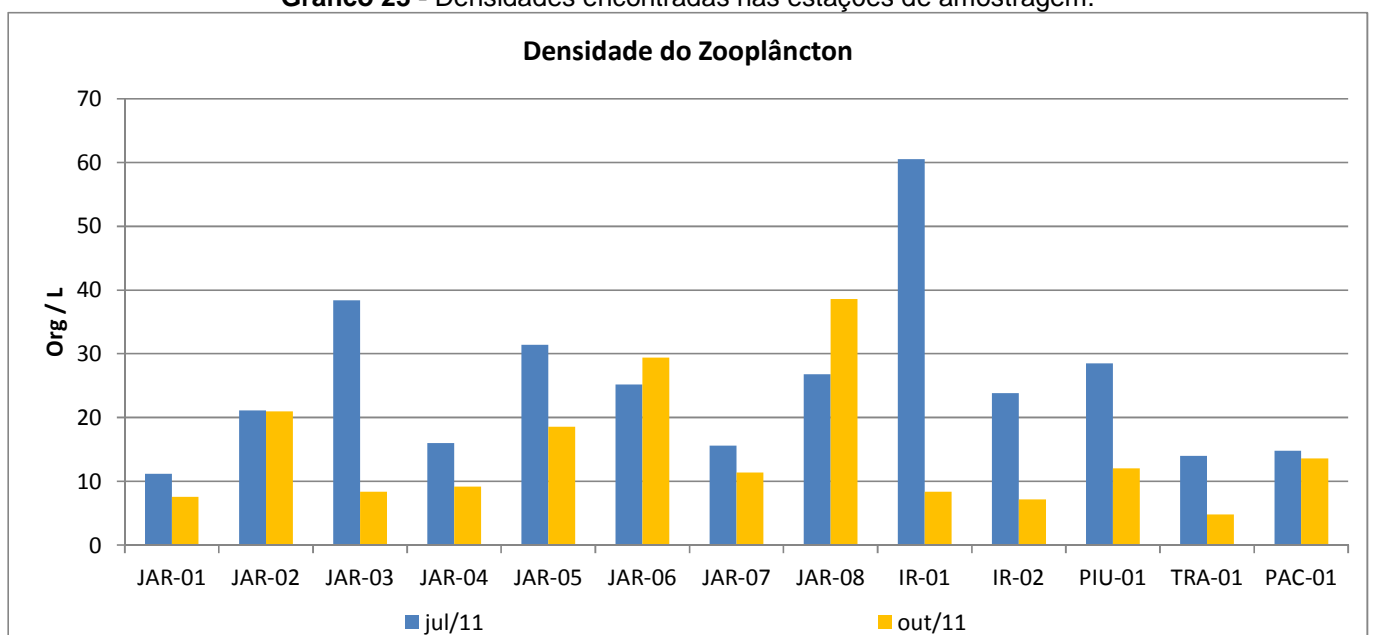
Densidade

As densidades do zooplâncton para a UHE Santo Antônio do Jari são representadas na **Tabela 14** e no **Gráfico 23**, englobando as campanhas de julho e outubro de 2011.

Tabela 14 - Densidades encontradas nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
jul/11	11,2	21,15	38,4	16	31,4	25,2	15,6
out/11	7,6	21	8,4	9,2	18,6	29,4	11,4
Média Camp.	9,4	21,1	23,4	12,6	25	27,3	13,5

Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
jul/11	26,8	60,5	23,85	28,5	14	14,8	25,2
out/11	38,6	8,4	7,2	12	4,8	13,6	14,6
Média Camp.	32,7	34,5	15,5	20,3	9,4	14,2	

Gráfico 23 - Densidades encontradas nas estações de amostragem.


As densidades encontradas para os organismos zooplânctônicos variaram, ao longo das duas campanhas de escassos a abundantes, entretanto, a grande maioria classificou-se como moderado. O menor resultado encontrado foi de 4,8 Org/L em outubro na estação TRA-01 e o maior, de 60,5 Org/L na estação IR-01 (Rio Iratapuru, à montante da Vila de Iratapuru), no mês de julho.

De uma forma geral, a densidade do zooplâncton seguiu a mesma tendência daquela já analisada para o fitoplâncton, uma vez que a maioria dos resultados de julho apresentaram-se mais elevados que os de outubro, reafirmando a ligação entre estes dois grupos. A média entre os pontos registrou 25,2 Org/L para a campanha de julho e 14,6 Org/L para a de outubro.

Em relação à média entre as campanhas, nota-se influência dos maiores e menores valores analisados, sendo que a estação IR-01 resultou no maior registro (35,5 Org/L), e as estações JAR-01 e TRA-01 registraram as menores ocorrências, com 9,4 Org/L, cada.

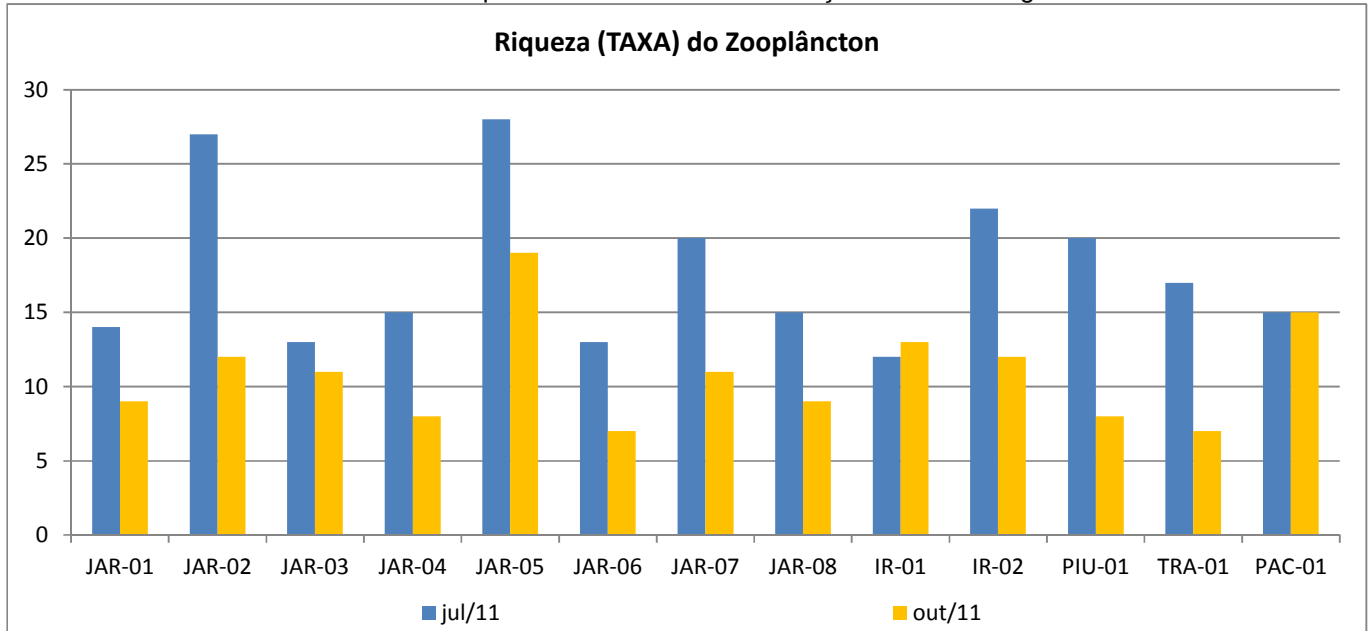
Riqueza

Na **Tabela 15** e no **Gráfico 24**, apresentam-se os dados quantitativos de riqueza nas campanhas realizadas em julho e outubro de 2011.

Tabela 15 - Riqueza (TAXA) encontrada nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
jul/11	14	27	13	15	28	13	20
out/11	9	12	11	8	19	7	11
Média Camp.	11,5	19,5	12	11,5	23,5	10	15,5
Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
jul/11	15	12	22	20	17	15	17,8
out/11	9	13	12	8	7	15	10,8
Média Camp.	12	12,5	17	14	12	15	

Gráfico 24 - Riquezas encontradas nas estações de amostragem.



Com relação ao TAXA, nota-se que houve sequência do comportamento encontrado para a densidade, uma vez que a grande maioria dos resultados foram maiores para a campanha de julho do que para a de outubro, resultando em média igual a 17,8 TAXA para a primeira campanha e 10,8 TAXA para a segunda.

Para a média entre as campanhas, o maior resultado apresentou-se na estação JAR-05 (Rio Jari, à montante da cachoeira de Santo Antônio) e o menor foi encontrado na JAR-06 (Rio Jari, à jusante da cachoeira de Santo Antônio), totalizando 23,5 e 10 TAXA, respectivamente.

De uma forma geral, a maior ocorrência apresentou-se em julho, na estação JAR-05, com 28 TAXA, já os menores resultados encontraram-se nos pontos JAR-06 e TRA-01, ambos em outubro, totalizando 7 TAXA, cada.

Qualitativo

Para a análise qualitativa dividimos os organismos zooplanctônicos em três grandes grupos, a saber:

Protozoários: incluem organismos amebóides, flagelados, ciliados e produtores de esporos que são capazes de nutrição heterotrófica, possuindo ou não cloroplastos. A maioria possui movimento próprio e são tipicamente filtradores aquáticos. Algumas espécies podem provocar doenças, com a Amebíase e a Giardíase.

Rotíferos: organismos na maioria ciliados, algumas espécies nadam livremente na águas, outras são sésseis. São fonte de alimento para crustáceos (camarões) e certas espécies de peixes, bem distribuídos, ocorrendo na maioria dos cursos d'água superficiais.

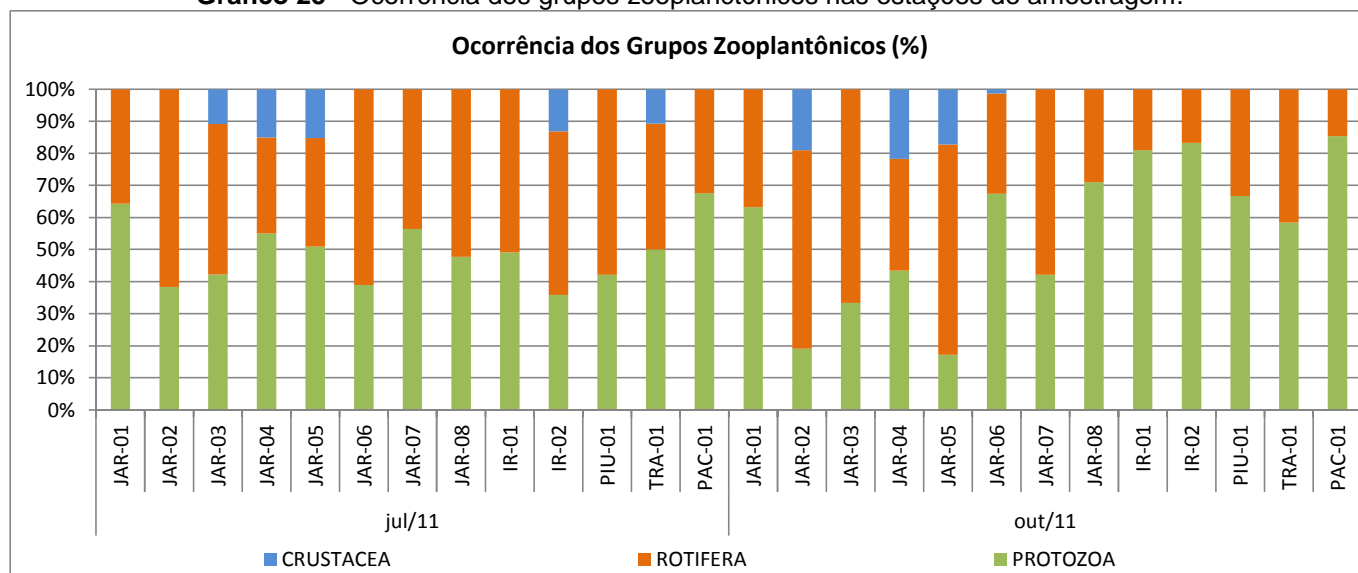
Crustáceos: no caso, os micro-crustáceos aquáticos, são organismos invertebrados do filo Arthropoda. O grupo é bastante numeroso e diversificado, sendo comum nos cursos hídricos superficiais (lagoas ou rios). São fonte de alimento para peixes e macro-crustáceos.

Na Tabela 16 e Gráfico 25, apresenta-se a distribuição dos grupos zooplanctônicos ao longo das campanhas analisadas neste relatório.

Tabela 16 - Distribuição dos grupos zooplanctônicos nas estações de amostragem.

Campanha	Grupos / Zooplâncton	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	PROTOZOA	7,2	8,1	16,2	8,8	16	9,8	8,8	12,8	29,7	8,55	12	7	10
	ROTIFERA	4	13,05	18	4,8	10,6	15,4	6,8	14	30,8	12,15	16,5	5,5	4,8
	CRUSTACEA	0	0	4,2	2,4	4,8	0	0	0	0	3,15	0	1,5	0
out/11	PROTOZOA	4,8	4	2,8	4	3,2	19,8	4,8	27,4	6,8	6	8	2,8	11,6
	ROTIFERA	2,8	13	5,6	3,2	12,2	9,2	6,6	11,2	1,6	1,2	4	2	2
	CRUSTACEA	0	4	0	2	3,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0

Gráfico 25 - Ocorrência dos grupos zooplanctônicos nas estações de amostragem.



Analisando os dados, nota-se que os protozoários predominaram na maioria dos pontos, que os rotíferos ocorreram em todos os pontos, mas predominaram somente em alguns, e que os crustáceos apareceram somente em algumas estações (JAR-03, JAR-04, JAR-05, IR-02 e TRA-01 em julho e JAR-02, JAR-04, JAR-05 e JAR-06 em outubro), não predominando em nenhuma delas.

Os protozoários, como citado anteriormente, são organismos muito comuns a qualquer ambiente e é composto de muitas espécies. As águas doces podem conter grande número de protozoários, especialmente as ricas em matéria orgânica, que lhes serve de alimento. Para este grupo pode-se destacar a espécie *Arcella hemisphaerica* para as duas campanhas, e ainda a *Centropyxis aculeata* e os gêneros *Epystilis sp.* e *Opercularia sp.*, principalmente para a campanha de outubro.

Em relação aos rotíferos, os organismos que ocorreram em maiores quantitativos para as duas campanhas foram os da família Bdelloidea. Os organismos deste grupo são na maioria habitantes de água doce, sendo encontrados, com frequência e em grande número em qualquer tipo de manancial.

Os crustáceos são organismos de vida tipicamente aquática e na água doce são comuns principalmente aqueles microscópicos, tratando-se de um grupo muito amplo de indivíduos. A espécie *Nauplii Cyclopoida* foi a que predominou em relação aos outros organismos deste grupo, para as duas campanhas amostradas.

6.2.3 – Comunidade Bentônica

Apresenta-se a seguir as considerações sobre a comunidade bentônica. A comunidade bentônica é constituída por animais micro e macroscópicos (invertebrados) que habitam permanentemente ou temporariamente o fundo dos lagos ou rios, sendo extremamente dependentes da água.

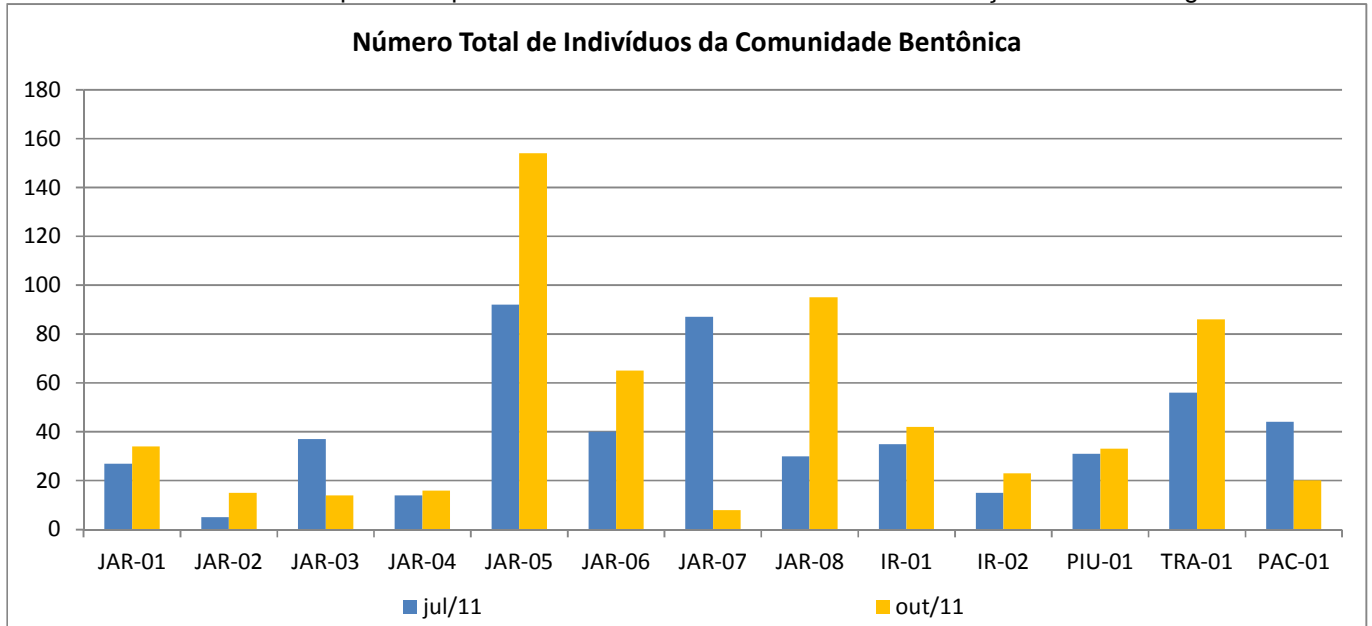
Número de Indivíduos

Os resultados para o número de indivíduos da comunidade bentônica podem ser analisados através da **Tabela 17** e do **Gráfico 26**.

Tabela 17 - Total de indivíduos nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
jul/11	27	5	37	14	92	40	87
out/11	34	15	14	16	154	65	8
Média Camp.	30,5	10	25,5	15	123	52,5	47,5
Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
jul/11	30	35	15	31	56	44	39,5
out/11	95	42	23	33	86	20	46,5
Média Camp.	62,5	38,5	19	32	71	32	

Gráfico 26 - Comparativo quantitativo do número de indivíduos nas estações de amostragem.



Analisando os resultados, nota-se que os valores variaram bastante de um ponto para outro, mas ainda assim pode-se observar que em outubro as ocorrências estiveram mais elevadas do que em julho na maioria dos pontos. Desta forma, a média entre os pontos foi de 46,5 indivíduos para a segunda campanha e de 39,5 indivíduos para a primeira.

Em relação à média entre as campanhas, a estação que apresentou maior resultado foi a JAR-05 (Rio Jari, à montante da cachoeira de Santo Antônio), com 123 indivíduos, enquanto que a estação JAR-02 (Rio Jari, início do futuro reservatório) registrou o menor resultado, totalizando 10 indivíduos.

De uma forma geral, a maior ocorrência foi a encontrada na estação JAR-05 em outubro e a menor, na JAR-02, em julho, com 154 e 5 indivíduos, respectivamente. Nota-se, portanto, que a diferença entre os maiores e menores resultados foi bastante significativa, indicando variedade na ocorrência destes organismos.

Riqueza

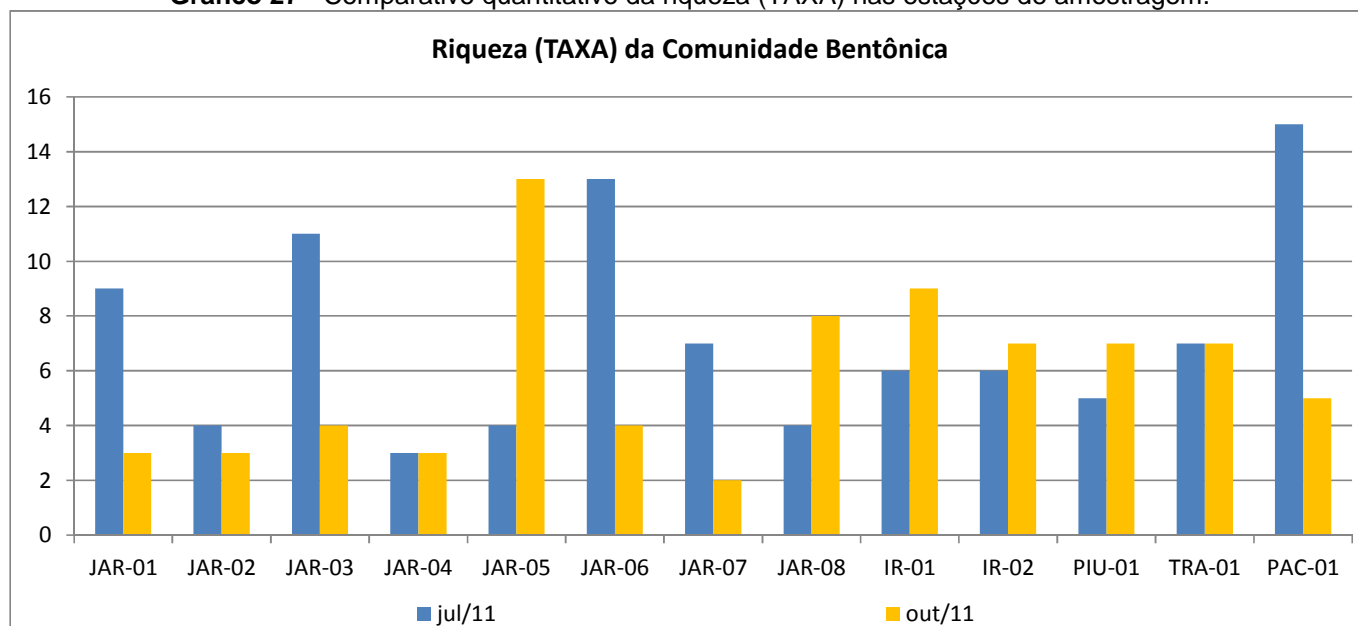
A **Tabela 18** e o **Gráfico 27** esboçam os resultados de riqueza obtidos para as duas campanhas analisadas para a UHE Santo Antônio do Jari.

Tabela 18 - Total de TAXA nas estações de amostragem.

Camp./Estações	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07
Jul/11	9	4	11	3	4	13	7
Out/11	3	3	4	3	13	4	2
Média Camp.	6	3,5	7,5	3	8,5	8,5	4,5
Camp./Estações	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01	Média Pontos
Jul/11	4	6	6	5	7	15	7,2

out/11	8	9	7	7	7	5	5,8
Média Camp.	6	7,5	6,5	6	7	10	

Gráfico 27 - Comparativo quantitativo da riqueza (TAXA) nas estações de amostragem.



Com relação ao TAXA, observa-se que os resultados foram variados e seguiram a mesma tendência encontrada para o número de indivíduos, uma vez que o comportamento encontrado para a riqueza (elevações e declínios) foi semelhante àquele já analisado para o número de indivíduos. O maior resultado ocorreu na estação PAC-01 (Rio Pacanari, à montante da confluência com o rio Jari) em julho, totalizando 15 TAXA, enquanto que com 2 TAXA, o menor resultado foi registrado em outubro, na estação JAR-07 (Rio Jari, à jusante do eixo, em frente ao cemitério).

Para a média entre os pontos, o maior resultado apresentou-se na campanha de julho e, conseqüentemente, em outubro obteve-se o menor, com 7,2 e 5,8 TAXA, respectivamente. Entre as campanhas, a maior média deu-se na estação PAC-01, com 10 TAXA, e a menor, ocorreu na JAR-04, totalizando 3 TAXA.

Qualitativo

Com relação ao diagnóstico qualitativo, reitera-se que a comunidade bentônica é considerada uma importante bioindicadora da qualidade da água, podendo ser dividida em três grandes grupos:

Artrópodos: são os insetos, organismos invertebrados, com locomoção própria, onde muitas espécies dependem da água para reprodução. Algumas espécies dependem da água como fonte de alimento, vivendo em diversos tipos de substrato (folhedos arenoso, siltoso). Geralmente é o grupo predominante, principalmente nos trechos potamal e ritral. Importante fonte de alimentação para répteis, aves e algumas espécies de peixes.

Anelídeos: são os vermes, organismos invertebrados e na maioria cilíndricos e cuja sobrevivência está associada diretamente ao fator “água”, seja para hidratação, reprodução e alimentação. Necessitam de lugares úmidos, com presença de nutrientes, seja no solo ou folhedos próximos aos cursos hídricos. São fonte de alimento para peixes, aves e répteis.

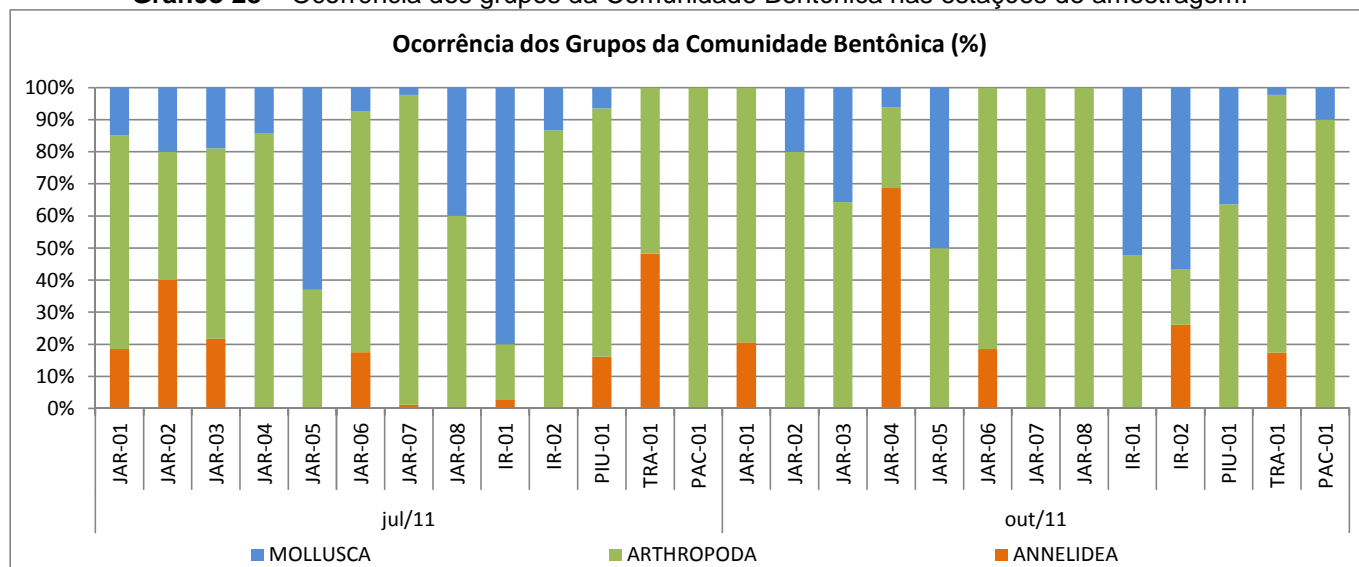
Moluscos: grupo de importância sanitária, os moluscos são encontrados em todos os ambientes. Existem moluscos vivendo em rios e lagos, no mar e em terra. Alguns vivem presos a algum substrato, outros caminham ou nadam livremente e outros vivem enterrados. Estes ainda podem ser carnívoros, parasitas, herbívoros e necrófagos. A malacofauna como é conhecida a maioria dos moluscos (caramujos), são distribuídos em três grandes classes: bivalves, cefalópodes e gastrópodes. Servem de alimentos para aves, répteis e peixes. Este grupo tem importância sanitária, haja vista que são hospedeiros de trematódeos, podendo transmitir diversas doenças, entre elas a Esquistossomose.

Na **Tabela 19** e **Gráfico 28** apresentam-se os valores da distribuição dos grupos Annelida, Arthropoda e Mollusca.

Tabela 19 - Distribuição dos grupos bentônicos.

Campanha	Grupos / Bentônicos	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	ANNELIDA	5	2	8	0	0	7	1	0	1	0	5	27	0
	ARTHROPODA	18	2	22	12	34	30	84	18	6	13	24	29	44
	MOLLUSCA	4	1	7	2	58	3	2	12	28	2	2	0	0
out/11	ANNELIDA	7	0	0	11	0	12	0	0	0	6	0	15	0
	ARTHROPODA	27	12	9	4	77	53	8	95	20	4	21	69	18
	MOLLUSCA	0	3	5	1	77	0	0	0	22	13	12	2	2

Gráfico 28 – Ocorrência dos grupos da Comunidade Bentônica nas estações de amostragem.



Analisando os resultados apresentados, nota-se que o único grupo presente em todas as ocorrências foi o dos artrópodos, sendo estes os que mais predominaram entre os registros. Os anelídeos e os moluscos não ocorreram em todos os pontos, entretanto, em alguns deles, eles se apresentaram como maioria.

Em relação aos artrópodos, os organismos que mais ocorreram nas campanhas realizadas foram os da família Chironomidae, pertencente à ordem Diptera, uma das mais abundantes em número de indivíduos e espécies em quase todos os ambientes. O grupo é considerado o mais bem adaptado de todos os insetos aquáticos. São comumente chamados de mosquitos.

Para os anelídeos, a Classe Oligochaeta foi a mais representativa para as duas campanhas, sendo que em julho esta foi a única ocorrente. Em outubro ainda observou-se um exemplar da Classe Hirundinea.

Analisando o grupo dos moluscos, os organismos que se destacaram para a primeira campanha foram os do gênero *Doryssa* e da família Thiaridae, já para a campanha de outubro, além do gênero já citado, o *Aylacostoma* também se apresentou em maiores quantitativos.

O fato positivo destas campanhas de monitoramento foi a ausência do planorbídeo *Biomphalaria sp.*, espécie hospedeira de trematódeos, transmissora da esquistossomose e da espécie invasora *Corbicula flumínea*.

Para se concluir os aspectos qualitativos da comunidade bentônica, apresentam-se na **Tabela 20** as referências para o índice BMWP e na **Tabela 21** o índice encontrado para as campanhas analisadas. O índice BMWP, que é obtido através dos organismos presentes na amostra, indicado por organismo no certificado de análise, chegando-se a um valor matemático.

Tabela 20 - Valores referência do índice BMWP.

Qualidade Ambiental	Valores BMWP
< 25	Péssima
26-40	Ruim
41 - 60	Regular
61-80	Boa
> 80	Excelente

Tabela 21 - Índice BMWP, comunidade bentônica.

Camp./Pontos	JAR-01	JAR-02	JAR-03	JAR-04	JAR-05	JAR-06	JAR-07	JAR-08	IR-01	IR-02	PIU-01	TRA-01	PAC-01
jul/11	28	1	27	9	10	53	21	11	16	7	3	30	71
out/11	7	10	9	6	42	11	7	29	24	9	26	16	5

Pelos valores obtidos nas campanhas, as estações variaram de péssima à boa, predominando a primeira. Salieta-se que esta classificação é baseada na resolução taxonômica, e não no número de indivíduos, ou seja, ela leva em conta um somatório de fatores que como as famílias, gêneros e espécies encontradas, podendo variar a cada momento e campanha de acordo com o material coletado. Famílias intolerantes à poluição recebem notas mais altas (Ex.: Helicopsychidae) e aquelas mais tolerantes à poluição recebem notas mais baixas (Ex.: Oligochaeta), e a soma das pontuações das famílias presentes em uma amostra resulta na pontuação final, considerando-se apenas a presença do organismo e não a quantidade de indivíduos presentes.

Desta forma, pode-se considerar que esta classificação é pouco precisa em relação à qualidade da água, uma vez que a ocorrência de um organismo de pontuação baixa ou vários de pontuação alta não interfere na contagem final do índice BMWP, mas sim a presença ou ausência de cada família encontrada.

6.2.4 – Monitoramento de Macrófitas

Introdução

Este relatório refere-se aos resultados da campanha de campo realizadas nos meses de julho e outubro de 2011, para identificação visual das principais espécies de macrófitas presentes no trecho de inserção do empreendimento hidrelétrico denominado UHE Santo Antônio do Jari, inserido na bacia do rio Jari, municípios de Laranjal do Jari/AP e Monte Dourado/PA.

Objetivos

Os objetivos deste trabalho são:

- Identificar as principais espécies de macrófitas que estejam relacionadas com a bacia do rio Jari.
- Identificar os possíveis locais relacionados com a proliferação de macrófitas, no futuro trecho de inserção do empreendimento;

Metodologia e Tipologia das Macrófitas

Metodologia

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em dois dias de campo para cada campanha, percorrendo-se o trecho entre o futuro remanso (trecho mais a montante), afluentes do rio Jari e trecho mais jusante, futuro trecho de vazão restituída. Estas informações foram registradas através de visualização direta, fotos e georeferenciamento. A seguir, descreve-se um pouco sobre as “macrófitas”, plantas aquáticas de interesse neste levantamento.

Segundo o *International Biological Programme* (IBP), o termo macrófitas aquáticas constitui uma designação geral para espécies vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos. Essa terminologia é baseada no contexto ecológico, independentemente, em primeira instância, de aspectos taxonômicos (Esteves 1998).

Tipologia

As macrófitas aquáticas constituem, em sua grande maioria, vegetais superiores que retornaram ao ambiente aquático. Dessa forma, apresentam ainda algumas características de vegetais terrestres e grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes. Dada a sua heterogeneidade filogenética, são geralmente classificadas segundo seu biótipo no ambiente aquático, nos seguintes grupos ecológicos:

- Macrófitas aquáticas emersas: enraizadas, porém com folhas fora d'água. Ex: *Eleocharis sp.*, *Typha domingensis*, *Montrichardia sp.*, *Polygonum sp.*;
- Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes: enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água. Ex: *Nymphaea sp.*, *Nymphoides sp.*;
- Macrófitas aquáticas submersas enraizadas: enraizadas, crescendo totalmente submersas na água. Ex: *Egeria densa*, *Mayaca sp.*;
- Macrófitas aquáticas submersas livres: permanecem flutuando submergidas na água. Geralmente prendem-se a pecíolos e caules de outras macrófitas. Ex: *Utricularia sp.*;
- Macrófitas aquáticas flutuantes: flutuam na superfície da água. Ex: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*.

A comunidade de macrófitas aquáticas tem papel fundamental no funcionamento dos ambientes aquáticos em regiões tropicais. Além do aumento da complexidade da zona litoral, essa comunidade, por suas elevadas taxas de produção de matéria orgânica ou pelo seu papel importante na ciclagem de nutrientes, sustenta, muitas vezes, uma grande produção secundária (Gopal 1994).

Muitas plantas e animais, quando introduzidos em um novo ambiente, podem apresentar um crescimento infestante, devido à ausência de predadores, competidores e patógenos naturais, juntamente com características intrínsecas da espécie e das condições físicas e químicas do hábitat

(Holm et al 1969, Barret 1989). Além disso, muitas espécies podem apresentar um crescimento infestante quando o seu ambiente natural é modificado.

Várias espécies de macrófitas vêm sendo consideradas “pragas” por apresentarem crescimento infestante, devido à sua capacidade de rápido acúmulo de biomassa (NAS 1981). Essas plantas, geralmente, apresentam uma combinação dos seguintes atributos: alta capacidade reprodutiva ou propagação clonal, mecanismos de dormência de sementes, rápido crescimento e maturação reprodutiva, alta plasticidade fenotípica e mecanismos de dispersão a longa e a curta distância (Barret 1992).

Em muitos corpos d’água, essas macrófitas indesejáveis podem crescer exageradamente e gerar efeitos adversos para o meio aquático, como a perda da biodiversidade; o aumento das taxas de evapotranspiração; a diminuição de água potável e de áreas de lazer; o impedimento da navegação; entre outros. Em represas hidrelétricas, o crescimento descontrolado de macrófitas causa ainda problemas na alimentação das turbinas, obrigando frequentes descargas pelos vertedouros para a saída das plantas, gerando desperdício de água e diminuição da produção elétrica (Michel 1974).

Um fator determinante para as taxas de crescimento de macrófitas em reservatórios é a eutrofização, decorrente principalmente das cargas externas de nutrientes. Usualmente, durante o processo de eutrofização, diferentes grupos ecológicos de macrófitas colonizam os ecossistemas aquáticos.

Vários outros fatores estão associados à colonização e dominância dos diferentes grupos de macrófitas em reservatórios, tais como: a incidência de ventos fortes, ondas, grau de inclinação das margens, distância das fontes colonizadoras, composição inicial de espécies.

Rede Amostral

A rede de amostragem foi coincidente com a rede de amostragem da qualidade da água, constituída por 14 estações de amostragem. Neste trecho foram inspecionados locais como margens e braços, possíveis locais de infestação de macrófitas. A visualização foi direta, não sendo realizado trabalhos referentes a biomassa, haja vista o volume e espécies identificadas.

Resultados

Foram poucas as ocorrências de macrófitas nas duas campanhas em análise. A campanha de julho obteve menor ocorrência, haja vista que o período chuvoso na região (mês de julho), aumenta o volume de água no rio, que acaba carreando as macrófitas, principalmente as flutuantes. Nesta campanha visualizou-se nas margens do rio Jari (estações de JAR-01 à JAR-08) e rio Iratapuru (IR-01 e IR-02) a presença do gênero *Montrichardia sp.*, macrófita enraizada e endêmica (ocorre desde a América Central até a região Amazônica). Próximo a cachoeira de Santo Antônio, estações JAR-06 e JAR-07, visualizou-se os gêneros *Najas sp.*, aderidas nas pedras e *Polygonum sp.* próximo as margens. (**Fotos 27 e 28**)



Foto 27 - Ocorrência de macrófitas.



Foto 28 - Ocorrência de macrófitas.

Na campanha de outubro, onde as chuvas não foram constantes na região e o tempo seco proporcionou uma menor diluição do rio, pôde-se observar além dos gêneros identificados na campanha de julho, a presença nas estações JAR-03, JAR-04 e JAR-05 da espécie *Eichhornia crassipes* (água-pé), porém em pequenas quantidades e aderidas às margens, não sendo observadas moitas flutuando na calha central do rio. (**Fotos 29 e 30**)

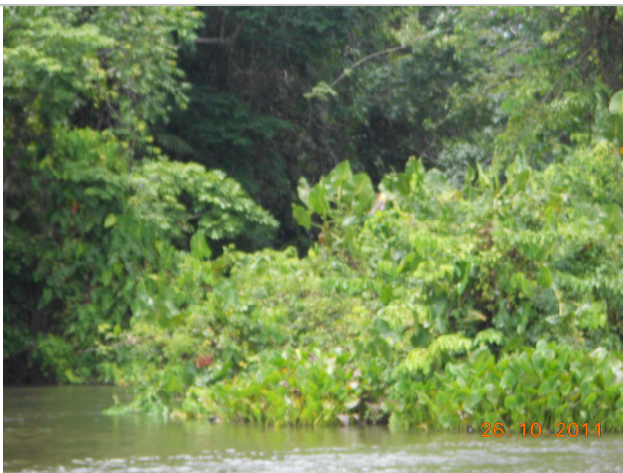


Foto 29 - Ocorrência de macrófitas.



Foto 30 - Ocorrência de macrófitas.

Conclusões e Sugestões

As três principais macrófitas em evidência e identificadas nas campanhas de julho e outubro são a *Montrichardia sp.* (Aninga de Espinho / Boroboro), o *Polygon sp.* (Milho d'água) e a *Eicchornia sp.* (Água-pé).

O monitoramento trimestral, com visualização direta e acompanhamento do crescimento é importante para o futuro empreendimento. Pelos resultados obtidos até o momento, pelos registros destas duas campanhas e pelas características do trecho do corpo hídrico amostrado, não é esperado um crescimento de macrófitas na região após a instalação do barramento. Outro fato que contribui para a

não proliferação das macrófitas (principalmente as flutuantes) é a pouca disponibilidade de nutrientes, fato relacionado a pouca ocupação antrópica a montante.

Sugere-se a continuidade do monitoramento nos moldes atuais, com visualização direta, identificação das principais espécies e locais de aglomeração. Caso haja um “Bloom” de espécies flutuantes, sugere-se o estudo de biomassa. Ações futuras, quando da instalação do empreendimento devem ser observadas, como restauração da mata ciliar, desmatamento correto da área a ser alagada, instalação de “log-boom” para contenção de material sobrenadante e continuidade do monitoramento.

6.3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SEDIMENTOS

O sedimento de ecossistemas aquáticos é a matéria depositada na região mais profunda destes ambientes, sendo resultante da integração de todos os processos que ocorrem na coluna d’água, podendo ser influenciado ou influenciar o corpo d’água. Nutrientes contidos nas camadas superficiais dos sedimentos podem ser liberados para a coluna d’água, por mecanismos físicos ou biológicos, aumentando sua disponibilidade para os organismos aquáticos e modificando a qualidade da água. Desta forma, o sedimento, na maioria dos casos, é um bom indicador do estado trófico no ambiente aquático, uma vez que eles podem refletir as modificações ocorridas no próprio ambiente, sendo na maioria das vezes indicadores de mudanças ambientais.

Complementando a análise de qualidade da água feita para a UHE Santo Antônio do Jari, analisaram-se ainda os sedimentos presentes nestas águas. Esta análise foi feita nas mesmas estações já apresentadas no relatório de monitoramento, englobando os rios Jari, Iratapuru, Pacanari, Piunquara e Traíra.

Os resultados encontrados para os parâmetros referentes aos sedimentos foram comparados com os níveis máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras.

De acordo com a Resolução citada, o material coletado é classificado a partir de dois níveis. O nível 1 corresponde àqueles materiais cujo limiar está abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota; e o nível 2 corresponde àqueles cujo limiar está acima do qual prevê-se um provável efeito adverso. Portanto, o valor máximo permitido foi estabelecido levando em consideração os materiais de nível 1 como referência, pois quando a concentração de poluentes presentes no material coletado é menor ou igual ao nível 1 não são necessários estudos complementares para a sua caracterização no processo de licenciamento ambiental.

A seguir, têm-se as **Tabelas 22 e 23** com os resultados encontrados para os sedimentos nas campanhas de julho e outubro de 2011, respectivamente.

Tabela 22 - Resultado registrado para os parâmetros nos sedimentos para a campanha de julho de 2011.

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP *	JAR 1	JAR 2	JAR 3	JAR 4	JAR 5	JAR 6	JAR 7	JAR 8	IR 1	IR 2	PIU 1	TRA 1	PAC 1
Sólidos	% p/p	-	97,3	97,9	98,0	98,4	98,1	97,7	97,9	98,1	97,7	95,4	86,6	75,4	92,1
Carbono	% p/p	10	1,4	1,0	1,1	< 1	< 1	< 1	1,5	< 1	1,1	1,9	1,8	3,4	2,9
Nitrogênio Total	mg/kg	4800	49,9	47,3	81,2	122,5	129,6	42,8	68,8	66,6	48,3	58,1	86,6	592	114
Fósforo Total	mg/kg	2000	23	20	32	43	38	30	15	19	39	31	40	31	8
Mercurio	mg/kg	0,17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Prata	mg/kg	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alumínio	mg/kg	-	2040	2138	1588	1020	1490	3940	2995	1396	1469	1246	2105	1149	860
Arsênio	mg/kg	5,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio	mg/kg	0,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalto	mg/kg	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo	mg/kg	37,3	1,9	2,5	2,0	4,3	4,1	7,3	6,0	6,4	7,7	9,0	11,4	16,0	13,4
Cobre	mg/kg	35,7	7,7	9,2	8,0	6,6	9,1	8,4	4,1	11,4	5,3	7,3	11,2	15,3	9,3
Ferro	mg/kg	-	1336	1113	2115	2445	1996	825	991	10035	2126	1794	2778	3116	4320
Níquel	mg/kg	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chumbo	mg/kg	35	8,8	17	6,3	3,4	ND	ND	ND	1,9	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco	mg/kg	123	29,5	20,9	33,0	27,7	31,2	11,5	13,9	24,5	16,3	16,0	15,4	4,7	3,8

(*) Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004

Tabela 23 - Resultado registrado para os parâmetros nos sedimentos para a campanha de outubro de 2011.

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP *	JAR 1	JAR 2	JAR 3	JAR 4	JAR 5	JAR 6	JAR 7	JAR 8	IR 1	IR 2	PIU 1	TRA 1	PAC 1
Sólidos	% p/p	-	98,3	98,9	97,4	99,1	98,5	98,7	99,4	99,0	95,4	97,3	90,8	78,4	98,3
Carbono	% p/p	10	< 1	< 1	1,1	1,0	< 1	< 1	< 1	< 1	2,0	1,1	3,7	6,6	< 1
Nitrogênio Total	mg/kg	4800	56,4	63,2	73,3	140,6	112,5	38,1	86,5	48,6	62,3	76,0	244	465	96
Fósforo Total	mg/kg	2000	20	17	16	24	26	23	21	26	44	39	31	17	12
Mercúrio	mg/kg	0,17	ND	ND	ND	ND	ND	0,40	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Prata	mg/kg	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alumínio	mg/kg	-	2030	2024	1873	2364	2076	2209	1947	1538	1212	1388	1744	763	641
Arsênio	mg/kg	5,9	ND	ND	ND	ND	ND	0,4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio	mg/kg	0,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalto	mg/kg	-	4,3	6	5,5	7,1	8,0	9,4	8,3	5,9	0,7	3,0	9,4	2,0	1,1
Cromo	mg/kg	37,3	6,1	8,9	5,0	7,7	9,9	15,5	12,2	8,3	10,4	9,6	13,3	19,9	11,7
Cobre	mg/kg	35,7	4,1	3,1	1,9	2,2	5,3	6,4	2	8,1	7,7	7,2	13,6	11,5	4,1
Ferro	mg/kg	-	1126	1052	1432	1556	1269	1086	1091	985	2436	2050	3146	3957	5877
Níquel	mg/kg	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chumbo	mg/kg	35	4,4	7	8,1	1,1	1,9	2	ND	0,8	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco	mg/kg	123	33,5	43,7	40,4	21,6	27,8	76,4	52,4	44,0	8,5	12,4	16,1	3,0	5,1

(*) Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004

O teor de sólidos encontrado nas amostras apresentaram variações pouco significativas, tanto para a campanha de julho quanto para a de outubro, sendo que na primeira campanha esta variação foi de 98,4 % p/p (JAR-04) a 75,4 % p/p (TRA-01) e na segunda campanha foi de 99,4 (JAR-07) a 78,4 (TRA-01).

A maioria dos resultados encontrados para o carbono foi menor do que o limite de quantificação, que é de 1 % p/p, e aqueles resultados que apresentaram concentrações maiores do que a citada, estiveram abaixo do padrão estabelecido para sedimentos de nível 1. Para as duas campanhas, a estação que registrou maior resultado foi a TRA-01, que em julho totalizou 3,4 % p/p e em outubro 6,6 % p/p, podendo-se notar a interferência das margens do rio Traíra, que por ser muito densa, contribui com matéria orgânica, como folhas e galhos.

Em relação ao nitrogênio total dos sedimentos, não foram observadas grandes variações nos resultados encontrados, com exceção da estação TRA-01 que apresentou concentrações significativamente mais elevadas do que as demais, entretanto, até mesmo estas concentrações mais elevadas, estiveram abaixo do limite máximo para sedimentos de nível 1, que é de 4800 mg/kg. Os maiores valores de nitrogênio no sedimento corrobora com a riqueza de compostos nitrogenados na matéria orgânica alóctone.

O fósforo total é outro importante componente da matéria orgânica, sendo limitante ao crescimento dos organismos quando presente em pequenas quantidades. Este nutriente apresentou valores bem homogêneos, sem grandes variações de diferenças, podendo-se considerar que as concentrações foram baixas, uma vez que todas elas estiveram bem abaixo do padrão estabelecido, que é de 2000 mg/kg.

O mercúrio não foi detectado em nenhuma das estações coletadas para a campanha de julho e para a campanha de outubro, apenas a estação JAR-06 apresentou concentração de 0,4 mg/kg, ultrapassando o limite estabelecido para sedimentos de nível 1, que é de 0,17 mg/kg, e estando abaixo do limite para nível 2, que é de 0,486 mg/kg. De uma forma geral, estes resultados indicam que o sedimento da região não é enriquecido com mercúrio, podendo atribuir esta ocorrência à uma fonte pontual, uma vez que em todas as outras este metal não foi detectado.

As concentrações de alumínio estiveram presentes para todos os pontos nas duas campanhas de amostragem e, apesar de não haver um valor padrão para este metal, podem-se considerar todas as concentrações bastante significativas. Desta forma, conclui-se que o alumínio parece ocorrer devido a condições naturais do solo da região, onde o intemperismo decorrente de altas temperaturas climáticas promove o lixiviamento de rochas e aumento das concentrações deste metal na água. Valores mais elevados de alumínio são também reportados para outros sistemas amazônicos de águas claras.

Em relação ao arsênio, não foi detectada a presença deste elemento nas amostras de sedimentos da UHE Santo Antônio do Jari, com exceção da estação JAR-06, que em outubro registrou concentração

de 0,4 mg/kg, entretanto, este valor apresentou-se abaixo do padrão para sedimentos de nível 1, que é de 5,9 mg/kg.

Para o cobalto observou-se significativa diferença entre as duas campanhas de amostragem, uma vez que em todos os pontos para a campanha de julho não foi detectada a presença deste metal, já para outubro, todas as estações apresentaram concentrações representativas, variando de 9,4 mg/kg (JAR-06 e PIU-01) a 0,7 mg/kg (IR-01).

O cromo registrou concentrações abaixo do limite para todos os registros, sendo que as maiores se apresentaram para a estação TRA-01. Situação semelhante ocorreu para os resultados de cobre.

As concentrações de ferro apresentaram-se bem significativas para todas as estações, tanto para a campanha de julho, quanto para de outubro, apesar de não haver padrão para este elemento. Assim como foi citado para o alumínio, valores mais elevados de ferro são também reportados para outros sistemas amazônicos de águas claras.

Em várias ocorrências a presença de chumbo não foi detectada, mas para aquelas que se mostram presentes, o valor encontrado não ultrapassou o padrão estabelecido para sedimentos de nível 1, que é de 35 mg/L. O maior resultado para a campanha de julho foi de 17 mg/L e para a de outubro foi 7 mg/kg, ambos na estação JAR-02.

Os resultados para zinco também se mantiveram dentro do padrão em todos os pontos para as duas campanhas.

Para os metais prata, cádmio e níquel, todas as estações, para as duas campanhas, registraram valores não detectáveis.

De uma maneira geral, os resultados analisados apresentaram-se bem baixos, com exceção do ferro e do alumínio, que ocorreram em grandes concentrações, em decorrência das características do solo presente nesta região.

7.0 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos tanto para os parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos, indicam, para as campanhas de julho e outubro de 2011, resultados satisfatórios para as águas onde será instalada a UHE Santo Antônio do Jari.

Em relação aos dados físico-químicos as ocorrências que estiveram fora do padrão estabelecido pelo órgão ambiental foram poucas e localizadas, restringindo-se à cor verdadeira, em outubro, na estação JAR-07, e para fósforo total, também em outubro, na estação JAR-02. Os demais parâmetros apresentaram-se todos dentro dos limites desejados.

A conformidade com o padrão estabelecido pela legislação, também ocorreu para os parâmetros bacteriológicos, uma vez que os resultados para *E. coli* apresentaram-se abaixo de 1000 NMP/100mL.

Os quantitativos para o fitoplâncton e para o zooplâncton podem ser considerados moderados a baixos, atentando-se para o fato de que houve a ocorrência das cianobactérias de forma qualitativa para as duas campanhas e quantitativamente para a primeira, na estação IR-02 (Rio Iratapuru, a jusante da Vila de Iratapuru)

A comunidade bentônica mostrou-se variável entre as estações de coleta, fato relacionado aos tipos de ambiente e a sensibilidade desta comunidade às variações sazonais. Outro fato positivo a ser comentado, é que não houve a ocorrência do grupo Planorbídeo, especificamente o gênero *Biomphalaria* sp., e da espécie invasora *Corbicula flumínea*.

Avaliando todas as análises feitas e os dados apresentados, considera-se que o trecho amostrado apresenta boa qualidade de água, como se observa através do IQA.

Em relação às macrófitas aquáticas, nota-se a presença de algumas espécies; entretanto, pelas condições físicas do local e pela disponibilidade de nutrientes, analisando todas as características, não é observada a possibilidade do crescimento de macrófitas depois da instalação do empreendimento, sendo importante o monitoramento deste curso hídrico para a constatação desta análise.

Os parâmetros analisados para os sedimentos apresentaram-se todos bem baixos, com exceção do ferro e do alumínio, atribuindo este fato as condições naturais do ambiente de entorno. Outro fato importante foi a ocorrência de mercúrio acima do limite para sedimentos de nível 1 na estação JAR-06, em outubro, no entanto, como em todos os outros registros não detectou-se este metal, pode-se considerar este acontecimento uma eventualidade.

A Resolução CONAMA nº 344/04 cita que o material cuja concentração de mercúrio estiver entre os níveis 1 e 2, como foi o caso da ocorrência mencionada, deverá ser submetido à ensaios ecotoxicológicos, entre outros testes que venham a ser exigidos pelo órgão ambiental competente ou propostos pelo empreendedor de modo a enquadrá-lo para não ser necessário estudos

complementares ou mediante comprovação que a biota não sofra efeitos adversos. Entretanto, devem ser realizadas novas amostragens para que se confirme a presença deste metal e, caso necessário, se dê prosseguimento em outros tipos de testes mencionados na referida Resolução.

8.0 – EQUIPE TÉCNICA

Rodrigo Antônio Santos de Pontes

Engenheiro Químico

Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente

CTEA 43209335 / CRQ 02301056 2ª região

Vinicius José Pompeu dos Santos

Biólogo

Especialista em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente

CRBio – 08914-4

Rosana A. Menezes dos Santos

Analista Ambiental (Engenheira Ambiental)

Carlos Eduardo Moura Antunes Maciel

Biólogo

CRBio - 62431/04-D

Claudiméia Lopes Alves

Auxiliar de Campo (Técnica em Química)

CRQ – 02413138

Paulo Henrique Guerra Cardoso

Auxiliar de Campo (Estudante de Engenharia Ambiental)

Bruna Machado de Souza

Supervisora de Laboratório (Técnica em Química)

9.0 – CTF IBAMA

 Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 			
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
610370	03.334.491/0001-03	16/12/2011	16/03/2012
Nome/Razão Social/Endereço Visão Ambiental Ltda. Rua Trópicos, 121 Santa Lúcia BELO HORIZONTE/MG 30350-630			
Este certificado comprova a regularidade no <p style="text-align: center;">Cadastro de Atividades Potencialmente Poluidoras</p> <p>Atividades diversas / Análises laboratórias</p>			
Observações: 1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente; 2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema. 3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente. 4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.		A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie. <p style="text-align: center;">Autenticação</p> <p style="text-align: center;">ge67.c7sa.vgta.xgum</p>	

[Imprimir tela](#) [Fechar janela](#)

BIBLIOGRAFIA

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ª Edição /2005

Compère, P. 1974. Algues de la région du Lac Tchad. II Cyanophycées. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol. III (3/4): 165-198.

Deflandre, G. 1926. Monographie du genre *Trachelomonas* Ehr.. Nemours Imprimerie André Lesot. 177 p.

Foster, K. 1982. Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiáles (excl. Zygnemataceae). In: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). 543 p.

Komarék, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Gründeggen) Ordnung: Chlorococcales. In: Pestalozzi, G. H. (ed.). Das phytoplankton des süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). 1044 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1986. Bacillariophyceae. 1.: Teil: Naviculaceae. In: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 875 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surillaceae. In: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Bacillariophyceae. 3.Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. In: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 563 p.

Krammer, K. & Bertalot, H.L. 1991. Bacillariophyceae. 4.Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesantliteraturverzeichnis. In: Pascher, B., Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H. & Mollenhauer, D. Süßwasserflora von Mitteleuropa. VEB Gustav Fisher Verlag. 585 p.

Scott, A. M. & Prescott, G. W. 1961. Indonesian Desmids. Hydrobiologia – Acta Hydrobiologica Hydrographica et Protistologica. VIII (1/2): 1-132.