

ÍNDICE

8.3 - Meio Biótico - Ecossistemas Aquáticos.....	1/176
8.3.1 - Qualidade da Água.....	5/176
8.3.1.1 - Caracterização da Área de Estudo	7/176
8.3.1.2 - Histórico dos Estudos na Região	8/176
8.3.1.3 - Metodologia	9/176
8.3.1.3.1 - Malha Amostral	9/176
8.3.1.3.2 - Parâmetros Analisados	15/176
8.3.1.3.3 - Metodologia de Coleta	17/176
8.3.1.3.3.1 - Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos	18/176
8.3.1.3.4 - Metodologia de Análise.....	19/176
8.3.1.3.4.1 - Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos	19/176
8.3.1.3.4.2 - Coliformes Totais e Termotolerantes	20/176
8.3.1.3.4.3 - Pigmentos Clorofilianos	20/176
8.3.1.4 - Resultados e Discussão.....	21/176
8.3.1.4.1 - Água.....	21/176
8.3.1.4.1.1 - Estrutura Térmica.....	21/176
8.3.1.4.1.2 - Transparência, Turbidez e Cor	27/176
8.3.1.4.1.3 - Oxigênio Dissolvido	32/176
8.3.1.4.1.4 - Potencial Hidrogeniônico (pH)	37/176
8.3.1.4.1.5 - Alcalinidade e Potencial Redox	41/176
8.3.1.4.1.6 - Condutividade Elétrica	42/176
8.3.1.4.1.7 - Sólidos em Suspensão.....	46/176
8.3.1.4.1.8 - Conteúdo Nutricional.....	49/176

8.3.1.4.1.9 -	Sulfatos e Cloretos.....	62/176
8.3.1.4.1.10 -	Demanda Bioquímica de Oxigênio	65/176
8.3.1.4.1.11 -	Clorofila- <i>a</i> e Feofitina	67/176
8.3.1.4.2 -	Ordenação Espacial das Variáveis Abióticas na Coluna D'água	70/176
8.3.1.5 -	Sedimento	72/176
8.3.1.5.1 -	Sólidos, Carbono, Nitrogênio e Fósforo	75/176
8.3.1.5.2 -	Composição Iônica do Sedimento.....	80/176
8.3.1.5.3 -	Granulometria do Sedimento.....	91/176
8.3.1.5.4 -	Ordenação Espacial das Variáveis Abióticas.....	96/176
8.3.1.5.5 -	Bacteriológicos - Coliformes Totais e Termotolerantes	98/176
8.3.1.6 -	Modelagem Matemática	105/176
8.3.1.6.1 -	Montante do Eixo da Barragem.....	105/176
8.3.1.6.1.1 -	Modelo CE-QUAL-W2.....	106/176
8.3.1.6.1.2 -	Dados Geomorfológicos	108/176
8.3.1.6.1.3 -	Dados Hidrológicos.....	117/176
8.3.1.6.1.4 -	Dados Meteorológicos	118/176
8.3.1.6.1.5 -	Dados de Qualidade da Água	119/176
8.3.1.6.1.6 -	Dados das Estruturas na Barragem	121/176
8.3.1.6.1.7 -	Condições Iniciais da Simulação	122/176
8.3.1.6.1.8 -	Resultados e Discussão	123/176
8.3.1.6.2 -	Remanso do Reservatório	159/176
8.3.1.6.3 -	Jusante do Eixo da Barragem.....	163/176
8.3.1.6.3.1 -	Dados de Monitoramento	164/176

8.3.1.6.3.2 -	Resultados	167/176
8.3.1.7 -	Conclusão	169/176
8.3.1.8 -	Responsabilidade Técnica	174/176

ANEXOS

Anexo 1 - Estudo de Remanso do Reservatório

8.3 - MEIO BIÓTICO - ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Esta seção apresenta o Diagnóstico dos Ecossistemas Aquáticos presentes na bacia do rio Jari, especialmente no próprio Jari e seus principais afluentes da Área de Influência Direta, o rio Pacanari e Iratapuru, bem como em trechos à montante e jusante do reservatório. Os estudos foram realizados na identificação das variáveis físicas, químicas e biológicas, incluindo a ictiofauna do corpo d'água em situações normais. Tais estudos permitirão identificar eventuais alterações na qualidade do corpo hídrico, cujas águas serão utilizadas no processo de formação do reservatório, de forma a subsidiar os prognósticos e a Avaliação de Impactos Ambientais, bem como a elaboração e quantificação de medidas corretivas.

A construção de usinas hidrelétricas é marcada por eventos que geram implicações na qualidade da água, tais como o desvio do rio de seu curso original, o primeiro vertimento e a formação de um reservatório. Dentre muitos, o enchimento do reservatório é, sem dúvida, um marco expressivo na implantação do empreendimento. A inundação de ambientes terrestres e a criação de um novo ambiente aquático com características lênticas decorrem da maneira abrupta de como os reservatórios são formados. Durante todo este processo de transformação, ocorrem alterações importantes nas características da qualidade da água com potencial de restringir temporariamente outros usos desse recurso.

Os estudos sobre a qualidade da água, tanto considerando aspectos físico-químicos, como aspectos bióticos, e associados às características do reservatório, são essenciais para o desenvolvimento de hipóteses precisas relativas ao potencial de alteração da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. O regime de operação de usinas hidrelétricas pode contribuir para a intensificação ou mitigação dessas mudanças nas variáveis limnológicas, especialmente no caso da UHE Santo Antônio do Jari. O funcionamento desta UHE, à fio d'água, com baixíssimo tempo de residência, permitirá a manutenção do fluxo hídrico em condições próximas às naturais.

A implantação de empreendimentos hidrelétricos depende da construção de barragens e da criação de reservatórios artificiais, necessários para manter um volume de água suficiente para gerar energia de forma contínua, sem sofrer intensamente o efeito de variações naturais no nível d'água. Uma das principais consequências desse processo é a transformação que ocorre na paisagem com a formação do reservatório, que causa a perda de algumas áreas (devido ao alagamento) e a criação de novos ambientes.

Os Levantamentos sobre a Ictiofauna, Fitoplâncton, Zooplâncton, Invertebrados Aquáticos, Invertebrados Bentônicos, Macroalgas Bentônicas e Macrófitas Aquáticas de ecossistemas aquáticos são considerados ferramentas imprescindíveis para a realização do Diagnóstico Ambiental durante a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos. Este levantamento permite conhecer as espécies encontradas na área antes da implantação do empreendimento, bem como identificar espécies ameaçadas, raras, exóticas, endêmicas e bioindicadoras, assim como as áreas que ocupam. Esses dados permitem um melhor conhecimento da estrutura das comunidades aquáticas na área de influência e possibilitam a realização de avaliações mais acuradas sobre as possíveis interferências da implementação do empreendimento sobre o meio ambiente, bem como a elaboração de estratégias que minimizem os impactos negativos.

Na avaliação da qualidade das águas superficiais, o refinamento dos dados obtidos no âmbito da bacia hidrográfica, buscou identificar e quantificar potenciais fontes pontuais e difusas de poluição. A região não apresenta nenhuma ocupação ou uso qualificado com potencial poluidor que não a presença da vila de Iratapuru, onde existe cerca de 30 residências e áreas de garimpo isoladas no médio e alto rio Jari.

A partir da realização de campanhas específicas e produção de dados primários, bem como da utilização de ferramentas estatísticas para análise das informações geradas, os estudos tiveram como objeto a realização de prognósticos das condições ambientais que poderão ser geradas nos diferentes sistemas que serão formados com a implantação do empreendimento bem como o dimensionamento dos impactos para as fases de enchimento e operação do empreendimento. Este capítulo apresenta o diagnóstico da Área de Influência Direta e Indireta, enquanto os Impactos e o Prognóstico Ambiental são apresentados no **Capítulo 10**.

A AID tem como característica condições de escoamento determinadas pela presença de extensas áreas de vegetação nativa, com ampla predominância de Floresta Ombrófila densa, que diferencia entre áreas de matas de igarapós (com inundação temporária) e mata seca, condições determinadas pelas grandes diferenças entre as vazões nos períodos de seca e cheia do rio Jari e seus principais afluentes. Vazões que podem ser inferiores a 100 m³/s na seca e superiores a 4500 m³/s na cheia, em grande parte determinadas pela bacia de contribuição de montante, e que se somam à vazão proveniente do rio Iratapuru, principal contribuinte pela margem esquerda.

As medições de qualidade da água, bem como as caracterizações da biota aquática, consideraram as diferentes situações da AID, ou seja, no curso principal do rio Jari, a montante e jusante da afluição do rio Iratapuru, neste e no outro principal afluente da margem direita na AID, o rio Pacanari, de forma a verificar as potenciais interferências nos fatores bióticos e abióticos provocadas pelo empreendimento sobre as condições naturais.

As condições oligotróficas do rio e o baixo tempo de residência sugerem alterações pouco significativas da qualidade da água no rio Jari nesses trechos em função do reservatório. Apesar dos dados de qualidade da água não indicarem necessidade, foi elaborada uma Modelagem Matemática para Simulação de Panoramas Prováveis para a Qualidade da Água da área de implantação da UHE Santo Antônio do Jari. A modelagem matemática de qualidade da água utilizada focalizou o comportamento do corpo hídrico recém formado na sua fase de estabilização, ao longo de dois ciclos anuais, que correspondem a um período de 730 dias contínuos. Os resultados da modelagem corroboram a não ocorrência de indicativos de alterações significativas da qualidade da água do rio Jari em função do reservatório, seja para os períodos de enchimento ou para a operação do empreendimento.

Adicionalmente, foram realizados estudos de modelamentos do fluxo hidráulico, baseados em levantamentos batimétricos diferenciados entre diversas seções do rio e em compartimentos à montante e à jusante do barramento, apresentados no **Capítulo 5**, de estudos complementares.

A presença de Trechos de Vazão Reduzida (TVRs) pouco pronunciados, com extensões inferiores à 500 m e condicionados à regimes hídricos de menores vazões, provocados pela estiagem ou por condições do enchimento ou operação, apresentam ainda condições semelhantes às naturais e cujos efeitos serão minimizados pelo efeito de maré à jusante. Contudo, foram realizados em tais trechos modelamentos do fluxo hídrico, com vistas a avaliar possíveis efeitos do empreendimento sobre as condições de abastecimento da vila de Santo Antônio, cuja captação de água está localizada logo à jusante do empreendimento. Dentre os efeitos estudados, foram considerados, efeitos tais como a eutrofização, e outros relacionados à qualidade da água, a formação de ambientes propícios a apreensão da fauna e ictiofauna ou proliferação de vetores.

A caracterização dos ecossistemas aquáticos teve como objetivo inicial a caracterização biogeográfica da região, através da identificação das espécies e populações e sua distribuição em função das barreiras físicas presentes no rio Jari para, por exemplo, verificar se há similaridade entre o amostrado a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antônio. Neste sentido foram

realizadas amostragens de modo a identificar o maior número de espécies possíveis com as mais variadas técnicas de coleta de espécies para Fitoplâncton, Zooplâncton, Invertebrados Aquáticos, Invertebrados Bentônicos, Macroalgas Bentônicas, Macrófitas Aquáticas e Ictiofauna, apresentadas a seguir em listas que identificam os locais e as data de campanha. Para tanto, buscou-se associar os locais de coleta de dados de qualidade de água, fito, zooplâncton, bentos e ictiofauna, de modo a permitir a comparação entre os dados.

A caracterização da ictiofauna, contou ainda com pesquisas junto a pescadores e informantes locais, de modo a garantir o objetivo inicial de promover a captura e registro de maior número de espécies possíveis, incluindo informações sobre sua importância econômica para as populações locais. As campanhas foram ainda complementadas com levantamentos de ictioplâncton, cujos levantamentos iniciais foram realizados a partir da 3ª campanha de ictiofauna e deverão seguir sendo realizados, produzindo dados complementares para o monitoramento da ictiofauna ao longo do processo de licenciamento.

Apesar da existência de poucos estudos sobre a região do Jari, a caracterização da ictiofauna da região, permitiu traçar um importante diagnóstico da ecologia da região, especialmente sobre a distribuição e diversidade das espécies, a identificação dos principais recursos pesqueiros, das espécies endêmicas, ameaçadas de extinção e espécies raras, permitindo uma avaliação de impactos que aborde as principais questões associadas ao empreendimento quais sejam, a interrupção de rotas migratórias, a interferência sobre ambientes que constituam fontes de alimentação, locais de desova, de reprodução e criadouros existentes.

É importante ressaltar que o monitoramento continuado, já programado para as diversas etapas de desenvolvimento do empreendimento, conforme apresentado no **Capítulo 11**, referente aos Programas Ambientais, permitirão o dimensionamento das medidas a serem adotadas, especialmente no que tange a necessidade ou não de garantia de potenciais rotas migratórias para as espécies reofílicas.

Outras comunidades aquáticas da All, como fitoplâncton, zooplâncton, invertebrados aquáticos, invertebrados bentônicos, macroalgas bentônicas e macrófitas aquáticas, foram identificadas ao nível de espécies e analisadas conforme sua condição de exclusividade (endemismos) na área de estudo ou bacia.

Este capítulo apresenta ainda o diagnóstico da presença de mamíferos aquáticos existentes, a partir da identificação das espécies, e do mapeamento de habitats, complementados com

informações bibliográficas sobre sua biologia reprodutiva e alimentação, já que, em sua maioria, essas espécies constituem grupos que não podem ser capturados ou coletados.

É ainda apresentado nesta seção o diagnóstico sobre grupos de interesse para herpetofauna, especialmente quelônios aquáticos, tais como as espécies, os locais de reprodução e alimentação, bem como a importância dos ambientes afetados.

As coletas consideraram a variabilidade de biótopos existentes na área, tais como várzeas, praias, pedrais, margens, remanso, afluentes e calha do rio Jari. Outros ambientes citados no Termo de referência, como, por exemplo, lagoas temporárias e permanentes não foram evidenciadas nos levantamentos de campo.

Além de permitir a caracterização da qualidade ambiental da AII e AID, os estudos ora apresentados, servirão de base para a avaliação criteriosa dos potenciais impactos gerados pelas etapas de construção e operação do empreendimento bem como permitiram o delineamento e seleção dos parâmetros selecionados para o posterior monitoramento ambiental, através da definição de bioindicadores de alterações ambientais e dos pontos amostrais.

8.3.1 - Qualidade da Água

A área de implantação do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari pertence à bacia do rio Jari. Segundo informações do estudo de impacto ambiental (EIA), o local proposto para a implantação das estruturas da usina fica a cerca de 150 km da foz do rio Jari, quando ele desemboca no rio Amazonas. No nível de água máximo normal, 32 metros, o reservatório terá 31,7 km² de área e volume acumulado de 133,4 hm³. As condições climáticas e geológicas da região proporcionam as condições de vazão do rio Jari, que sazonalmente apresenta grandes variações ao longo do ano e, historicamente, apresentou vazões entre 30 m³/s e 4.760 m³/s, somando médias acima de 1.000 m³/s. A elevada vazão média deste rio favorece o seu aproveitamento hidroenergético. Tomando-se como base sua vazão média de longo termo (MLT) de 1017 m³/s, avalia-se um reduzido tempo de residência teórico, da ordem de 1,5 dias (Gráfico 8.3-1).

O rio Jari, em condições de qualidade da água muito próximas às atuais, será a entrada principal do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari, tanto no enchimento, quanto ao longo de sua operação. Considerando-se os poucos usos territoriais praticados na região, somados à ausência de sinais evidentes de poluição provocada pelos efluentes drenados de sua bacia, pode-se

afirmar que a qualidade da água nas proximidades do eixo da UHE Santo Antônio do Jari não tende a ser deteriorada. No entanto, é grande o aporte natural de matéria orgânica proveniente da bacia de drenagem, que é altamente florestada. O efeito do excesso de matéria orgânica sobre a qualidade da água pode ser intensificado com a redução do fluxo da água após o barramento do rio.

No sentido de caracterizar os sistemas aquáticos e prever panoramas prováveis, o presente estudo contém: (i) a caracterização limnológica e da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Jari, na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari; (ii) a modelagem matemática com os resultados da simulação de panoramas prováveis para hidrodinâmica e qualidade da água na área de implantação da UHE Santo Antônio do Jari. O Diagnóstico realizado contemplou uma série de estudos realizados ao longo do ciclo hidrológico, com campanhas distribuídas entre estações sazonais subsequentes. Este documento contém dados de cinco campanhas realizadas nos meses de outubro/07, abril/08, agosto/08, fevereiro/09 e maio/09, portanto, representativa dos períodos de seca, cheia, vazante, enchente e cheia na região.

Os estudos foram realizados de forma a traçar um diagnóstico e um prognóstico da qualidade da água, nas diversas localidades sugeridas no Termo de Referência, quais sejam, trechos do rio Jari e de seus principais afluentes a montante do futuro reservatório, os quais não sofrerão os efeitos de remanso; trechos do rio Jari e de afluentes que ficarão dentro do reservatório; e trechos do rio Jari e de seus principais afluentes a jusante da casa de força, incluindo o rio Pacanari.

Devido a mudanças nos perfis de velocidade e nos padrões de circulação das correntes, o volume de água do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari poderá sofrer uma série de transformações imediatamente após o curto período previsto para seu enchimento. Assim sendo, o presente estudo tem como objetivos:

- Caracterizar a bacia do rio Jari quanto a variáveis limnológicas e de qualidade das águas, por intermédio de análises físico-químicas e biológicas, além de prover prognósticos sobre possíveis transformações nos sistemas aquáticos da região em decorrência da construção da UHE Santo Antônio do Jari. Todos os parâmetros medidos e analisados na água e no sedimento (abióticos e biológicos) serão discutidos individualmente, através de análises univariadas, e conjuntamente, através de análises multivariadas.
- Avaliar a estabilização na qualidade da água do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari por intermédio de modelagem e simulação numérica, a partir do final da fase de enchimento até

dois ciclos hidrológicos (730 dias) de operação da usina. Para isso serão apresentados os resultados de um estudo com o modelo CE-QUAL-W2 (ver 8.3.1.6 - Modelagem Matemática) que foi empregado para simular panoramas prováveis para o comportamento de uma série de parâmetros físico-químicos de qualidade da água ao longo do tempo e do espaço para o estado futuro da água da UHE Santo Antônio do Jari. A modelagem numérica do terreno deste estudo foi realizada em ambiente de geoprocessamento, principalmente na compilação e preparação dos dados de entrada do modelo.

8.3.1.1 - Caracterização da Área de Estudo

A bacia do rio Jari compreende uma extensa faixa da Amazônia Legal brasileira, sendo localizada na margem esquerda do rio Amazonas, se estendendo por cerca de 58 mil km², de áreas essencialmente cobertas de Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência de áreas de Cerrado na porção inferior da bacia.

O rio Jari, que tem sua nascente localizada a uma altitude de 656 m, percorre na maior parte de seu curso a região do escudo das Guianas, por vales em “U” encaixados, onde se tem um grande número de cachoeiras e corredeiras até alcançar a Cachoeira de Santo Antônio, último trecho acidentado do rio antes deste encontrar a baixada amazônica, a 150 km da foz.

A divisão dos 150 km entre (a) a foz e a cachoeira de Santo Antonio, que compreende 3.000 km², ou 5,1% da bacia e; (b) o trecho à montante da cachoeira, equivalente a 94,9% da bacia (cerca de 51 mil m²) e 845 km de extensão e seus principais afluentes, é especialmente marcante, apresentando condicionantes biogeográficas bastante acentuadas para a compreensão de diversos aspectos ambientais da região.

Com relação aos meios, físico e biótico, a AID foi definida pela área de inundação do reservatório na sua cota máxima (32m de altura), além da área de preservação permanente (100m de largura, horizontalmente). Também fazem parte da AID, as áreas de apoio e o trecho a jusante do rio, formado pelo canal que devolve ao rio Jari as águas que já passaram pelas turbinas da Casa de Força. Desse modo, a AID abrange as margens do Jari no trecho que vai da cachoeira de Itapeoara até a confluência com o rio Pacanari, o primeiro afluente a jusante da cachoeira de Santo Antônio.

A área de estudo está localizada entre os Planaltos da Bacia Sedimentar do Amazonas, Rebaixado da Amazônia e a Planície Amazônica, numa faixa equatorial localizada entre as Guianas, o Suriname e o rio Amazonas. Com a bacia de contribuição localizada no hemisfério norte e clima equatorial com temperaturas que variam entre 22,7°C e 32,6° C e regime de chuvas intenso, especialmente entre os meses de março e maio, tendo já atingido índice pluviométrico de até 405 mm.

A maior parte da All da UHE Santo Antônio do Jari é dominada pelos Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Amarelos, que apresentam boa aptidão agrícola e ligeira a muito forte suscetibilidade à erosão.

8.3.1.2 - Histórico dos Estudos na Região

Os primeiros estudos ambientais referentes à UHE Santo Antônio do Jari foram concluídos em 1987, resultando na produção do documento denominado “Projeto Básico Ambiental”. Esse documento foi composto pelo “Diagnóstico Ambiental”, a “Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais” e as “Medidas Mitigadoras” propostas para a adequação da gestão ambiental do empreendimento, correspondendo a um EIA/RIMA. Esse estudo foi utilizado para a concessão da Licença Prévia da referida UHE, ainda em 1987. Em outro documento, também denominado “Plano Básico Ambiental”, foram apresentados, de forma sucinta, os programas ambientais a serem desenvolvidos.

A sequência das campanhas realizadas na região está apresentada no **Quadro 8.3-1**. Essas campanhas foram realizadas por diferentes empresas. Na medida do possível serão utilizadas para efeitos comparativos. Ressalta-se que a localização das seis estações amostradas das campanhas do PBA em 1987, não corresponde a localização das estações das Campanhas de Diagnóstico Ambiental.

Quadro 8.3-1 - Campanhas realizadas na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

HISTÓRICO DAS CAMPANHAS				
CAMPANHA	EMPRESA	DATA	AMOSTRAGEM	
			ÁGUA	BIOTA
Plano Básico Ambiental (PBA, 1987)	LEME Engenharia Ltda.	março de 1987	6 estações	6 estações
1ª Campanha de Diagnóstico Ambiental (Out/07 - seca)	PiR2 Consultoria Ambiental Ltda.	2 a 5 de outubro de 2007	6 estações	6 estações
2ª Campanha de Diagnóstico Ambiental (Abril/08 - cheia)	PiR2 Consultoria Ambiental Ltda.	31 de março a 4 de abril de 2008	6 estações	6 estações
3ª Campanha de Diagnóstico Ambiental (Ago/08 - vazante)	PiR2 Consultoria Ambiental Ltda.	18 a 22 de agosto de 2008	13 estações	13 estações
4ª Camanha de Diagnóstico Ambiental (Fev/09 - enchente)	R2N Consultoria Ambiental Ltda.	09 a 12 de fevereiro de 2009	13 estações	13 estações
5ª Camanha de Diagnóstico Ambiental (Mai/09 - cheia)	R2N Consultoria Ambiental Ltda.	18 a 20 de maio de 2009	13 estações	13 estações

8.3.1.3 - Metodologia

8.3.1.3.1 - Malha Amostral

As estações da malha amostral implementada consideraram o sentido da corrente do rio Jari, conforme apresentado no caderno de mapas (**Mapa das Estações de Coleta de Água e Limnologia - 2324-00-EIA-DE-2004**) e no **Quadro 8.3-1**. Foram dispostas oito estações ao longo do curso do rio Jari, sendo cinco estações à montante (Jar1, Jar2, Jar3, Jar4 e Jar5) e três estações à jusante (Jar6, Jar7 e Jar8) de onde se localizará a UHE Santo Antônio do Jari. O estudo também contemplou estações nos principais afluentes do rio Jari, sendo duas estações no rio Iratapuru (Ir1 e Ir2), uma estação no rio Piunquara (Piu1) e uma no rio Traíra (Tra1), todos à montante da futura UHE, e uma estação no rio Pacanari (Pac1) a jusante da futura UHE (**Figura 8.3-1 e Quadro 8.3-2**).

Quadro 8.3-2 - Localização das estações amostradas e sua posição em relação à UHE Santo Antônio do Jari.

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES				
ESTAÇÃO		LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS (UTM -SAD-69 - ZONA 23)	
			S	W
Rio Jari	JAR1	Acima da área de influência do remanso e próximo à cachoeira de Itapeuara	0° 31'37.03"S	52° 40'43.47"O
	JAR2	Entre as seções P13 e P11	0° 35'43.45"S	52° 38'10.38"O
	JAR3	Entre o rio Iratapuru e o rio Piunquara, próximo à seção P3	0° 34'30.53"S	52° 32'36.06"O
	JAR4	A montante do eixo, próximo à escada de peixe	0° 37'17.16"S	52° 30'44.14"O
	JAR5	Estação bem a montante da cachoeira de Santo Antônio	0° 37'47.81"S	52° 30'48.83"O
	JAR6	Estação logo após a cachoeira de Santo Antônio; em frente a comunidade de Santo Antônio	0° 39'1.30"S	52° 30'31.12"O
	JAR7	A jusante do eixo, em frente ao cemitério	0° 39'30.84"S	52° 30'49.76"O
	JAR8	Em frente a comunidade de São José	0° 42'12.88"S	52° 30'13.36"O
Rio Iratapuru	IR1	No rio Iratapuru; jusante da vila de Iratapuru	0° 33'40.46"S	52° 34'45.00"O
	IR2	No rio Iratapuru; montante da vila de Iratapuru	0° 34'9.22"S	52° 34'39.94"O
Rio Piunquara	PIU1	No Rio Piunquara	0° 34'47.54"S	52° 31'44.10"O
Rio Traíra	TRA1	No Rio Traíra	0° 37'24.54"S	52° 32'49.16"O
Rio Pacanari	PAC1	No Rio Pacanari	0° 41'7.98"S	52° 36'10.74"O

A descrição de cada estação amostrada nas duas últimas campanhas de limnologia e qualidade da água segue abaixo, bem como um breve relato de suas condições no momento em que foram realizadas as coletas.

JAR1

Ponto localizado no rio Jari a montante da cachoeira de Santo Antônio, acima da área de influência do remanso e próximo à cachoeira de Itapeuara. A coleta representativa do período de enchente foi realizada no dia 11.02.2009, às 10h20, com céu completamente nublado. Já a coleta representativa da cheia foi realizada no dia 20.05.2009, às 09h25, com céu parcialmente nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados, em nenhuma das coletas realizadas.



JAR2

Ponto localizado no rio Jari, a montante da cachoeira de Santo Antônio, entre as seções P13 e P11. As coletas foram realizadas no dia 11.02.2009, às 11h55 (representativa do período de enchente) e no dia 20.05.2009 às 10h25 (representativa do período de cheia). No momento das coletas o céu estava nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



JAR 3

Ponto localizado no rio Jari, a montante da cachoeira de Santo Antônio, entre o rio Iratapuru e o rio Piunquara, próximo à seção P3. As coletas dos períodos de enchente e cheia foram realizadas respectivamente no dia 12.02.2009, às 09h00 e no dia 20.05.2009 às 12h00. No momento das coletas o céu estava nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



JAR 4

Ponto localizado no rio Jari, a montante da cachoeira de Santo Antônio, e a montante do eixo, próximo a escada de peixes. A coleta representativa do período de enchente foi realizada no dia 12.02.2009, às 11h30, com céu nublado. Já a coleta representativa da cheia foi realizada no dia 19.05.2009, às 09h25, com céu parcialmente nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



JAR 5

Ponto localizado no rio Jari, bem a montante da cachoeira de Santo Antônio. As coletas foram realizadas no dia 12.02.2009, às 12h30 (representativa do período de enchente) e no dia 19.05.2009 às 09h32 (representativa da cheia). No momento das coletas o céu estava nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



JAR 6

Ponto localizado no rio Jari, logo após a cachoeira de Santo Antônio, em frente a comunidade de Santo Antônio. As coletas dos períodos de enchente e cheia foram realizadas respectivamente no dia 09.02.2009, às 16h00 e no dia 18.05.2009 às 09h10. No momento das coletas o céu estava nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



JAR 7

Ponto localizado no Jari, a jusante da cachoeira de Santo Antônio, a jusante do eixo e em frente ao cemitério. A coleta representativa do período de enchente foi realizada, neste ponto, no dia 09.02.2009, às 17h15, com céu completamente nublado e com chuva. Já a coleta representativa da cheia foi realizada no dia 18.05.2009, às 10h10, com céu parcialmente nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



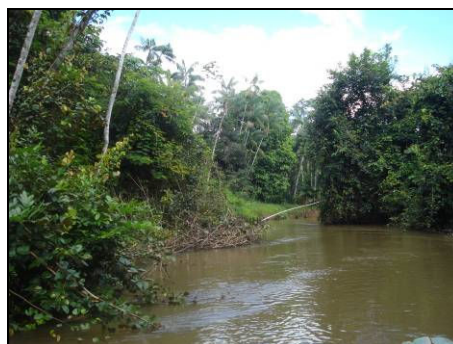
JAR 8

Ponto localizado no rio Jari, a jusante da cachoeira de Santo Antônio, em frente à comunidade São José. As coletas dos períodos de enchente e cheia foram realizadas respectivamente no dia 10.02.2009, às 14h35 e no dia 18.05.2009 às 11h25. No momento das coletas o céu estava nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



IR 1

Ponto localizado no rio Iratapuru, a jusante da vila de Iratapuru. Neste ponto a coleta, representativa do período de enchente, foi realizada no dia 11.02.2009, às 13h30. No momento da coleta o céu estava completamente nublado. Já a coleta representativa do período de cheia foi realizada no dia 19.05.2009 às 11h21, no momento da coleta o céu estava parcialmente nublado.



IR 2

Ponto localizado no rio Iratapuru, a montante da vila de Iratapuru. Neste ponto a coleta representativa do período de enchente foi realizada no dia 11.02.2009, às 14h55. No momento da coleta o céu estava completamente nublado. A coleta do período de cheia foi realizada no dia 19.05.2009 às 12h16 com o céu aberto. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



PIU 1

Ponto localizado no rio Piunquara. A coleta representativa do período de enchente foi realizada, neste ponto, no dia 12.02.2009, às 10h10, com céu nublado. Já a coleta representativa da cheia foi realizada no dia 20.05.2009, às 12h38, com céu nublado. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.



TRA 1

Ponto localizado no rio Traíra. A coleta representativa do período de enchente foi realizada no dia 10.02.2009, às 09h35 com o céu aberto. A coleta representativa do período de cheia foi realizada no dia 19.05.2009 às 13h55, estando o céu parcialmente nublado no momento da coleta. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor, característicos de sistemas eutrofizados.

PAC 1

Ponto localizado no rio Pacanari. As coletas dos períodos de enchente e cheia foram realizadas respectivamente no dia 10.02.2009, às 10h45 e no dia 19.05.2009 às 15h00. No momento das coletas o céu estava aberto. Não foi observada a presença de espuma, lixo ou odor característico na água.



A escolha dos pontos amostrados teve como objetivo inicial a caracterização biogeográfica da região, através da quantificação das variáveis químicas, mensuração das variáveis físicas e identificação das espécies biológicas e suas distribuições em função das barreiras físicas presentes no rio Jari, como por exemplo, a jusante da cachoeira de Santo Antônio. Neste sentido foram realizadas amostragens de modo a identificar o maior número de espécies possíveis com as técnicas de coletas de espécies para Fitoplâncton, Zooplâncton, Invertebrados Aquáticos, Invertebrados Bentônicos, Macroalgas Bentônicas e Macrófitas Aquáticas, apresentadas no item 8.3.2. Buscou-se associar todos os locais de coleta de dados físicos, químicos, bacteriológicos e

biológicos (fitoplâncton, zooplâncton, macroalgas, invertebrados aquáticos e bentônicos) de modo a permitir a comparação entre os dados.

As estações amostradas no rio Jari e nos principais tributários, representaram de maneira geral, um ambiente lótico bastante preservado no que diz respeito à qualidade de suas águas. Mudanças nas variáveis analisadas estão mais relacionadas a perturbações naturais como a mudança do nível da água do que a perturbações antropogênicas como a entrada de poluentes. Em todas as estações, em ambos os momentos do pulso hidrológico, as variáveis físicas, químicas e biológicas estiverem dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para águas da classe 2. Uma melhor caracterização limnológica das estações amostradas será apresentada no item **8.3.1.4 - Resultados e Discussão**.

Para ilustrar os períodos de realização das campanhas, pode ser observado na (**Gráfico 8.3-1**) a variação no regime hídrico do rio Jari, considerando a variação mediano período de 1931 a 2006. Na campanha de vazante realizada no período de 18 a 21 de agosto de 2008, o rio Jari apresentou as seguintes vazões: 1.227 m³/s, 1.208 m³/s e 1.179 m³/s.

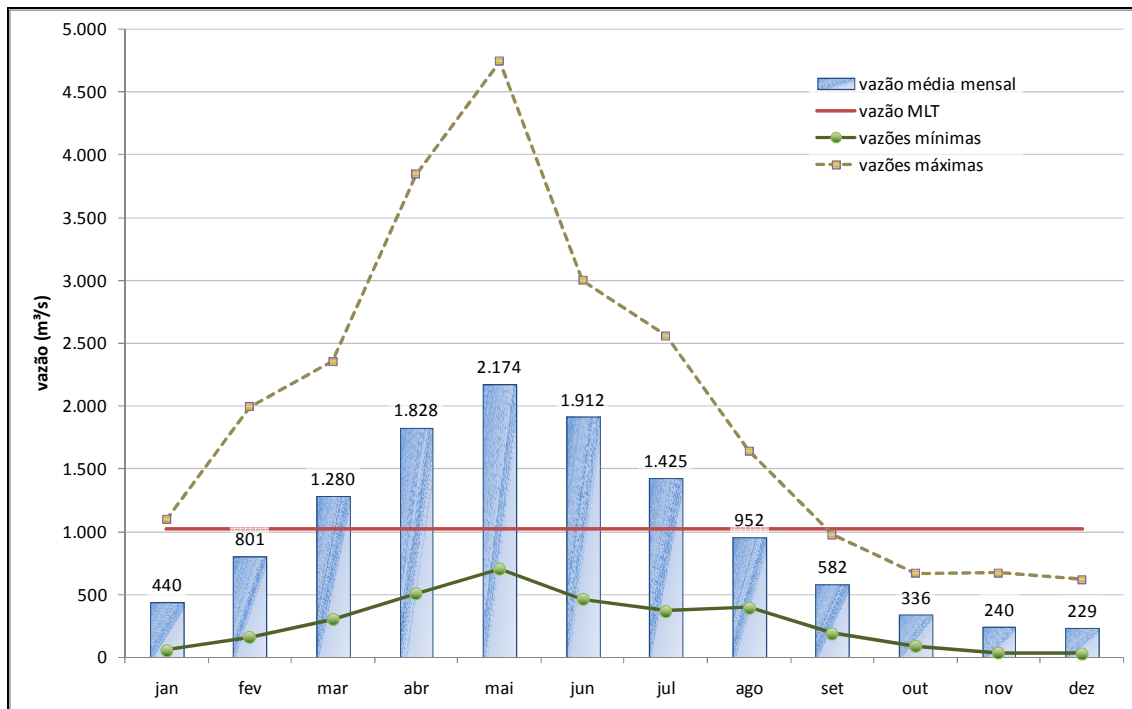


Gráfico 8.3-1 - Série hidrológica de vazões do rio Jari no período de 1931 a 2006.

8.3.1.3.2 - Parâmetros Analisados

Para a avaliação limnológica das estações amostradas na área de implantação da UHE Santo Antônio do Jari, foram realizadas cinco campanhas de medições referentes aos períodos de seca (outubro/2008), cheia (abril/2008), vazante (agosto/2008), enchente (fevereiro/2009) e cheia (maio/2009). Em todas as campanhas foram realizadas medições em campo e análises laboratoriais de parâmetros físicos, químicos e biológicos na água e no sedimento, exceto nas duas primeiras campanhas, quando não foram realizadas análises de cor, fósforo total, nitrogênio total e pigmentos clorofilianos, além das análises no sedimento.

Todas as coletas de parâmetros para a qualidade da água, fitoplâncton, zooplâncton, invertebrados aquáticos, invertebrados bentônicos e macroalgas bentônicas foram feitas sempre no mesmo local para possibilitar comparação entre os dados, exceto nas duas primeiras campanhas, quando foram realizadas amostragens somente em seis estações de coleta (JAR1, JAR2, JAR3, JAR4, JAR7 e IR1). Todas as amostras foram coletadas na área de influência direta do empreendimento. Uma vez que não foi constatada a presença de lagoas dentro desta área, as amostras para análise de água e da biota foram coletadas em:

- oito pontos ao longo do curso do rio Jari, sendo cinco à montante da cachoeira de Santo Antônio (JAR1, JAR2, JAR3, JAR4, JAR5) e três a montante da cachoeira de Santo Antônio (JAR6, JAR7, JAR8);
- dois pontos no rio Iratapuru (IR1 e IR2);
- um ponto no rio Pacanarí (PAC1);
- um ponto no rio Traíra (TRA1);
- um ponto no rio Piunquara (PIU1).

Os parâmetros analisados na água e sedimento estão apresentados no **Quadro 8.3-3** e no **Quadro 8.3-4**.

Quadro 8.3-3 - Parâmetros físicos e químicos medidos no ar e na água na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari

PARÂMETROS	UNIDADES
Data	DD/M/AA
Hora	HH:MM
Temperatura ar	°C
Temperatura água	°C
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L
pH	pH
Potencial redox	mV
Condutividade	mS/cm
Turbidez	UNT
Cor	mgPt/L
Disco de secchi	m
Profundidade	m
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	mg/L
Total de Sólidos em Suspensão (TSS) (=material particulado em suspensão)	mg/L
Nitrogênio amoniacal	mg/L
Nitrito	mg/L
Nitrato	mg/L
Nitrogênio total	mg/L
Ortofosfato	mg/L
Fósforo total	mg/L
Sulfato	mg/L
Cloreto	mg/L
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg/L
Clorofila a	µg/L
Feofitina	µg/L
Coliformes totais	NMP/100mL - UFC/100mL
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL - UFC/100mL

Quadro 8.3-4 - Parâmetros físicos e químicos medidos no sedimento na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

PARÂMETRO	UNIDADE
Sólidos	% p/p
Carbono	% p/s
Nitrogênio Total	mg/kg
Fósforo Total	mg/kg
Mercúrio	mg/kg
Prata	mg/kg
Alumínio	mg/kg
Arsênio	mg/kg
Cádmio	mg/kg
Cobalto	mg/kg

PARÂMETRO	UNIDADE
Cromo	mg/kg
Cobre	mg/kg
Ferro	mg/kg
Níquel	mg/kg
Chumbo	mg/kg
Zinco	mg/kg
Granulometria	%

8.3.1.3.3 - Metodologia de Coleta

Todas as amostras foram coletadas na área de influência direta do empreendimento. Uma vez que não foi constatada a presença de lagoas dentro desta área, as amostras para análise de água e da biota foram coletadas no rio Jari e nos principais rios tributários como descrito anteriormente.

Os sistemas amostrados são lóticos e mostraram-se homogêneos no eixo vertical nos quatro períodos sazonais amostrados (seca, enchente, cheia e vazante). Desta forma suas águas estão em constante processo de mistura, sendo assim torna-se desnecessária a investigação de perfis verticais na coluna de água. Uma série de parâmetros foi medida in loco. A transparência ou luminosidade da coluna d'água foi determinada através da extinção do disco de Secchi; a temperatura do ar foi medida através de um termômetro de bulbo; a temperatura da água, pH, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido foram determinados através de uma sonda multiparâmetros (YSI-6920). Em cada ponto as leituras da sonda foram realizadas em tréplica. No momento das coletas foi verificada a profundidade do ponto com o auxílio de um Ecobatímetro equipado com GPS.

Os resultados médios das análises desses parâmetros encontram-se no item **8.3.1.4 - Resultados e Discussão**. No local de amostragem, além da realização de todas as medidas de campo, foram registradas as condições meteorológicas, aspectos das margens e eventual presença de matéria orgânica ou poluente. Essas informações foram anotadas em fichas de campo específicas para auxiliar na interpretação dos resultados das análises.

8.3.1.3.3.1 - Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos

Amostras brutas de água foram acondicionadas em garrafas com capacidade de 5 litros e transportadas para o laboratório de campo (**Figura 8.3-1**). Parte das amostras foi filtrada em filtros de fibra de vidro (GF/C, 47 mm), com o auxílio de sistema de filtração Millipore, para análises de ortofosfato, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e sólidos dissolvidos totais (**Figura 8.3-2**). O material retido no filtro foi utilizado para análise de pigmentos (clorofila *a* e feofitina). Amostras brutas foram destinadas às análises de fósforo total e nitrogênio total, sólidos totais, DBO, coliformes, cloretos, cianetos e metais. Uma parte da amostra bruta foi, ainda, utilizada para a medida de alcalinidade através do método titulométrico com ácido clorídrico 0,01 N. O procedimento adotado no tratamento das alíquotas destinadas as análises físicas, químicas e biológicas das amostras de água está descrito no **Quadro 8.3-5**. As análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e DBO começaram a ser analisadas com um intervalo de tempo inferior a 24 horas após a coleta.

Amostras de sedimento para análises físicas (granulometria) e químicas (metais pesados, nitrogênio, fósforo e carbono) foram coletadas com o auxílio de coletores do tipo Kajak e mantidas resfriadas até o processamento em laboratório.

Quadro 8.3-5 - O procedimento adotado no tratamento das alíquotas destinadas às análises físico-químicas e biológicas das amostras de água

PARÂMETROS	Acondicionamento	CONSERVAÇÃO
Nitrogênio total e fósforo total	Garrafa plástica de 250 mL	refrigeração 4 ± 2 °C
Sólidos em suspensão e Sólidos totais dissolvidos	Garrafas plásticas de 250 mL	refrigeração 4 ± 2 °C
Cloresto e sulfatos	Garrafas plásticas de 500 mL	refrigeração 4 ± 2 °C
Ortofosfato dissolvido, nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal	Garrafas plásticas de 250 mL	refrigeração 4 ± 2 °C
DBO	Garrafa plástica de 500 mL	refrigeração 4 ± 2 °C
Coliformes fecais e Coliformes Termotolerantes	Garrafa plástica de 250 mL (estéril)	refrigeração 4 ± 2 °C



Figura 8.3-1 - Procedimento de retirada de alíquotas de água para os diversos parâmetros.



Figura 8.3-2 - Procedimento de filtração de alíquota da amostra de água coletada.

8.3.1.3.4 - Metodologia de Análise

8.3.1.3.4.1 - Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos

Os métodos analíticos adotados estão descritos em “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA 2005). A base metodológica está relacionada no **Quadro 8.3-6**.

Quadro 8.3-6 - Métodos utilizados para a determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos na água, na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

PARÂMETRO	MÉTODO
Água	
Temperatura do ar	Termômetro
Temperatura da água	Sonda Multiparâmetros
Condutividade	Sonda Multiparâmetros
Potencial redox	Sonda Multiparâmetros

PARÂMETRO	MÉTODO
Água	
pH	Sonda Multiparâmetros
Oxigênio Dissolvido	Sonda Multiparâmetros
Turbidez	Sonda Multiparâmetros
Transparência	Disco de Secchi
Alcalinidade	Titulométrico com HCl
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Respirométrico - Oxitop
Nitrogênio Amoniacal total	Colorimétrico com fenol
Nitrato	Colorimétrico com coluna redutora Cd
Nitrito	Colorimétrico com sulfanilamida
Nitrogênio Total	Digestão e titulação com HCl
Fosfato	Colorimétrico com molibdato
Fósforo Total	Colorimétrico com molibdato
Sulfato	Cromatografia Iônica
Cloreto	Cromatografia Iônica
Clorofila a	Fluorimétrico
Feofitina	Fluorimétrico
Coliformes termotolerantes	Colilert e Tubos múltiplos
Coliformes totais	Colilert e Tubos múltiplos
Sedimento	
Metais	ICP (Inductively coupled Plasma)
Fósforo total	Digestão com ácido sulfúrico
Sólidos Totais	Peso seco (103 a 105 °C)
Mercúrio	Espectroscopia de fluorescência atômica
Nitrogênio Total	Método Kjeldahl
Carbono	Combustão catalítica
Granulometria	Gravimetria e dissolução ácida

8.3.1.3.4.2 - Coliformes Totais e Termotolerantes

Para a determinação de coliformes totais e termotolerantes, nas três primeiras campanhas foi utilizado o método do substrato enzimático Colilert, segundo o método 9223 e nas duas últimas campanhas foi utilizado o método tubos múltiplos, descrito na seção 9221, ambos do “Standart Methods” (21ª edição - APHA - AWWA).

8.3.1.3.4.3 - Pigmentos Clorofilianos

Para análise dos pigmentos clorofilianos, clorofila-a e feopigmentos, alíquotas de água de 500 mL foram coletadas e mantidas no escuro até o processamento. Na filtração, realizada no mesmo dia da coleta, duas réplicas de 250 mL de água foram filtradas em filtros de fibra de vidro GF/C (com

abertura de 0,7 um) e posteriormente congeladas até a análise. A análise consistiu na extração dos pigmentos em acetona 90%. Após a extração o material foi triturado e novamente filtrado em filtro fibra de vidro GF/C. A amostra foi então analisada em fluorímetro, segundo metodologia proposta por Nusche and Palme (1975).

8.3.1.4 - Resultados e Discussão

Os resultados apresentados compreendem as cinco campanhas realizadas nos meses de outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia), agosto de 2008 (vazante), fevereiro de 2009 (enchente) e maio de 2009 (cheia). Conforme apresentado no **Quadro 8.3-1**, as três primeiras campanhas foram realizadas pela empresa PiR2 Consultoria Ambiental Ltda. e as duas últimas pela empresa R2N Consultoria Ambiental Ltda. Para manter a fidelidade e a responsabilidade técnica pelos dados obtidos, os resultados de cada empresa serão apresentados individualmente.

8.3.1.4.1 - Água

A análise dos perfis verticais de temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH realizados na calha central, margens esquerda e margem direita do rio Jari evidenciaram a homogeneidade do rio Jari nos eixos transversal e longitudinal. A homogeneidade da massa de água é característica de sistemas lóticos e rasos como o rio Jari. A turbulência da água destes sistemas tem energia suficiente para provocar a mistura das águas superficiais e profundas, homogeneizando toda a massa de água. Sendo assim, os referidos perfis não indicaram a presença de ambientes quimicamente ou termicamente diferenciados nas margens do rio ou no perfil vertical. Portanto, serão apresentados aqui somente os dados relativos à superfície da calha central, considerando-os representativos do sistema como um todo nos períodos estudados. Salienta-se que nas estações Tra1, no rio Traíra, e Piu 1, no rio Piunquara, não foram realizados perfis uma vez que a coluna de água nestes rios foi menor do que 1 metro.

8.3.1.4.1.1 - Estrutura Térmica

A temperatura influencia processos físicos, químicos e biológicos em ecossistemas aquáticos. As trocas de gases (especialmente gás carbônico e oxigênio) na interface água-ar são exemplos de processos cujas taxas dependem da temperatura atmosférica e da água. Em sistemas lóticos este

parâmetro causa menor efeito sobre a coluna d'água, uma vez que a água é naturalmente misturada devido à correnteza e à menor profundidade.

Nas três primeiras campanhas, as **temperaturas do ar e da água** apresentaram-se bem homogêneas e usuais aos períodos amostrados. A temperatura do ar variou de 28,00 a 30,90°C, em outubro de 2007, de 28,80 a 30,40°C, em abril de 2008 e de 29,20 a 38,90°C em agosto de 2008. A temperatura da água variou de 27,80°C a 30,80°C, em outubro de 2007 (seca); de 28,10°C a 28,70°C, em abril de 2008 (cheia) e 25,76°C a 29,22°C em agosto de 2008 (vazante). As diferenças encontradas na temperatura do ar podem ser atribuídas às variações diurnas na região. O **Quadro 8.3-7** e o **Gráfico 8.3-2** e **Quadro 8.3-8** apresentam as temperaturas do ar e da água (respectivamente) encontradas nas três primeiras campanhas.

Nas duas últimas campanhas, a maior variação da **temperatura do ar** foi verificada no período de enchente (fevereiro de 2009), sendo que os valores de temperatura também estiveram fortemente relacionados ao horário da amostragem. As menores temperaturas (20, 24 e 23°C) foram observadas durante as coletas realizadas pela manhã e as maiores temperaturas foram observadas nos horários próximos ao meio dia todas no período de enchente. A maior amplitude de variação observada na temperatura do ar durante a enchente é explicada pelas mudanças decorrentes de constantes chuvas, muitas das quais acompanhadas de fortes ventos, as quais são mais comuns neste período. Durante a cheia (maio de 2009) a temperatura do ar é mais constante na região. Neste período a menor e a maior temperatura observada foram respectivamente 25,5 e 28,6°C sendo a temperatura média do período igual a $27,2 \pm 0,9$ (média \pm DP) (**Gráfico 8.3-4**).

De maneira geral, média da **temperatura da água** foi mais elevada nos pontos localizados no rio Jari do que no rio Iratapuru e outros tributários, tanto no período de enchente (fevereiro de 2009) quanto no período de cheia (maio de 2009) (**Gráfico 8.3-5**). A menor distância entre as margens dos rios tributários aumenta o efeito da cobertura vegetal e reduz a entrada de energia luminosa nestes rios, evitando o aumento da temperatura. Em relação ao perfil vertical, a permanente movimentação da massa d'água tanto no rio Jari quanto nos tributários ocasiona constante processo de mistura homogeneizando a massa de água, sendo a temperatura da água medida na sub-superfície, representativa de todo o perfil vertical, especialmente em sistemas rasos como o rio Jari e seus tributários (**Gráfico 8.3-6** e **Gráfico 8.3-7**).

Quadro 8.3-7 - Valores de temperatura do ar (°C) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

TEMPERATURA AR (°C)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	29,00	29,20	30,20
	Jar2	30,90	29,40	35,10
	Jar3	29,60	29,10	38,90
	Jar4	28,00	30,40	29,90
	Jar5	NA	NA	31,10
	Jar6	NA	NA	32,20
	Jar7	30,20	28,80	33,00
	Jar8	NA	NA	29,70
Rio Iratapuru	Ir1	30,20	29,70	31,90
	Ir2	NA	NA	32,10
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	32,20
Rio Traira	Tra1	NA	NA	29,30
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	29,20

NA= não analisado

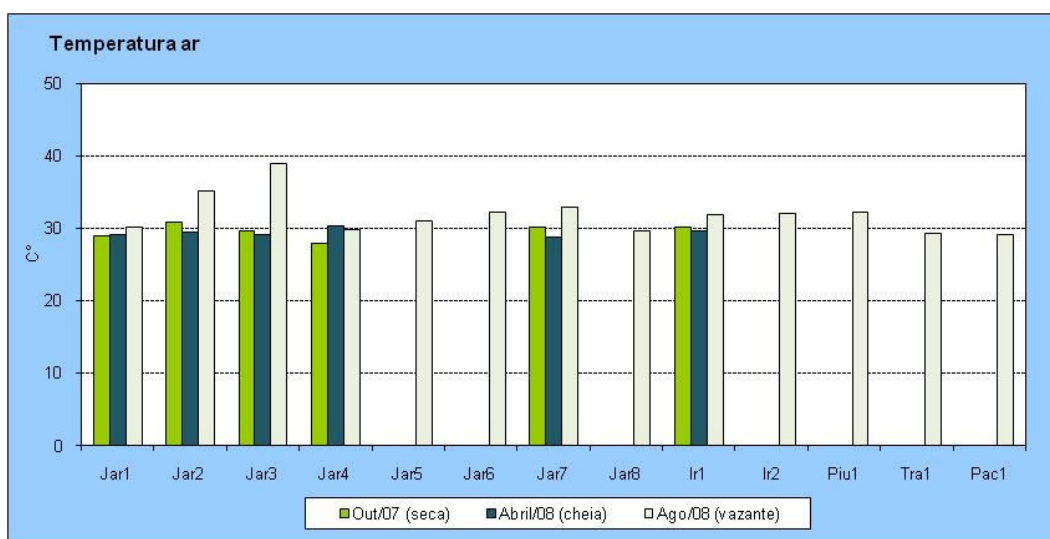


Gráfico 8.3-2 - Variação da temperatura do ar na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante).

Quadro 8.3-8 - Temperatura da água (°C), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

TEMPERATURA ÁGUA (°C)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	30,20	28,30	28,79
	Jar2	30,80	28,70	28,71
	Jar3	30,40	28,30	28,83
	Jar4	30,50	28,70	28,44
	Jar5	NA	NA	28,82
	Jar6	NA	NA	28,81
	Jar7	30,40	28,10	29,22
	Jar8	NA	NA	28,76
Rio Iratapuru	Ir1	27,80	28,40	28,45
	Ir2	NA	NA	26,44
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	25,47
Rio Traira	Tra1	NA	NA	26,02
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	25,76

NA= não analisado

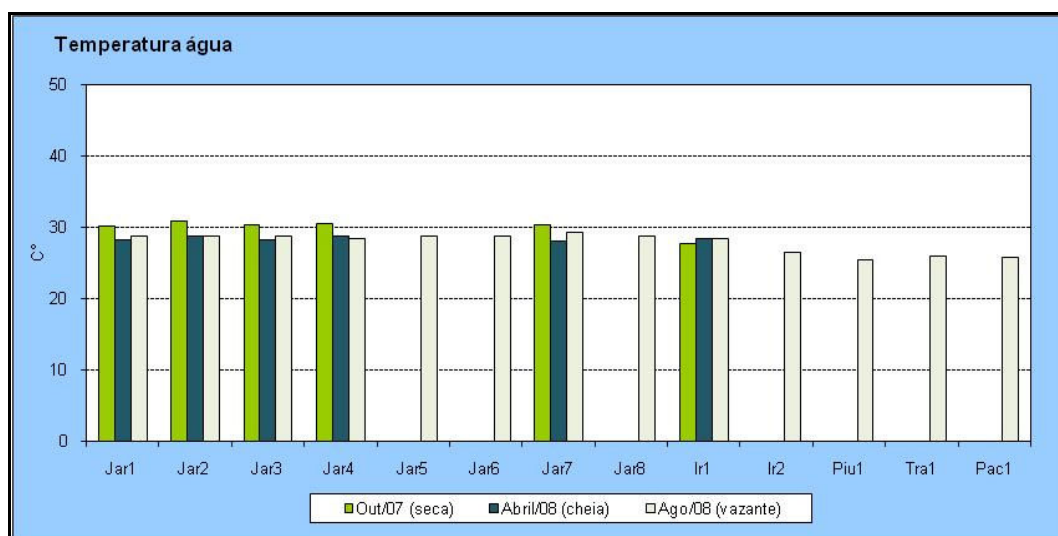


Gráfico 8.3-3 - Temperatura da água, em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

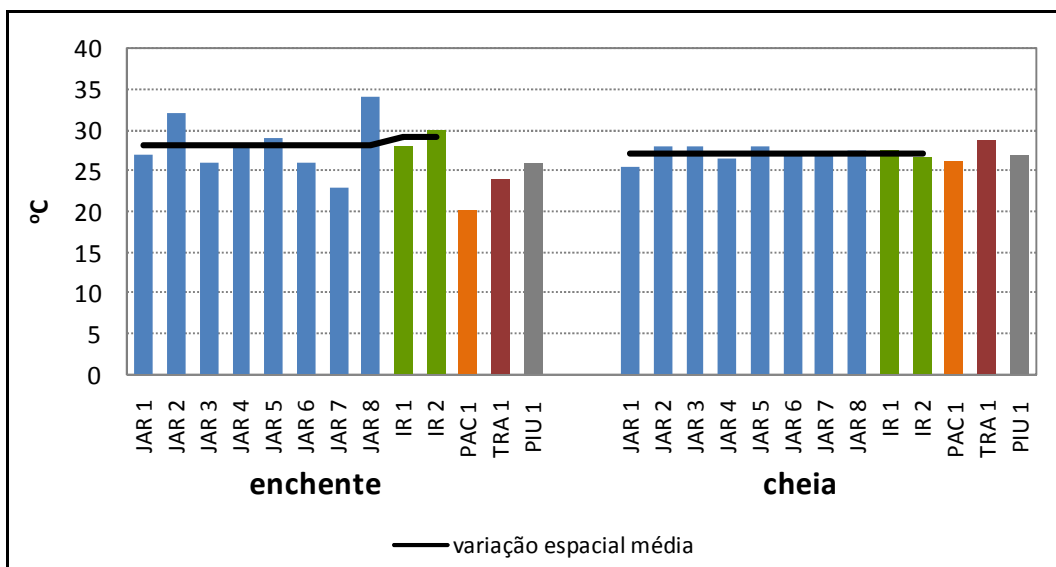


Gráfico 8.3-4 -Variação da temperatura do ar nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009. A linha representa o valor médio observado para os rios Jari e Iratapuru.

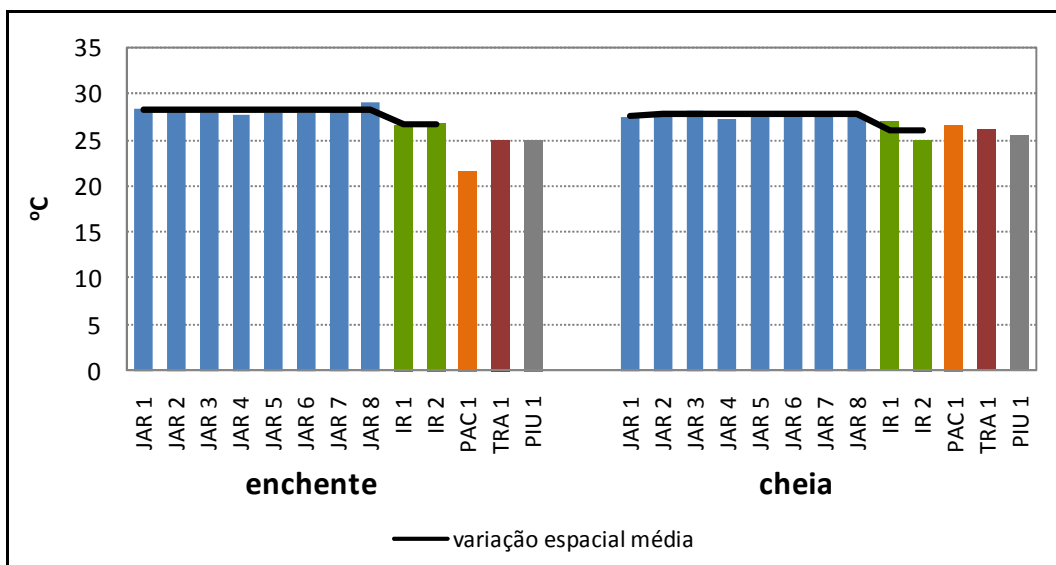


Gráfico 8.3-5 - Variação da temperatura da água nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009. A linha representa o valor médio observado para os rios Jari e Iratapuru.

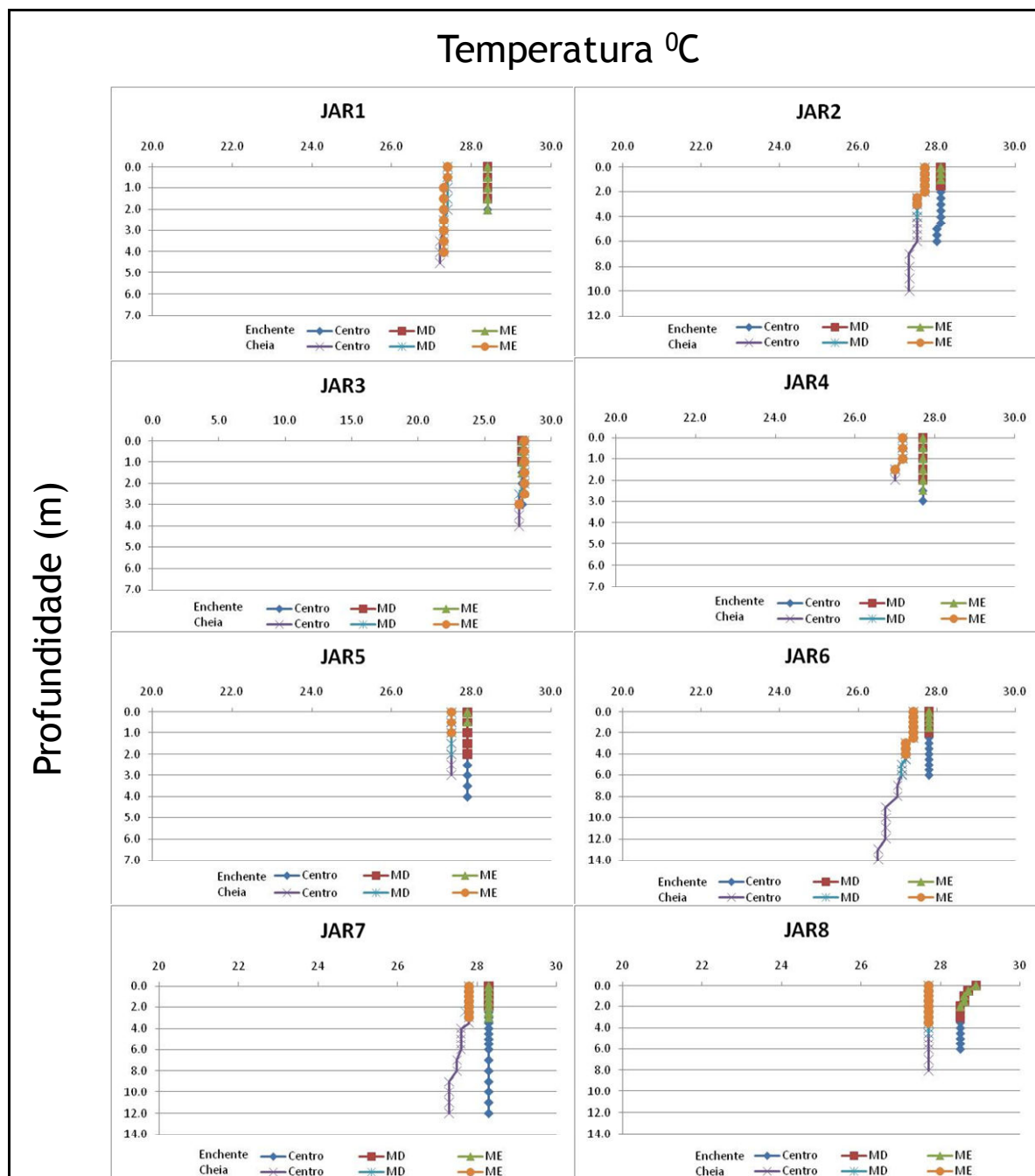


Gráfico 8.3-6 - Perfis de temperatura da água nos pontos de coleta do rio Jari na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em fevereiro de 2009.

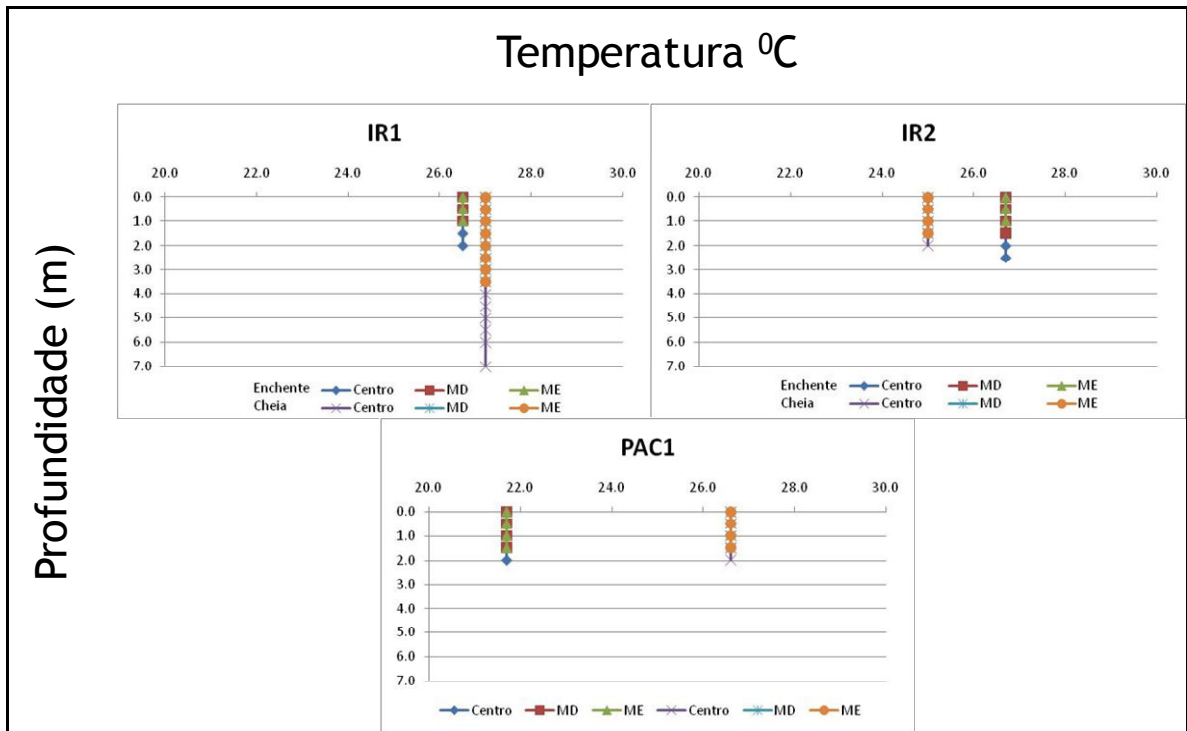


Gráfico 8.3-7 - Perfis de temperatura da água nos pontos de coleta nos rios tributários ao rio Jari em fevereiro de 2009.

8.3.1.4.1.2 - Transparência, Turbidez e Cor

De acordo com Sioli (1984), as águas amazônicas são divididas em brancas, pretas e claras. Tal classificação baseia-se no comportamento óptico das mesmas. Águas brancas possuem maior quantidade de matéria em suspensão, o que reduz a penetração da luz. A penetração da luz nas águas pretas também é reduzida uma vez que águas como estas são ricas em componentes húmicos. Por fim, as águas claras são as águas amazônicas com pouca matéria em suspensão e muito vulneráveis à entrada de energia luminosa.

A **transparência da água** aponta a região na coluna d'água em que ocorre fotossíntese. Os valores de transparência (medidos pelo desaparecimento do disco de Secchi) no período de vazante (agosto de 2008) variaram de 0,20m (TRA1) a 1,5m (JAR2), sendo que a média nos pontos amostrados ficou em 1m de profundidade de transparência (Gráfico 8.3-8).

O valor médio da transparência medido no período de enchente (fevereiro de 2009) foi de $0,6 \pm 0,1$ metros (média \pm DP), enquanto que no período de cheia (maio de 2009) o valor médio foi de $1,0 \pm 0,2$ metros (média \pm DP). A maior transparência da água nos períodos de maior nível do rio

é esperada uma vez que nestes períodos ocorre a diluição das partículas orgânicas e inorgânicas em um maior volume de água diminuindo a barreira física a entrada da luz. Os pontos PAC1 e PIU1 apresentaram sempre as menores transparências (**Gráfico 8.3-9**), em ambos os períodos do pulso hidrológico, o que está relacionada à grande quantidade de partículas em suspensão nestes rios. Já o ponto TRA1, com reduzida profundidade média, apresentou toda a coluna de água iluminada, sendo possível enxergar o disco de Secchi no fundo do ponto.

A proporção da coluna de água iluminada variou de 15% a 100% ($80\% \pm 73\%$) no período de enchente e entre 21% a 100% ($90\% \pm 60\%$) no período de cheia (maio de 2009). Na enchente (fevereiro de 2009) a zona fótica esteve entre 1,2 metros (PAC1) e 2,4 metros (JAR4), enquanto no período de cheia a zona fótica se estendeu para um intervalo entre 2,1 metros (PIU) e 3,9 metros (JAR5 e JAR7). Como era esperado, o aumento do nível da água nos períodos de cheia diluiu as partículas em suspensão o que permite que luz chegue até camadas mais profundas durante este período do pulso hidrológico. Esta diferença na entrada de energia luminosa, entre os períodos do pulso hidrológico, é mais acentuada nos ambientes como o rio Jari, águas claras, onde há relativamente pouca quantidade de matéria em suspensão.

A **turbidez** da água é resultado da quantidade de partículas em suspensão, sejam elas orgânicas ou inorgânicas, e, em menor proporção, dos compostos dissolvidos. Os valores de turbidez, na vazante (agosto de 2008), variaram de 2,70UNT (JAR1) a 11,90UNT (JAR5) sendo em geral levemente superiores aos encontrados na cheia (abril de 2008) (**Gráfico 8.3-9** e **Gráfico 8.3-10**). Com exceção da estação PAC1, onde a turbidez atingiu 24 NTU (no período de enchente) e a estação PIU1, onde a turbidez atingiu 21 NTU (no período de cheia) a turbidez foi menor que 15 NTU em todos os pontos amostrados na enchente (fevereiro de 2009) e menor do que 17 NTU nos pontos amostrados durante a cheia (**Gráfico 8.3-11**). A turbidez observada na estação PAC1 e PIU1 são resultantes da carga de sedimento inorgânico transportado por esse afluente. Os menores valores de turbidez, tanto na enchente quanto na cheia (maio de 2009) foram registrados no rio TRA1 (9,1 e 6,4 NTU). Considerando as médias obtidas nos dois períodos, 12,7 NTU (enchente) e 12,2 NTU (cheia), verifica-se que não há diferença estatística entre eles ($p < 0,05$).

A variação temporal observada entre as campanhas foi significativa ($p < 0,001$) quando testada com teste t. Todas as estações amostradas, durante as cinco campanhas, apresentaram turbidez bastante inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de 100 UNT.

A mesma resolução, Resolução CONAMA N° 357/2005, também estabelece o limite de 75 mg Pt/L para a variável *cor*. Portanto, todos os pontos amostrados estiveram abaixo deste valor. Na campanha de vazante (agosto de 2008) a análise de cor apresentou valores que variaram de 30 a 55mg/L, não havendo diferenças espaciais relevantes entre as estações (Gráfico 8.3-12). Nas duas últimas campanhas, a variação observada foi de 10 mg Pt/L (JAR1, JAR3 e TRA1), observado na enchente (fevereiro de 2009) a 70 mg Pt/L (JAR6), observado na cheia (maio de 2009) (Gráfico 8.3-13). Da mesma forma que a turbidez, o valor médio para os pontos localizados no rio Jari foi menor que o valor médio para o rio Iratapuru.

O tempo de residência curto, previsto para o reservatório e o funcionamento a fio d'água, não permitirão a retenção de grande quantidade de matéria em suspensão. Com isto, após a construção da represa são esperadas condições de luminosidade, transparência, turbidez e cor, muito próximas a estas observadas durante o período de cheia do rio Jari.

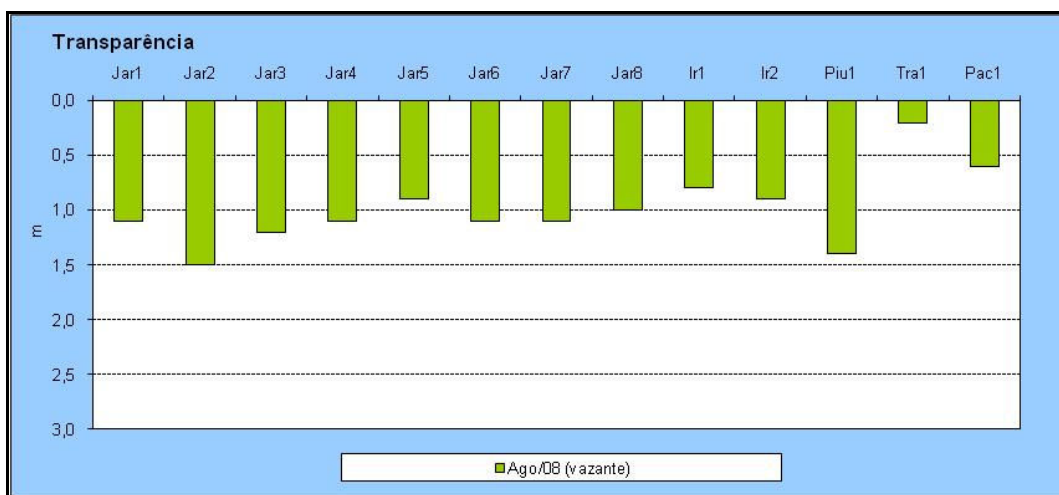


Gráfico 8.3-8 - Transparência da água (m) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

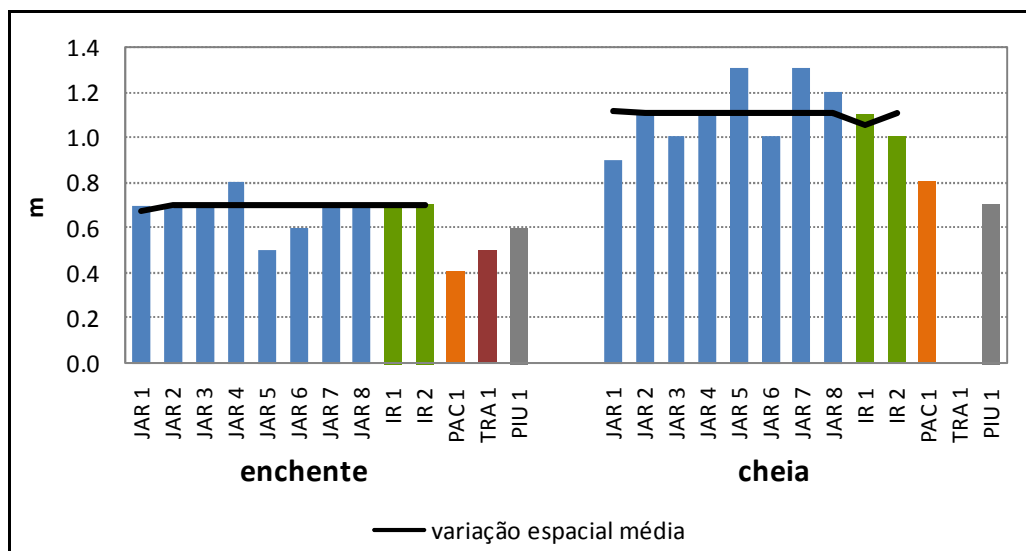


Gráfico 8.3-9 - Transparência da água na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009. A linha representa o valor médio observado para os rios Jari e Iratapuru.

Quadro 8.3-9 - Valores de turbidez (UNT) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Turbidez(UNT)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	6,33	6,50	5,20
	Jar2	6,40	6,23	6,80
	Jar3	6,32	6,76	8,30
	Jar4	5,80	6,63	10,90
	Jar5	NA	NA	11,90
	Jar6	NA	NA	4,60
	Jar7	5,73	6,75	10,40
	Jar8	NA	NA	8,70
Rio Iratapuru	Ir1	6,29	6,03	2,70
	Ir2	NA	NA	11,30
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	8,70
Rio Traira	Tra1	NA	NA	13,30
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	15,40

NA= não analisado

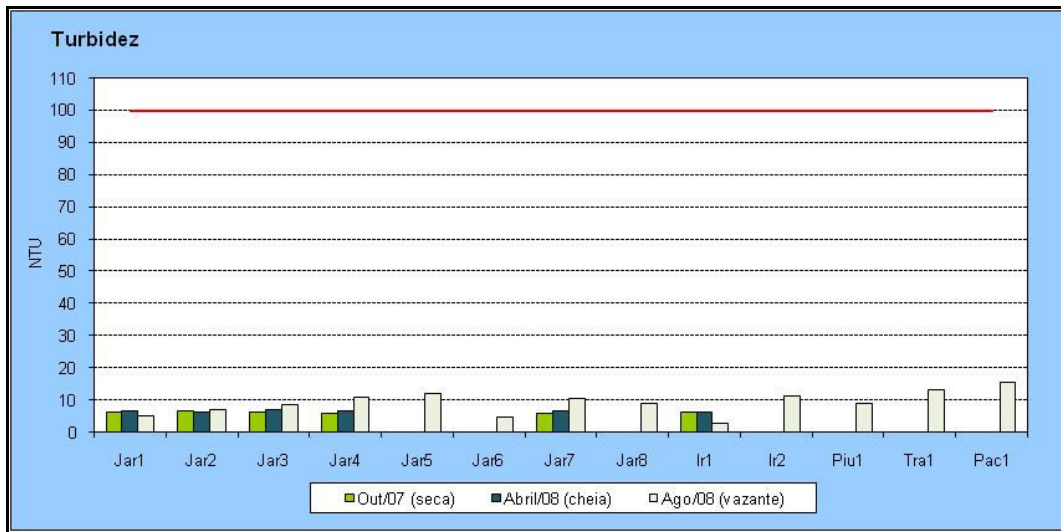


Gráfico 8.3-10 - Variação de Turbidez (UNT) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Em vermelho encontra-se o limite máximo estipulado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2 (turbidez não superior a 100UNT).

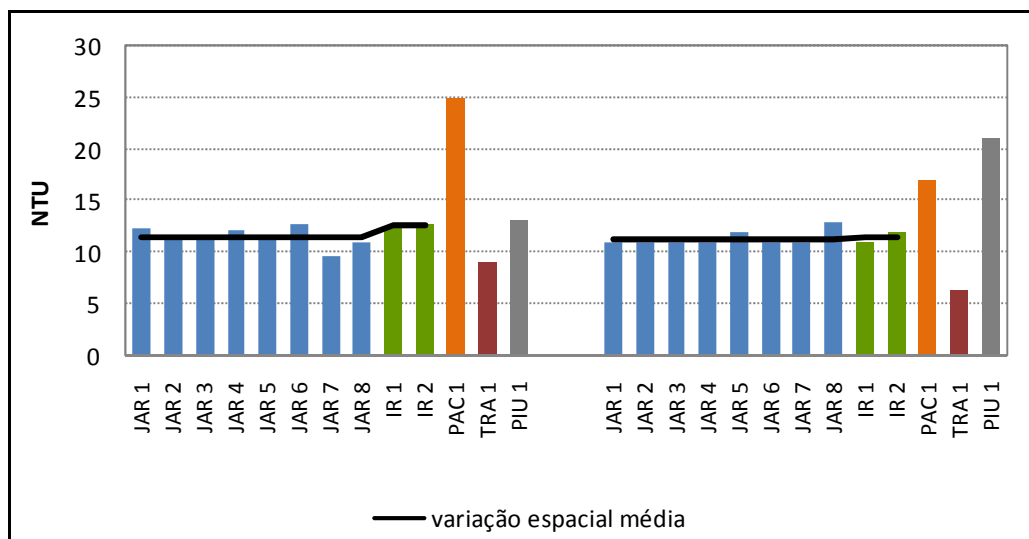


Gráfico 8.3-11 - Variação da turbidez nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

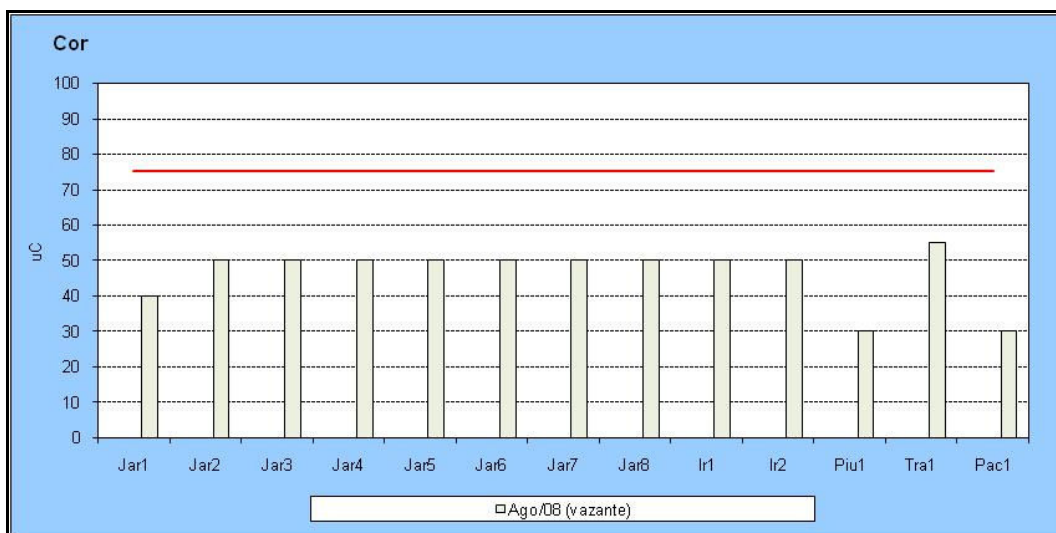


Gráfico 8.3-12 - Variação da cor (uC) na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em agosto de 2008 (vazante).

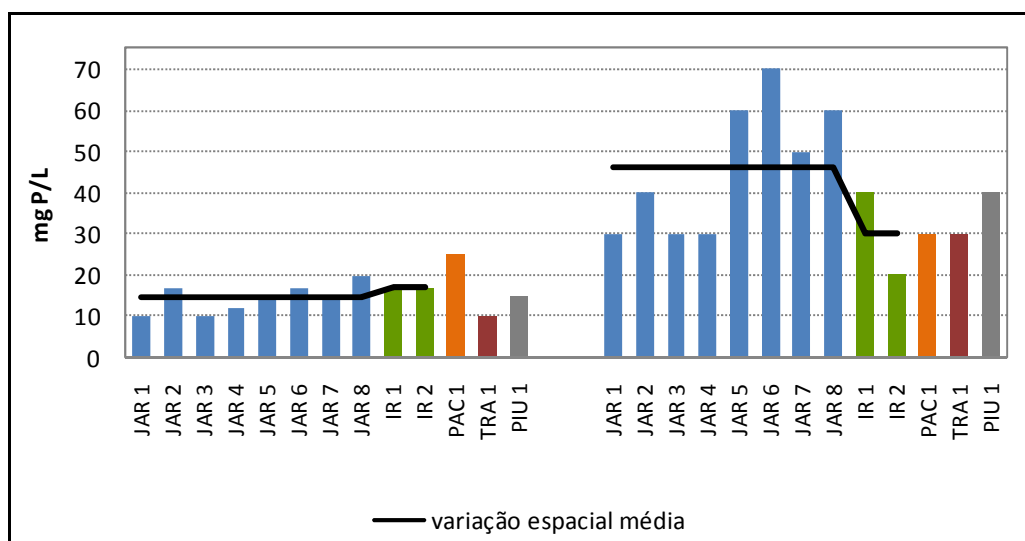


Gráfico 8.3-13 - Variação da cor nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.3 - Oxigênio Dissolvido

O **oxigênio dissolvido** na água é resultado do balanço entre as fontes de entrada do gás, que são basicamente difusão pela atmosfera e a fotossíntese, e as fontes de consumo de oxigênio, tais como respiração dos organismos aquáticos e oxidação de compostos reduzidos (Esteves 1998). Nos ambientes aquáticos o oxigênio é um dos principais elementos responsáveis pela manutenção da qualidade da água, exercendo papel na oxidação, decomposição e ciclagem da matéria

orgânica. A concentração de oxigênio dissolvido em águas naturais é inversamente proporcional à temperatura destes ambientes. Em águas mais aquecidas, a solubilidade do oxigênio diminui e parte do gás flui no sentido água-atmosfera. Em águas mais frias, ocorre o inverso, a solubilidade deste gás aumenta e o fluxo no sentido atmosfera-água tende a aumentar.

Ambientes lóticos tendem a apresentar maior concentração de oxigênio, uma vez que produzem intensa circulação na massa d'água. Os teores de oxigênio dissolvido, em todos os pontos, foram superiores ao limite de 5 mg/L estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, para águas de classe 2.

O oxigênio dissolvido (OD) no período de seca (outubro de 2007) variou de 6,3 mg/L na estação JAR1 a 7,4 mg/L na estação JAR4. Na vazante (agosto de 2007) variou de 8,72 mg/L (estação Ir1) a 9,97mg/L (estação Tra1) (**Quadro 8.3-10 e Gráfico 8.3-14**).

O valor médio de oxigênio dissolvido durante o período de enchente (fevereiro de 2009) foi de $7 \pm 0,7$ mg/L (média \pm DP), enquanto durante a cheia (maio de 2009), o valor médio, subiu para $10 \pm 0,3$ mg/L (média \pm DP). Os maiores valores de oxigênio dissolvido durante o período de cheia (2009) pode ser explicado pelo maior turbulência causada pela massa de água. A menor concentração, 6,2 mg/L (80% de saturação), foi observada no rio Jari (JAR3), durante a enchente. Já no período de cheia (maio de 2009) todos os pontos apresentaram melhor condição de oxigenação da massa de água (acima de 100% de saturação) (**Gráfico 8.3-15**). A dinâmica fluvial do rio Jari provoca a mistura vertical do massa de água oxigenando as camadas mais profundas e impedindo a formação de camadas anóxicas (**Gráfico 8.3-16 e Gráfico 8.3-17**). A presença de anóxia nas camadas profundas possibilitaria, entre outras coisas, a disponibilização de nutrientes e íons nestas camadas.

Todos os valores encontraram-se dentro da faixa considerada aceitável, acima do limite mínimo definido para a água doce de classe 2, pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (não inferior a 5,0mg/L).

Para o oxigênio dissolvido também não foi verificada diferença espacial considerável, entretanto foi observada uma marcante diferença temporal, assim como era esperado. Como não foi verificado anoxia no período de maior nível da água, é possível afirmar que o rio Jari mantém toda a coluna de água oxigenada durante todo o ano.

Considerando todos os dados de enchente e cheia, o oxigênio dissolvido esteve correlacionado com a concentração de fósforo total (coeficiente de correlação igual a $-0,76$ $p < 0,001$). Cargas de compostos fosfatados consomem o oxigênio, principalmente nos processos de decomposição. Deste modo, espera-se realmente uma correlação negativa entre o oxigênio dissolvido e o fósforo. As correlações entre o oxigênio dissolvido e as outras formas de nutrientes não foram significativas ($p > 0,05$).

Quadro 8.3-10 - Concentrações de Oxigênio Dissolvido (mg/L), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

OD(MG/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abri/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	6,30	7,20	9,52
	Jar2	7,20	7,30	9,75
	Jar3	7,30	7,45	8,92
	Jar4	7,40	7,43	9,25
	Jar5	NA	NA	9,36
	Jar6	NA	NA	9,15
	Jar7	6,90	7,30	9,06
	Jar8	NA	NA	9,76
Rio Iratapuru	Ir1	6,90	7,35	8,72
	Ir2	NA	NA	9,49
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	9,38
Rio Traira	Tra1	NA	NA	9,97
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	9,79

NA= não analisado

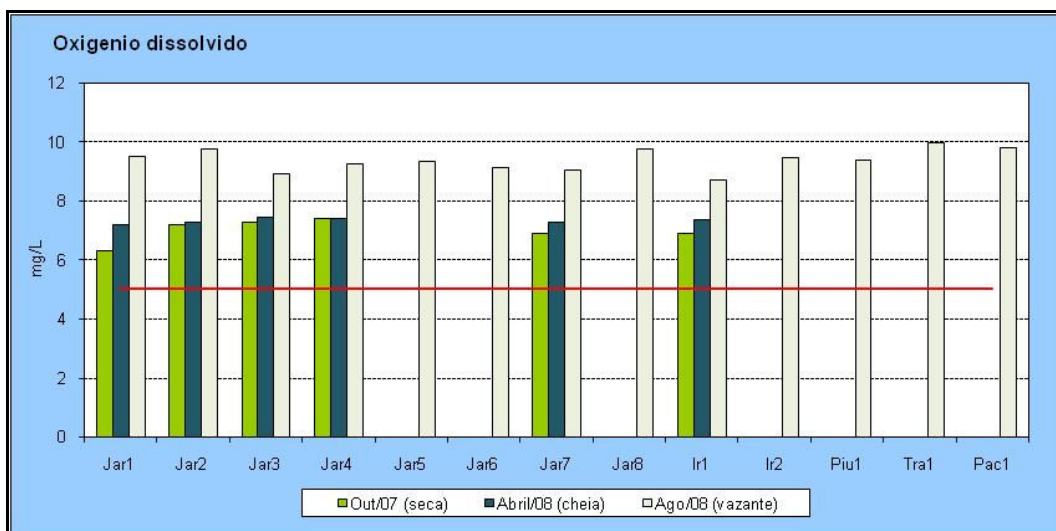


Gráfico 8.3-14 - Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Em vermelho encontra-se o limite mínimo estipulado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2.

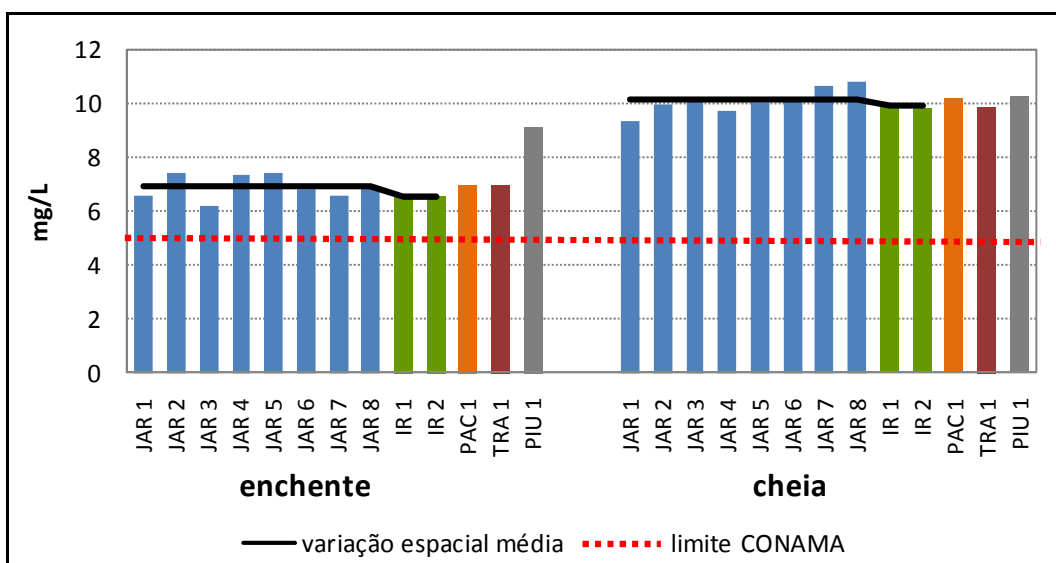


Gráfico 8.3-15 - Variação dos teores de oxigênio dissolvido nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

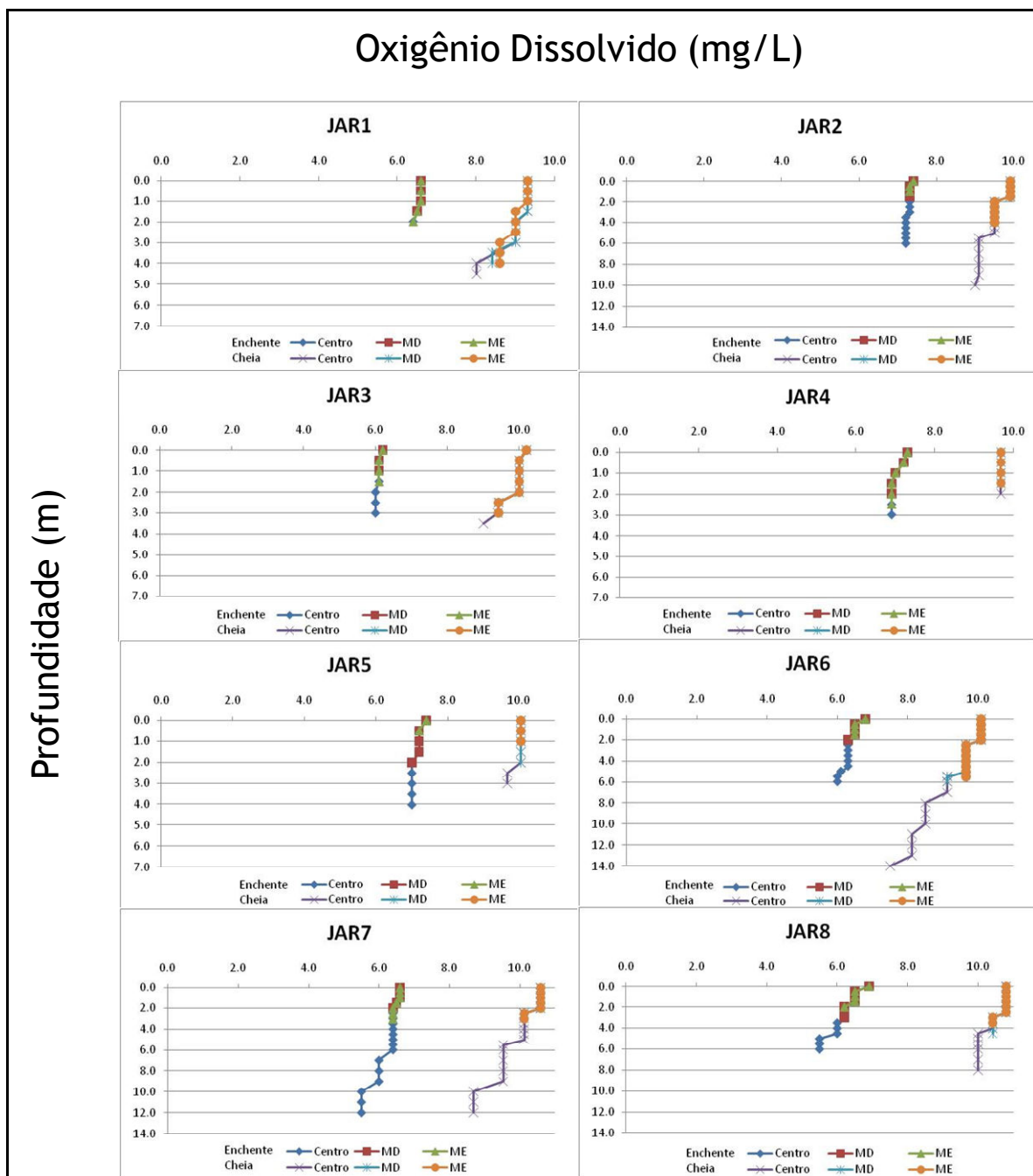


Gráfico 8.3-16 - Perfis de oxigênio dissolvido na água nos pontos amostrados no rio Jari na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

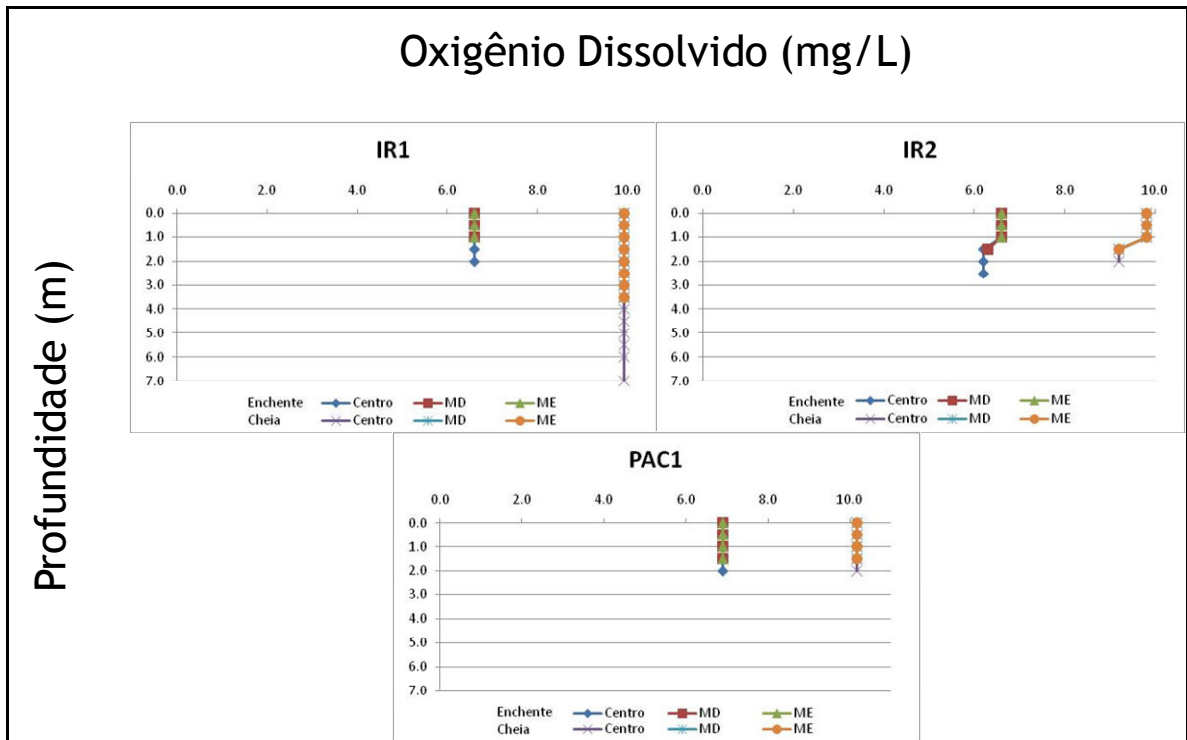


Gráfico 8.3-17 - Perfis de oxigênio dissolvido na da água nas estações amostradas nos rios tributários ao rio Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.4 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados indicaram pequenas variações de pH nos períodos amostrados. Na vazante (agosto de 2008) o pH variou de 5,70 (PIU1) a 6,92 (JAR6) (Quadro 8.3-11 e Gráfico 8.3-18). Tanto no período de enchente (fevereiro de 2009) quanto no período de cheia (maio de 2009), os dados de pH obtido no rio Jari foram próximos de valores neutros, em torno de 7 (Gráfico 8.3-19), o que é característico de sistemas de águas claras (Bozelli et al 2000). Também para o pH não foram verificadas diferenças significativas entre as profundidades amostradas. Durante a enchente (fevereiro de 2009) os limites máximos e mínimos da amplitude de variação foram respectivamente 5,5 e 7,2 (JAR6 e JAR1) os quais definiram uma média global de $6,7 \pm 0.5$ (média \pm DP). Durante o período de cheia os limites máximos e mínimos da amplitude de variação foram respectivamente 6,2 e 6,9 (PIU1 e JAR6) os quais definiram uma média global de $6,7 \pm 0.2$ (média \pm DP) indicativa de um caráter neutro também para as águas claras do rio Jari.

De maneira geral houve pouca variabilidade espacial nos dados de pH entre as estações amostragem em todos os períodos amostrados. A exceção das estações JAR 4 e JAR 7 na campanha de seca (outubro de 2007), PIU1 na vazante (agosto de 2008) e JAR6 na enchente

(fevereiro de 2009) (fevereiro de 2009) que apresentou pH levemente ácido (5,5) (Gráfico 8.3-19). Com exceção destas estações, todas as outras estavam em acordo com os valores propostos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, onde o pH de águas de Classe 2 deve variar entre 6 e 9. Não foi verificada variação vertical nos dados de pH no rio Jari e nos seus tributários (Gráfico 8.3-20 e Gráfico 8.3-21).

Desta maneira a faixa de variação do pH foi em geral pequena, não sendo observada nenhuma diferença espacial ou temporal significativa quando aplicado teste t pareado entre os valores obtidos nas campanhas. Apesar da pequena variabilidade espacial, os dados de pH encontrada no rio Jari e tributários tem grande importância ecológica, pois, uma vez que o pH é dado em escala logarítmica, essa escala reduz a magnitude da modificações no íon H⁺ e pode influenciar os processo fisiológicos de espécies aquáticas ou mesmo a ocorrência destas espécies na região.

Quadro 8.3-11 - Valores de pH, em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Valores em vermelho indicam não conformidade com a resolução CONAMA 357/2005 para água doce de classe 2.

pH				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	6,33	6,50	6,71
	Jar2	6,40	6,23	6,61
	Jar3	6,32	6,76	6,50
	Jar4	5,80	6,63	6,19
	Jar5	NA	NA	6,50
	Jar6	NA	NA	6,92
	Jar7	5,73	6,75	6,45
	Jar8	NA	NA	6,27
Rio Iratapuru	Ir1	6,29	6,03	6,76
	Ir2	NA	NA	6,35
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	5,70
Rio Traira	Tra1	NA	NA	6,58
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	6,42

NA= não analisado

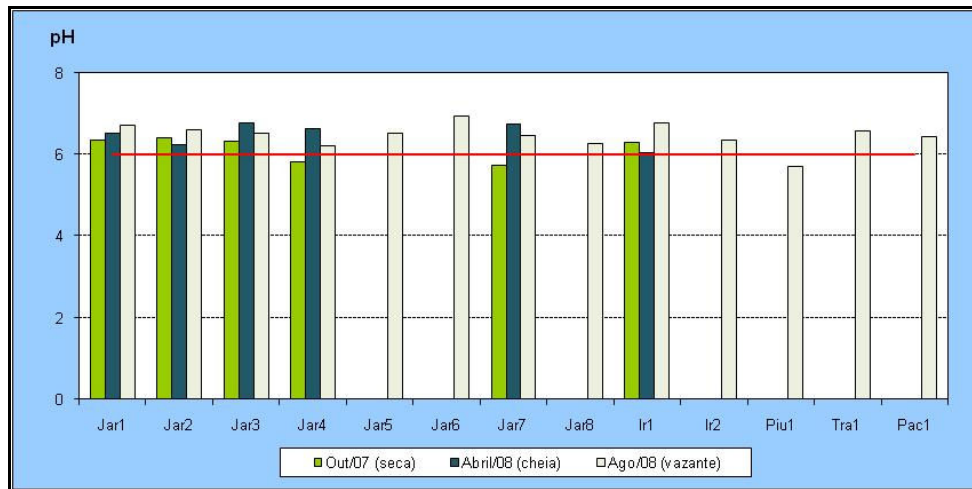


Gráfico 8.3-18 - Variação do pH em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Em vermelho encontra-se o limite mínimo estipulado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2.

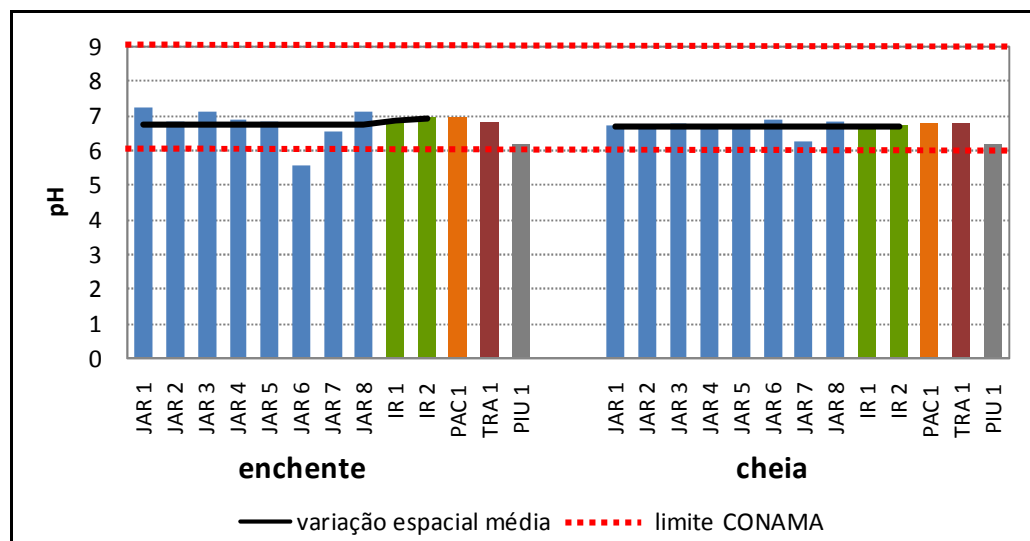


Gráfico 8.3-19 - Variação dos valores de pH nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

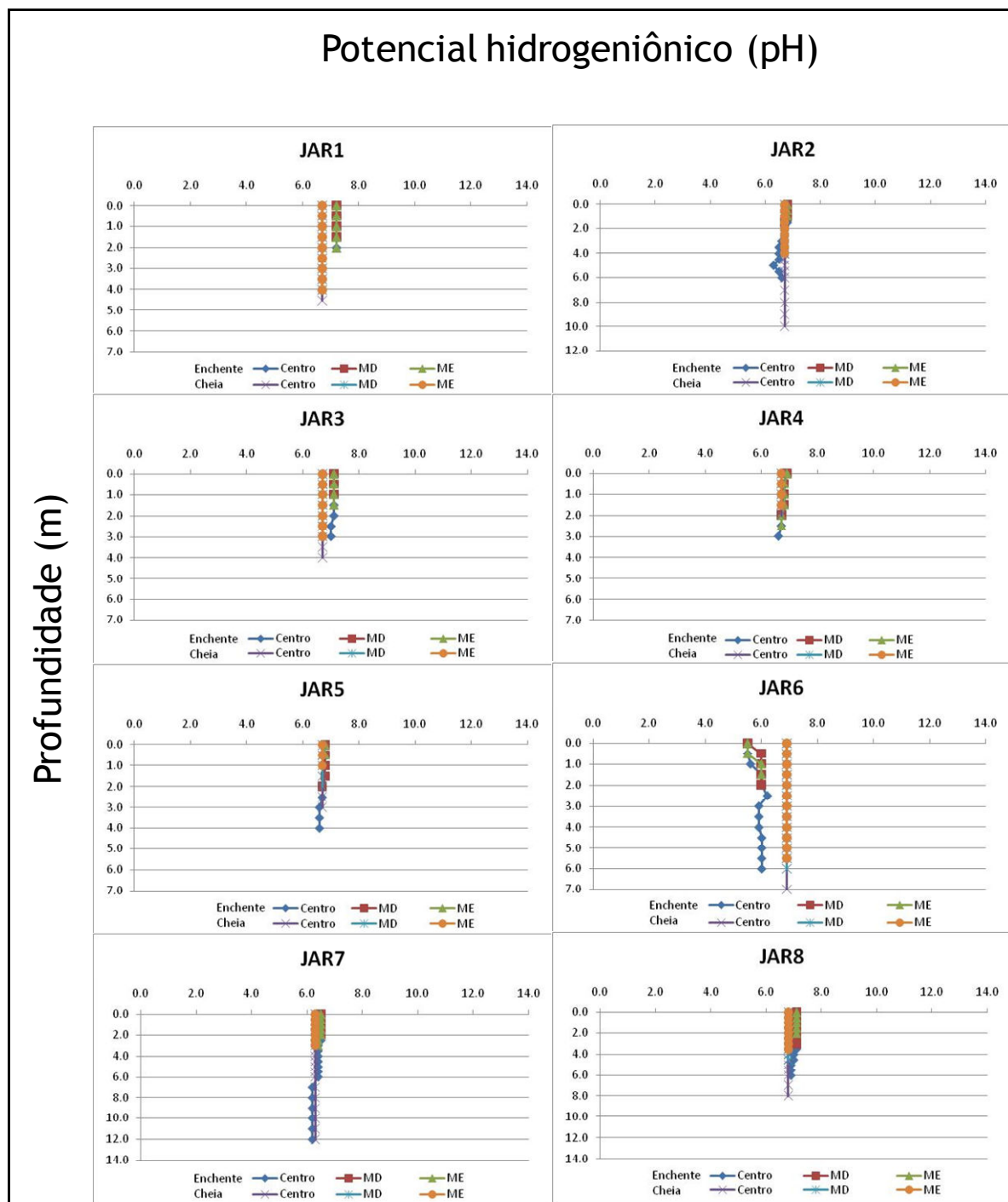


Gráfico 8.3-20 - Perfis de pH na água nos pontos amostrados no rio Jari na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

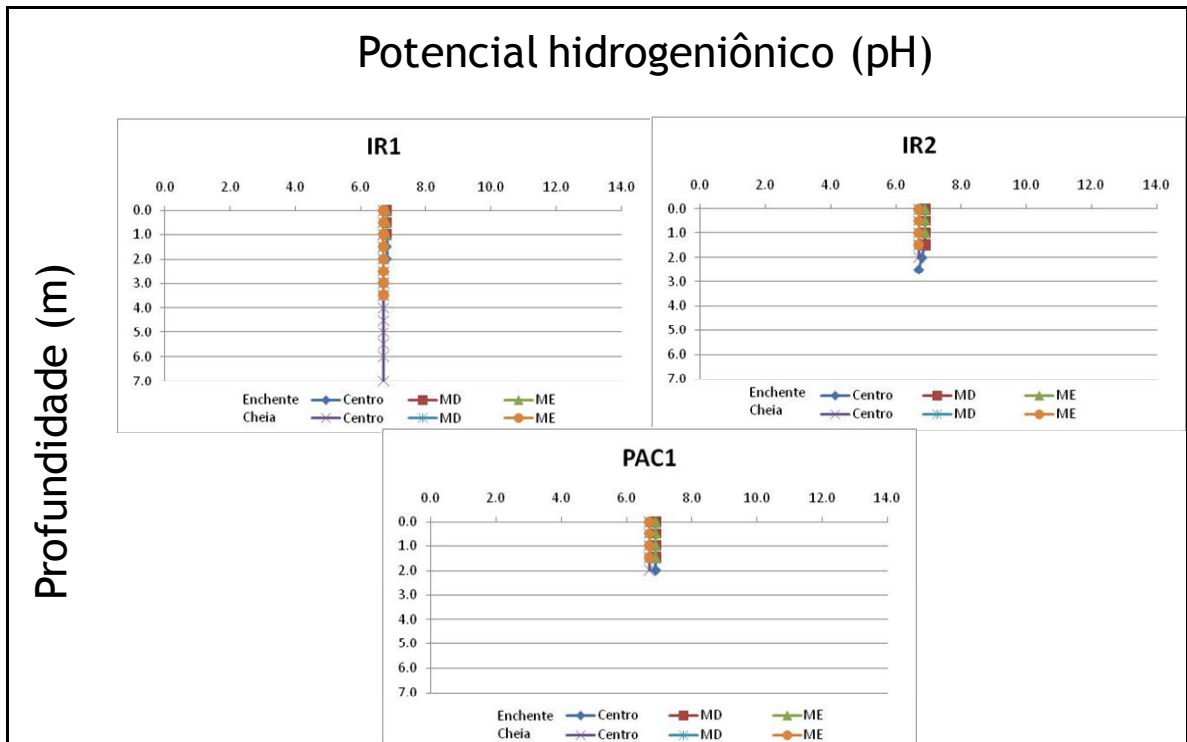


Gráfico 8.3-21 - Perfis de pH na da água nas estações amostradas nos rios tributários ao rio Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.5 - Alcalinidade e Potencial Redox

A **alcalinidade** é uma medida conveniente para se estimar a capacidade máxima do sistema aquático para neutralizar ácidos. As medidas de alcalinidade bem como as medidas de condutividade elétrica estão associadas a quantidade de íons presente na água, os quais tem suas origens na bacia de drenagem. Ambientes amazônicos de águas claras tem origens em solos empobrecidos em minerais solúveis e por isso apresentam baixos valores de alcalinidade e condutividade elétrica.

Durante a enchente (fevereiro de 2009) o valor médio da alcalinidade encontrada no rio Jari e nos rios tributários foi de $21,5 \pm 0,9$ mg CaCO_3/L (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre 19,8 (TRA1) e 22,6 (JAR4). Já durante a cheia (maio de 2009) o valor médio da alcalinidade encontrada no rio Jari e nos rios tributários foi de $16,1 \pm 5,3$ mg CaCO_3/L (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre 4 (PIU1) e 26,1 (JAR1). Nas águas claras da Amazônia a alcalinidade é devida principalmente ao íon bicarbonato (Schmidt 1973), relacionada à sua faixa

de variação do pH (6 a 8) e ao fato do bicarbonato ser o íon predominante neste intervalo de potencial hidrogeniônico (Margalef 1983). Durante a enchente os dados de alcalinidade no rio Jari estiveram correlacionados a concentração do íon cloreto na água ($r^2 = 0,64$; $p < 0,05$).

Nos rios estudados, o **potencial redox** variou entre -10 a 3 (mV), sendo o valor médio igual a -4 ± 3 mV (média \pm DP). O potencial redox é uma medida da quantidade de elétrons presente nos sistemas aquáticos. Quando o oxigênio da água se esgota, devido à decomposição aeróbica da matéria orgânica, outros receptores de elétrons aparecem (ferros, óxidos de manganês, sulfato e dióxido de carbono) para mediar a decomposição anaeróbica da matéria acumulada (Boyd et al 2002). Esses receptores são comandados pelo potencial redox (Chien 1989). A queda no potencial redox pode influir na qualidade da água, pois certas substâncias se reduzem formando elementos potencialmente tóxicos tais como o gás sulfídrico e o gás metano (Boyd 1990).

8.3.1.4.1.6 - Condutividade Elétrica

A **condutividade elétrica** da água corresponde à carga elétrica transmitida pela água em um espaço definido. Uma vez que a condução elétrica na água depende da concentração de íons em solução, a condutividade é uma medida indireta do teor de sais na água. Em sistemas de água doce, a condutividade está relacionada a fatores geoquímicos locais, a condições climáticas e a contribuições humanas.

Os dados obtidos para condutividade elétrica no rio Jari evidenciaram valores relativamente baixos, porém característicos de águas claras da Amazônia (BOZELLI, 2000).

A condutividade apresentou variações pequenas na vazante (agosto de 2008), com um mínimo de 11,0 μ S na estação PIU1 e um máximo de 22,0 μ S na estação IR2 (**Quadro 8.3-12** e **Gráfico 8.3-22**), similares aos valores encontrados nas demais campanhas e também em estudo anterior (PBA, 1987) com valores entre 12,55 e 32,55 μ S. Os menores valores de condutividade elétrica foram encontrados durante o período de cheia, onde o maior volume de água dilui os íons em suspensão diminuindo a condutividade. Pouca variação entre os pontos foi observada dentro de um mesmo período do pulso hidrológico, principalmente aqueles localizados no rio Jari. Os limites, máximo e mínimo, da amplitude de variação da condutividade foram 20 μ S/cm (rio Piunquara) e 33 μ S/cm (rio Pacanari), os quais definiram uma média de 27 ± 4 (média \pm DP), durante o período de enchente (fevereiro de 2009). Já durante a cheia (maio de 2009) a média da condutividade foi de 19 μ S/cm, variando de 10 μ S/cm (rio Piunquara) até 25 μ S/cm (Rio

Iratapuru) (Gráfico 8.3-23). A condutividade no rio Jari foi relativamente menor do que aquela encontrada no rio Iratapuru, o que está provavelmente associado a características geoquímicas da região.

Não foi verificada variação da condutividade elétrica em perfis verticais nas estações amostradas (Gráfico 8.3-24 e Gráfico 8.3-25).

Quadro 8.3-12 - Valores de condutividade (μS) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Condutividade(μS)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	28,20	35,10	16,00
	Jar2	27,50	32,90	16,00
	Jar3	27,60	34,70	16,00
	Jar4	29,10	36,30	17,00
	Jar5	NA	NA	17,00
	Jar6	NA	NA	16,00
	Jar7	31,00	34,90	16,00
	Jar8	NA	NA	16,00
Rio Iratapuru	Ir1	32,60	37,60	22,00
	Ir2	NA	NA	20,00
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	11,00
Rio Traira	Tra1	NA	NA	16,00
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	19,00

NA= não analisado

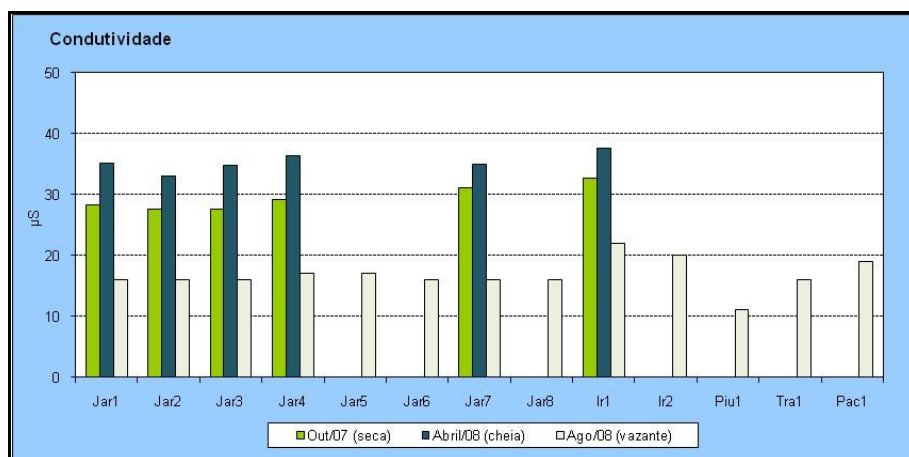


Gráfico 8.3-22 - Variação da condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

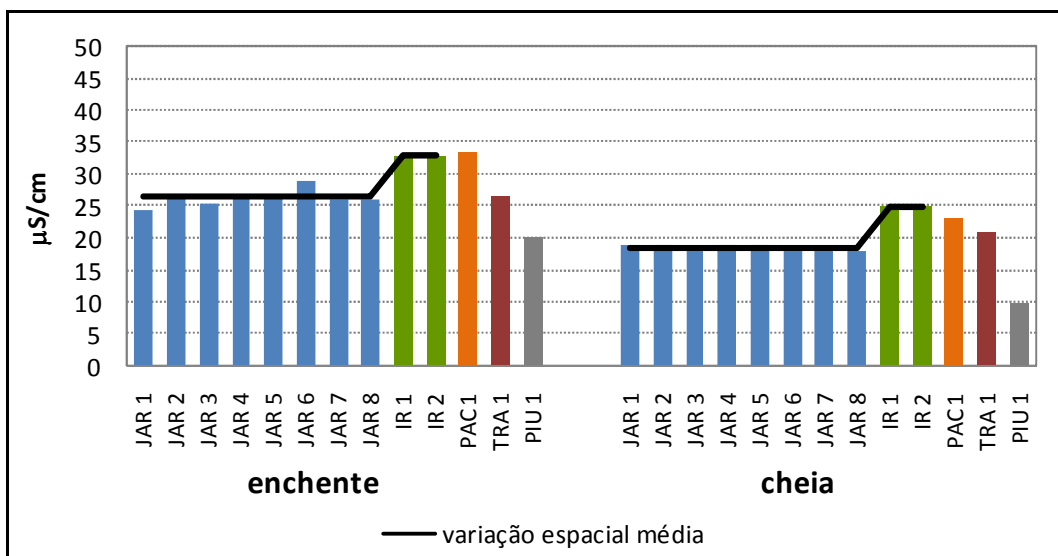


Gráfico 8.3-23 - Variação da condutividade elétrica nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

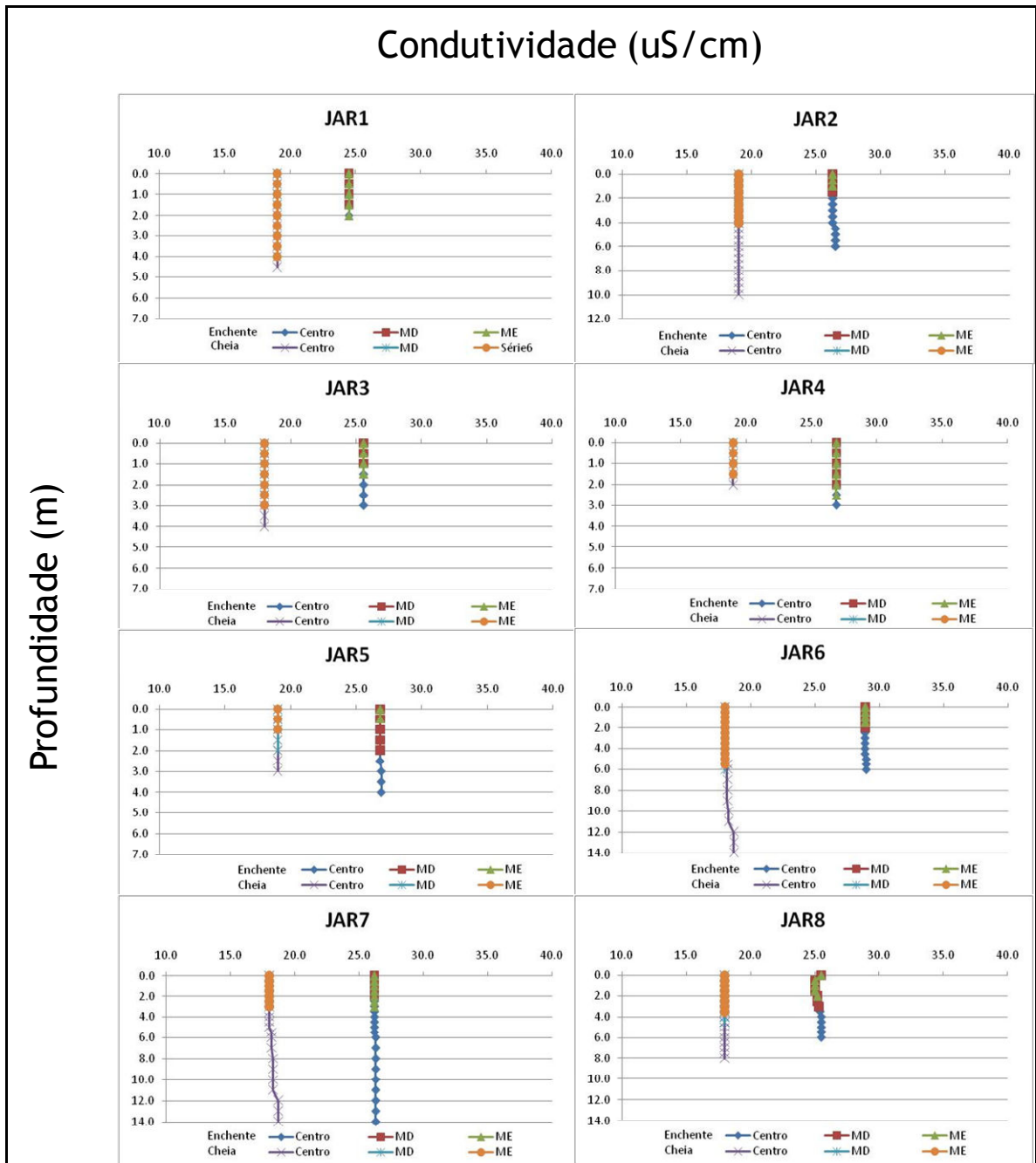


Gráfico 8.3-24 - Perfis de condutividade da água nos pontos amostrados no rio Jari na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

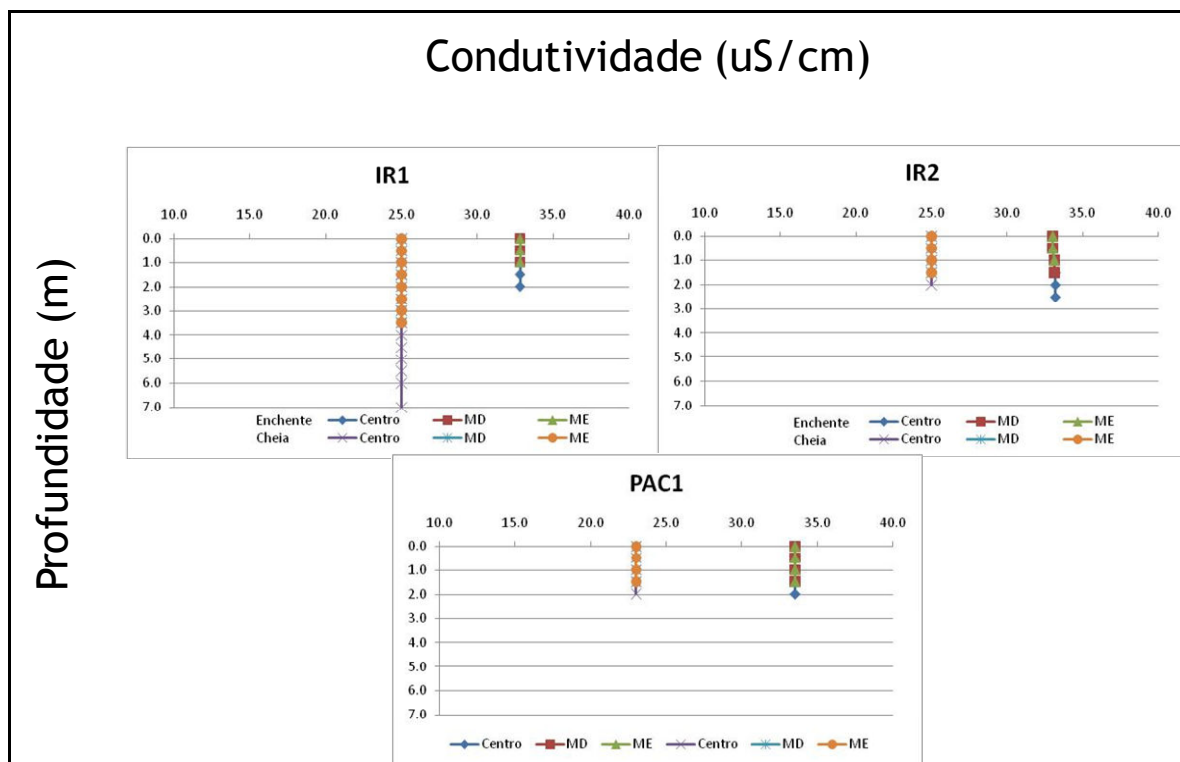


Gráfico 8.3-25 - Perfis de condutividade da água nos pontos amostrados nos rios tributários ao rio Jari durante os períodos de enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.7 - Sólidos em Suspensão

Os sólidos suspensos indicam a medida da quantidade de material particulado em suspensão na água, sendo representados por colóides e pequenas partículas, inclusive os microorganismos planctônicos.

Na campanha de vazante (agosto de 2008) os valores de **sólidos dissolvidos totais** variaram de 17,21 a 55,0mg/L, não havendo diferenças espaciais relevantes entre as estações (**Quadro 8.3-13 e Gráfico 8.3-26**). No período de enchente (fevereiro de 2009) o valor mais reduzido de **sólidos dissolvidos totais** foi observado em JAR 5 (13 mg/L), enquanto o mais elevado foi observado em TRA1 (62 mg/L). Tais valores definiram um média de 33 ± 11 mg/L (média \pm DP), sendo que o valor médio para os pontos localizados no rio Jari, foi menor do que os valores observados no rio Iratapuru e no rio Traíra, entretanto, maiores do que os valores observado nos rios Pacanari e Puiquara. Já durante o período de cheia (maio de 2009) o valor mais reduzido de sólidos dissolvidos totais foi encontrado em JAR 3 (25 mg/L) e o valor mais elevado foi

encontrado em JAR1 e PAC1 (56 mg/L) (Gráfico 8.3-26). Os valores do período de cheia definiram uma média de 43 ± 9 mg/L (média \pm DP).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 o limite máximo estabelecido para esta variável é de 500 mg/L, estando todos os pontos em conformidade. Vale ressaltar que a reduzida carga de sólidos dissolvidos totais é uma característica intrínseca dos ambientes de águas claras da Amazônia (Bozelli 2000). A variação de sólidos dissolvidos totais encontrada entre os pontos amostrados, certamente está relacionada à característica geoquímica de cada ambiente, as quais diferem em relação à entrada de compostos para o ecossistema aquático.

O valor **total de sólidos em suspensão** variou de 19 mg/L em PAC1 a 83 em JAR7, sendo o valor médio de 40 ± 18 mg/L (média \pm DP), durante o período de enchente (fevereiro de 2009). Já durante a cheia (maio de 2009) o valor total de sólidos em suspensão variou entre de 63 mg/L em PAC1 a 124 em JAR5, sendo o valor médio de 99 ± 20 mg/L (média \pm DP). Ao contrário dos sólidos dissolvidos, em ambos os períodos do pulso hidrológicos, valor médio mais elevado foi observado no Rio Jari, quando comparado com os pontos localizados no rio Iratapuru (Gráfico 8.3-27).

Os valores de sólidos dissolvidos totais referentes às campanhas de outubro de 2007 e abril de 2008 e os valores de sólidos suspensos totais referentes às campanhas de outubro de 2007, abril de 2008 e agosto de 2008 não foram apresentados devido a problemas metodológicos durante as análises.

Quadro 8.3-13 - Concentrações de Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

TDS(mg/L)		
Rios	Estações	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	19,18
	Jar2	19,25
	Jar3	19,13
	Jar4	19,02
	Jar5	19,15
	Jar6	19,39
	Jar7	19,04
	Jar8	19,11
Rio Iratapuru	Ir1	19,04
	Ir2	31,14
Rio Piunquara	Piu1	17,21
Rio Traira	Tra1	18,55
Rio Pacanari	Pac1	33,87

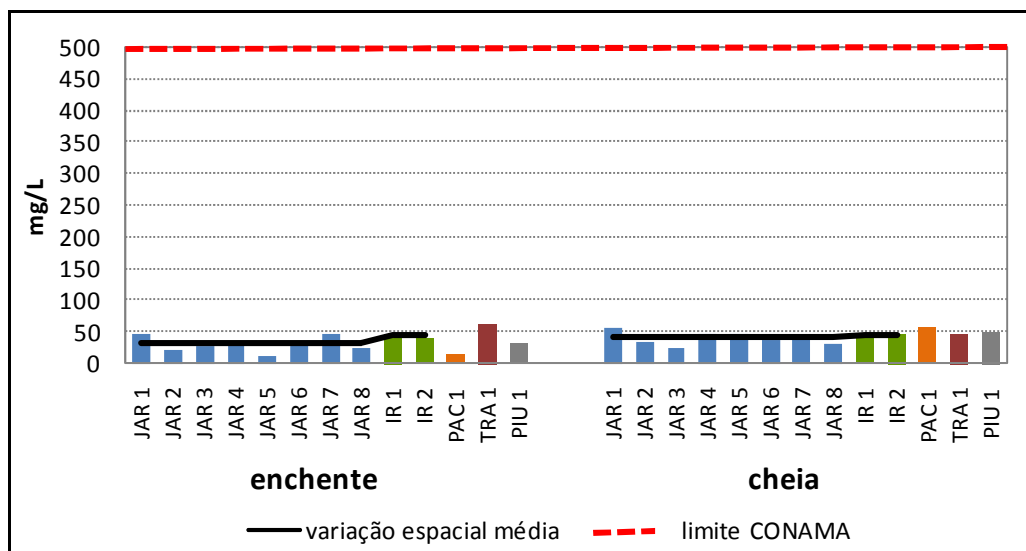


Gráfico 8.3-26 - Variação de sólidos totais dissolvidos nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

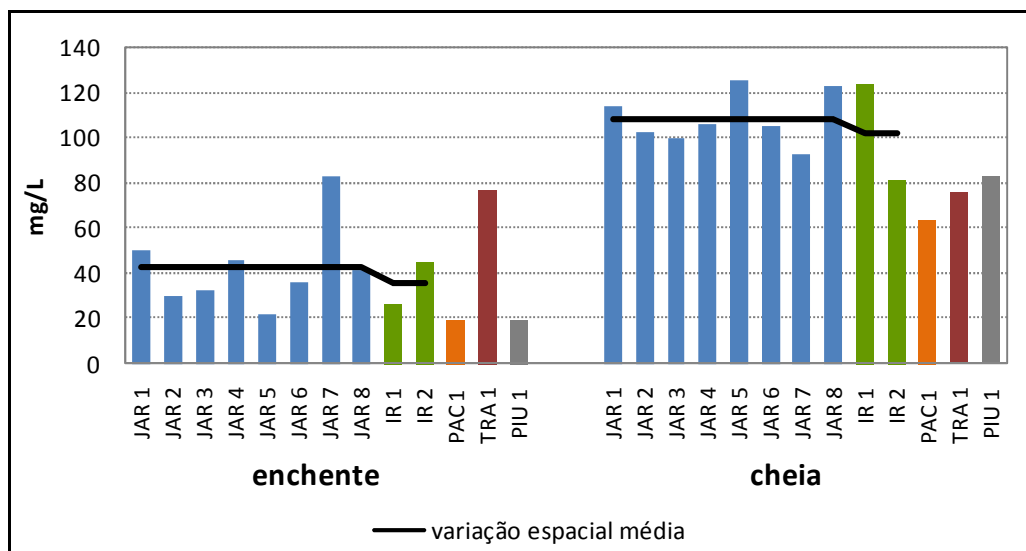


Gráfico 8.3-27 - Variação do total de sólidos em suspensão nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

8.3.1.4.1.8 - Conteúdo Nutricional

Os ecossistemas aquáticos apresentam concentrações de formas nitrogenadas e fosfatadas insignificante do ponto de vista de composição da água, porém de extrema importância na manutenção da vida nestes ambientes. Quando a disponibilidade destes elementos é menor do que a demanda biológica, eles podem ser limitadores ou reguladores da produtividade nos ecossistemas aquáticos (Esteves 1998). O aporte de nutrientes para os ecossistemas aquáticos pode determinar o estado trófico (Wetzel & Likens 1991). Sistemas amazônicos de águas claras são relativamente pobres em nutrientes uma vez que banham terrenos geologicamente antigos e desgastados com pouca carga nutricional. O rio Jari, como um sistema de águas claras, também apresentou concentrações baixas das formas de nitrogênio e fósforo comparado com outros sistemas aquáticos amazônicos.

NITROGÊNIO

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, participando da formação de proteínas e compondo a biomassa dos organismos. Este nutriente está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, sendo as principais o nitrogênio amoniacal, o nitrito, o nitrato e o nitrogênio orgânico dissolvido e particulado.

A absorção por microorganismos do **nitrogênio amoniacal**, a fração mais reduzida de nitrogênio, é energeticamente mais estável, o que lhe confere grande importância para o metabolismo planctônico. Por outro lado, quando presente em grandes concentrações, o nitrogênio amoniacal passa a ser tóxico a muito dos organismos. A Resolução CONAMA nº 357/2005 do estabelece um limite máximo de 3,7 mg/L para águas na Classe 2. Sendo assim, todas as estações em todos os períodos amostrados se enquadraram no limite estabelecido (**Quadro 8.3-14 e Gráfico 8.3-28**).

As concentrações de nitrogênio amoniacal total variaram de 0,016mg/L a 0,80mg/L, sendo que na campanha de abril de 2008 não foram detectadas concentrações de nitrogênio amoniacal. Os dados obtidos durante a enchente (fevereiro de 2009), quando analisados conjuntamente, apresentaram média de nitrogênio amoniacal de $0,02 \pm 0,01$ mg/L (média \pm DP), sendo os limites máximos e mínimos iguais a 0,01 e 0,02 mg/L. Valores maiores de amônia foram encontrados durante a cheia (maio de 2009) nas estações estudadas. A média de nitrogênio amoniacal encontrada na cheia foi de $0,03 \pm 0,02$ mg/L (média \pm DP), sendo os limites máximos e mínimos iguais a 0,01 e 0,06 mg/L. Os valores de amônia descritos acima para os períodos de enchente e

cheia foram estatisticamente diferenciados ($t = 2,06$; $p < 0,05$). Os maiores valores de amônia encontrados durante a cheia certamente estão relacionados a carga de nutrientes vinda do ambiente terrestre.

O nitrato, juntamente com a amônia, é a principal fonte de nitrogênio inorgânico assimilado por bactérias e algas, sendo ambos importantes reguladores da produtividade nos ecossistemas aquáticos.

Nas campanhas realizadas as concentrações de nitrato variaram de não detectado a $0,181 \text{ mg/L}$, apresentando concentrações similares entre as estações. Temporalmente, observa-se uma diminuição da concentração de nitrato do período de cheia para a vazante. De fato o resultado do teste t entre os valores de nitrato apresentou significância ($p < 0,0001$). Os valores encontrados no estudo anterior do PBA (PBA, 1987) ficaram entre $0,13$ e $0,18 \text{ mg/L}$. (**Quadro 8.3-15 e Gráfico 8.3-30**).

As concentrações de nitrato no rio Jari, no período de enchente (fevereiro de 2009), variaram de $0,06 \text{ mg/L}$ em TRA1 a $0,14 \text{ mg/L}$ em PAC1, sendo o valor médio igual a $0,10 \pm 0,03$ (média \pm DP). No período de cheia (maio de 2009) do rio Jari, estes mesmos dois pontos foram responsáveis pelas menores e maiores concentrações, respectivamente, $0,05 \text{ mg/L}$ em TRA 1 e $0,16 \text{ mg/L}$ em PAC1 (**Gráfico 8.3-31**), sendo o valor médio, na cheia, igual a $0,11 \pm 0,02$ (média \pm DP). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que o valor máximo de nitrato permitido para águas de Classe 2 é de 10 mg/L , de modo que todos os pontos se enquadraram na legislação.

O nitrito, na maioria dos ambientes aquáticos, representa a fração menos concentrada do nitrogênio inorgânico, estando muitas das vezes em concentrações impossíveis de serem quantificadas pelos métodos analíticos tradicionais, principalmente em ambientes aquáticos bem oxigenados.

As concentrações de nitrito variaram de não detectado a $0,181 \text{ mg/L}$ (**Quadro 8.3-16 e Gráfico 8.3-32**). Tanto na coleta realizada durante a enchente (fevereiro de 2009), quanto na coleta realizada na cheia (maio de 2009), os valores de nitrito estiveram abaixo do limite de detecção do método que é de $0,005 \text{ mg/L}$ (**Gráfico 8.3-33**). Valores baixos de nitrito são esperados para ambientes como o rio Jari onde a massa de água é rica em oxigênio favorecendo a conversão do nitrito para nitrato. Não foram observadas variações sazonais significativas nas concentrações deste parâmetro. De acordo com o que é estabelecido na Resolução CONAMA Nº 357/2005, o

valor máximo de nitrito permitido para águas de Classe 2 é de 1 mg/L. Sendo assim, todos os pontos amostrados se enquadraram na legislação.

O **nitrogênio total** corresponde à soma de todas as formas nitrogenadas encontradas na coluna d'água, tanto orgânicas quanto inorgânicas. Foi observada grande variação entre os períodos analisados.

Na campanha de vazante (agosto de 2008) as concentrações de nitrogênio total variaram de 0,436 a 0,948mg/L (**Gráfico 8.3-34**). Durante a enchente (fevereiro de 2009) a média do nitrogênio total foi de $0,18 \pm 0,04$ mg/L (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre 0,10 mg/L em JAR6 a 0,22 mg/L em PAC1. Durante o período de cheia (maio de 2009) a média encontrada foi de $0,85 \pm 0,04$ mg/L (média \pm DP), sendo que os valores variaram entre 0,67 mg/L em JAR1 1,04 mg/L em IR1 (**Gráfico 8.3-35**).

A variação do nível da água é responsável pelo carregamento de nitrogênio dos sistemas terrestres para os sistemas aquáticos. Sendo assim é maior a variação na concentração das formas nitrogenadas entre os períodos hidrológicos do que entre as estações amostradas no mesmo período. O aumento de cerca de 5 vezes nas concentrações de nitrogênio total do rio Jari, durante o período de maior nível da água, está relacionado a entrada de material alóctone que ocorre durante toda a enchente. Os valores encontrados são, portanto, normais e esperados para os períodos de maior nível da água. A redução da disponibilidade de nitrogênio, ou mesmo a presença de algumas formas nitrogenadas em grandes concentrações, podem limitar a presença de organismos em ambientes aquáticos.

Não são esperadas grandes modificações em relação às formas nitrogenadas (nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio orgânico e nitrogênio total) em decorrência da construção do empreendimento uma vez que o tempo de retenção da água será baixo (próximo a 6 dias) o que mantém muitas das características lóticicas do sistema.

Quadro 8.3-14 - Concentrações de amônia (mg/L), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Amônia(mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	0,560	ND	0,022
	Jar2	0,640	ND	0,021
	Jar3	0,770	ND	0,024
	Jar4	0,800	ND	0,017
	Jar5	NA	NA	0,022
	Jar6	NA	NA	0,019
	Jar7	0,780	ND	0,021
	Jar8	NA	NA	0,016
Rio Iratapuru	Ir1	0,790	ND	0,023
	Ir2	NA	NA	0,020
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	0,028
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,019
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,018

ND=não detectado (limite de detecção = 0,03mg/L); NA= não analisado

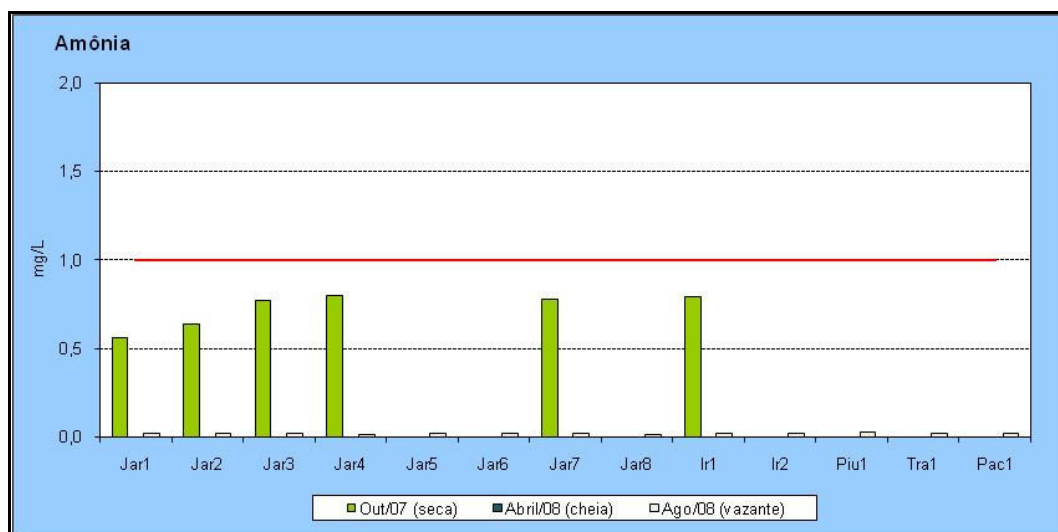


Gráfico 8.3-28 - Variação de amônia (mg/L), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

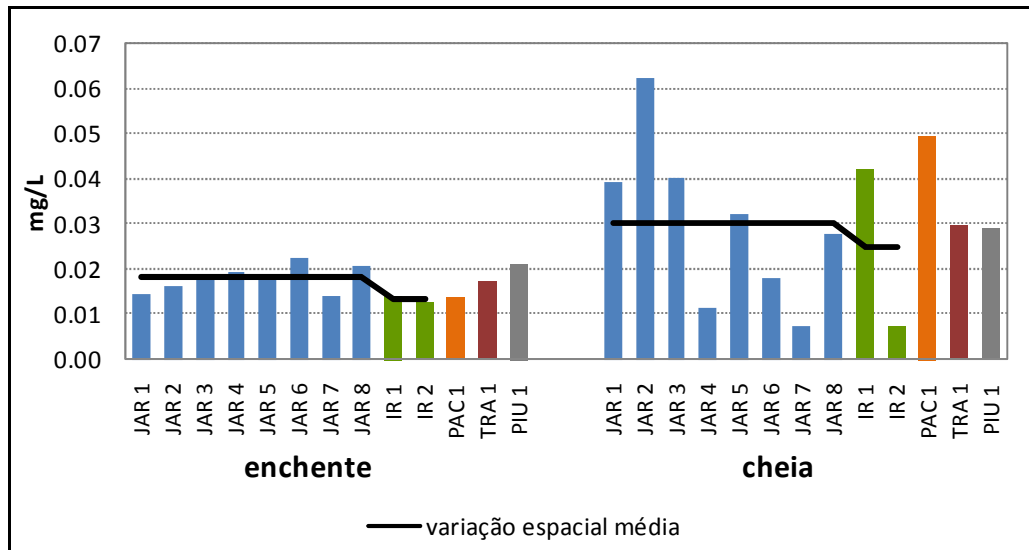


Gráfico 8.3-29 - Variação da concentração de nitrogênio amoniacal nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

Quadro 8.3-15 - Concentrações de nitrato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Nitrato(mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	ND	0,28	0,181
	Jar2	ND	0,28	0,043
	Jar3	ND	0,28	0,029
	Jar4	ND	0,40	0,049
	Jar5	NA	NA	0,034
	Jar6	NA	NA	0,037
	Jar7	ND	0,27	0,040
	Jar8	NA	NA	0,038
Rio Iratapuru	Ir1	ND	0,30	0,031
	Ir2	NA	NA	0,034
Rio Piuquara	Piu1	NA	NA	0,044
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,041
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,091

ND=não detectado; NA= não analisado

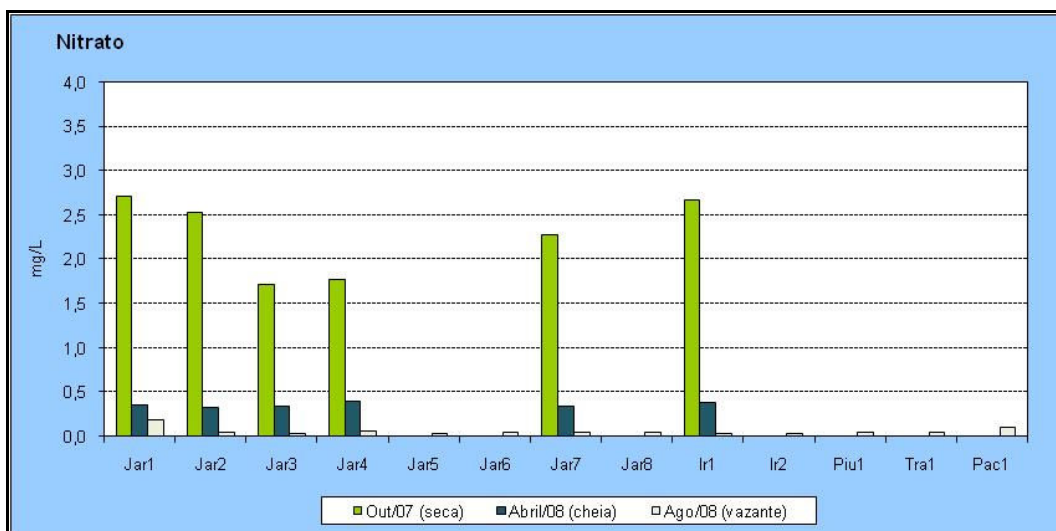


Gráfico 8.3-30 - Variação de nitrato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

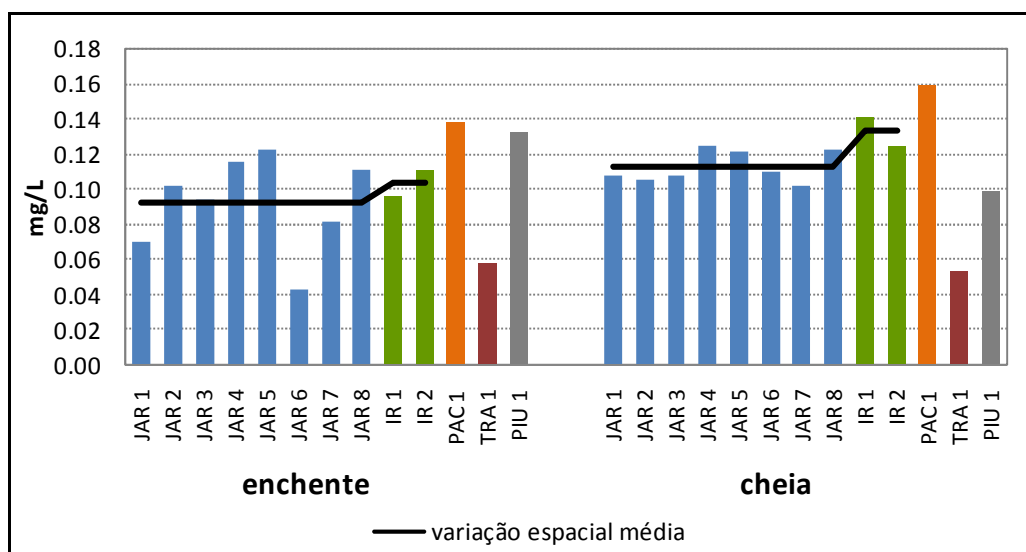


Gráfico 8.3-31 - Variação da concentração de nitrato nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

Quadro 8.3-16 - Concentrações de nitrito (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Nitrito (mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	0,02	ND	0,030
	Jar2	0,02	ND	0,032
	Jar3	0,02	ND	0,028
	Jar4	ND	ND	0,031
	Jar5	NA	NA	0,033
	Jar6	NA	NA	0,033
	Jar7	ND	ND	0,034
	Jar8	NA	NA	0,033
Rio Iratapuru	Ir1	ND	ND	0,028
	Ir2	NA	NA	0,029
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	0,029
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,031
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,031

ND=não detectado (limite de detecção = 0,02mg/L); NA= não analisado.

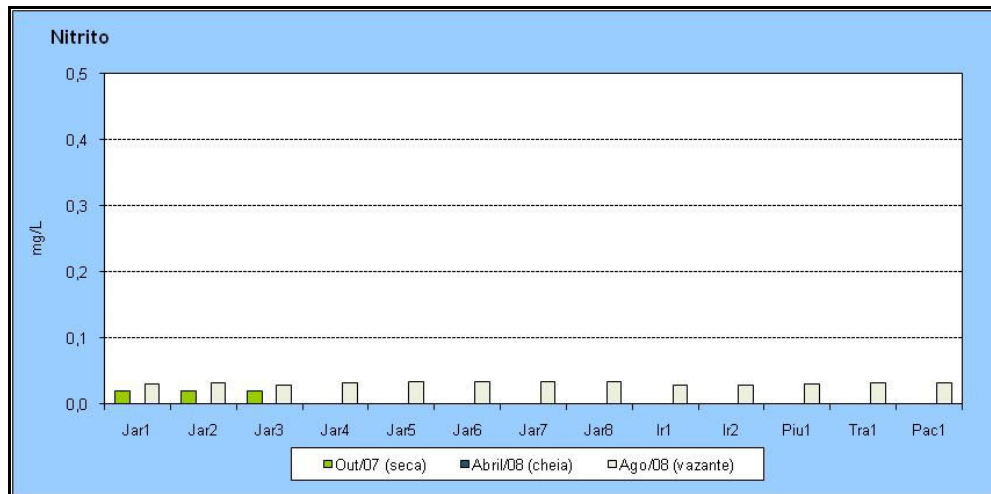


Gráfico 8.3-32 - Variação de nitrito (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

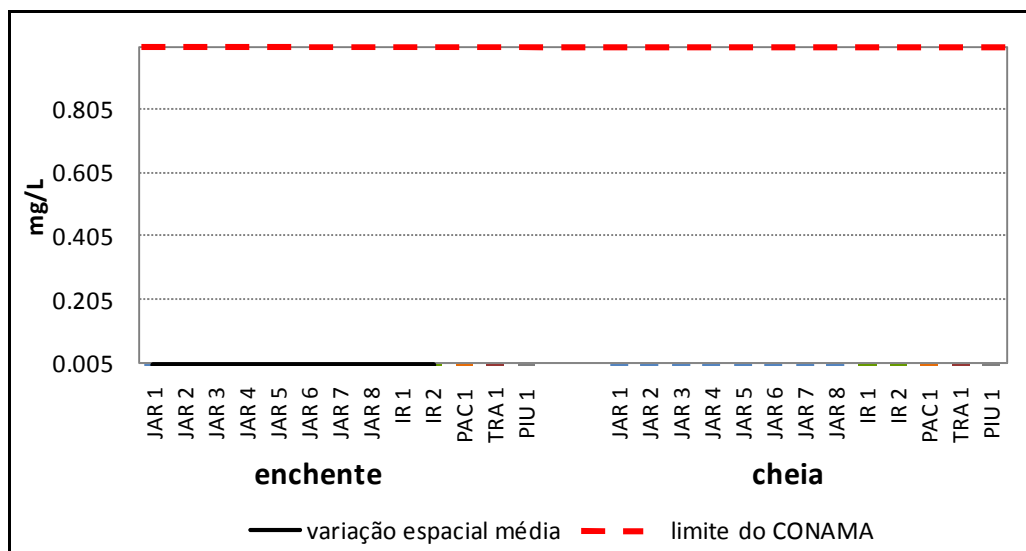


Gráfico 8.3-33 - Variação da concentração de nitrito nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

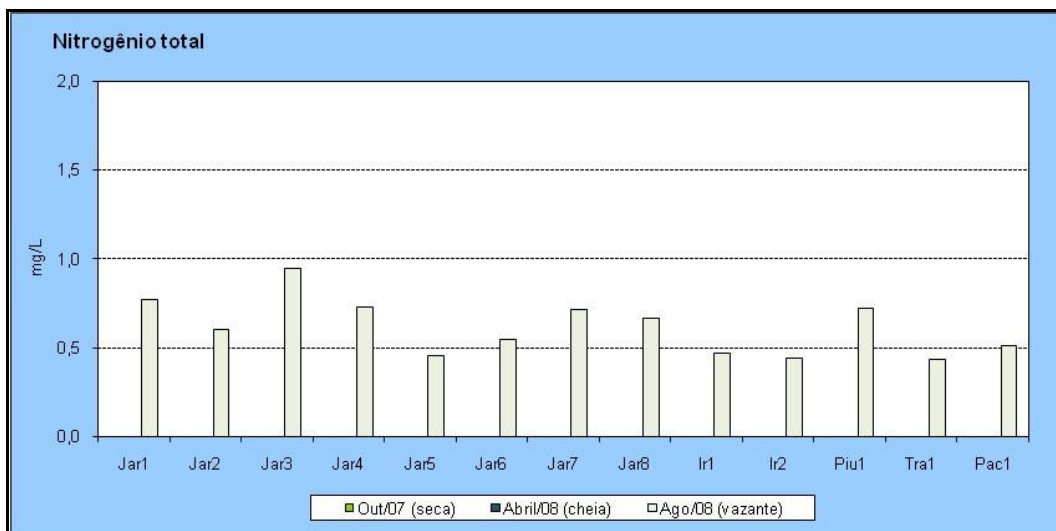


Gráfico 8.3-34 - Variação de nitrogênio total (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

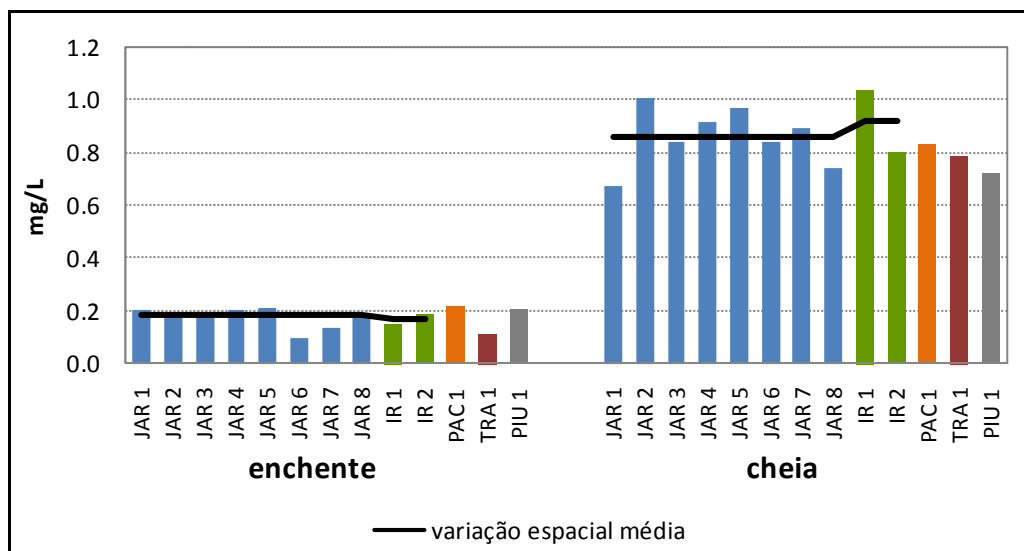


Gráfico 8.3-35 - Variação da concentração de nitrogênio total nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

FÓSFORO

O fósforo é o principal limitante da produção primária no ambiente aquático, sendo também o principal responsável pelo processo de eutrofização artificial. Esse nutriente participa de processos fundamentais ao metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia (molécula de ATP) e estruturação da membrana celular (fosfolipídios). A fonte primária de fósforo para o ambiente aquático está nas rochas da bacia de drenagem. No entanto, outras fontes, tais como a decomposição de matéria orgânica terrestre, lançamento de esgotos, fertilizantes agrícolas, dentre outras, podem representar contribuições consideráveis em alguns ecossistemas. A fração de fósforo mais assimilada pelos organismos aquáticos é o **ortofosfato**. A concentração de ortofosfato nos ambientes amostrados foi estatisticamente diferenciada entre os períodos amostrados (teste “t de student’s”; $p < 0,05$), com valores mais elevados observados na vazante (agosto de 2008). As concentrações detectadas de fosfato variaram de não detectada a 0,036mg/L (Quadro 8.3-17 e Gráfico 8.3-36). As maiores concentrações encontradas foram no rio Jari, com exceção da estação Jar3. Durante a enchente (fevereiro de 2009) o valor médio de ortofosfato foi de $0,02 \pm 0,01$ mg/L, sendo que os valores oscilaram entre 0,004 a 0,028 mg/L. Durante a cheia (maio de 2009) a média foi de $0,01 \pm 0,01$ mg/L, sendo a variação entre 0,002 e 0,017 (Gráfico 8.3-37).

Assim como foi observado para o ortofosfato, as concentrações de **fósforo total** foram mais elevadas durante a vazante. Na vazante (agosto de 2008) as concentrações de fósforo total variaram de 0,04 a 0,18mg/L (**Gráfico 8.3-38**). No período de enchente (fevereiro de 2009), a concentração média de fósforo total foi de 0,07 mg/L, enquanto que durante a cheia (maio de 2009) a concentração média foi de 0,03 mg/L. Pouca diferença espacial foi observada entre os pontos amostrados tanto durante a enchente quanto durante a cheia (**Gráfico 8.3-39**). A média dos pontos localizados nos rios Jari e Iratapuru estatisticamente semelhantes em ambos os períodos do pulso hidrológico (teste “t de student’s”; $p < 0,05$).

Diferente do que foi observado para o nitrogênio, os maiores valores de fósforo foram encontrados durante a vazante. A decomposição da matéria orgânica alóctone parece contribuir com mais nitrogênio do que fósforo para o ambiente aquático. Sendo o fósforo menos abundante, o consumo deste nutriente durante o período de enchente e cheia pode ser responsável pela diminuição da concentração de fósforo observada durante a cheia. Já o acúmulo do nitrogênio durante o período de maior nível da água é devido a sua maior disponibilidade nos períodos anteriores a cheia.

O valor estabelecido como máximo permitido para águas de Classe 2 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 é de 0,1 mg/L, estando todos os pontos em situação de conformidade, exceto em JAR 5 a 8, PIU1, TRA1 e PAC1 na vazante. Assim como para o nitrogênio, a concentração de fósforo em ecossistemas amazônicos está bastante relacionada ao pulso hidrológico. *A priori*, já se sabe que as características hidráulicas do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari serão próximas as de um sistema lótico (com baixo tempo de retenção da água e baixa profundidade média). Tais características do reservatório sugerem que não haverá mudanças no teor de fósforo total no rio Jari. Entretanto é necessário o monitoramento desta variável, uma vez que durante os primeiros meses após o represamento poderá haver um aumento da disponibilidade de fósforo decorrente da decomposição da matéria orgânica residual da supressão da vegetação.

Quadro 8.3-17 - Concentrações de fosfato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Fosfato(mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	ND	ND	0,026
	Jar2	ND	0,010	0,033
	Jar3	ND	0,020	0,010
	Jar4	ND	0,010	0,012
	Jar5	NA	NA	0,033
	Jar6	NA	NA	0,031
	Jar7	ND	ND	0,036
	Jar8	NA	NA	0,031
Rio Iratapuru	Ir1	ND	ND	0,021
	Ir2	NA	NA	0,014
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	0,010
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,014
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,017

ND=não detectado (limite de detecção = 0,002mg/L); NA= não analisado

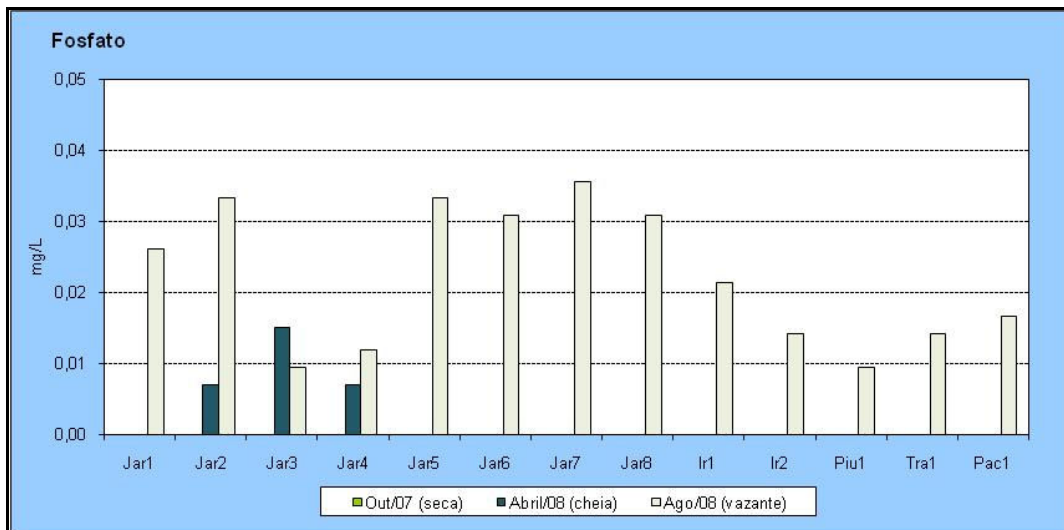


Gráfico 8.3-36 - Variação de fosfato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

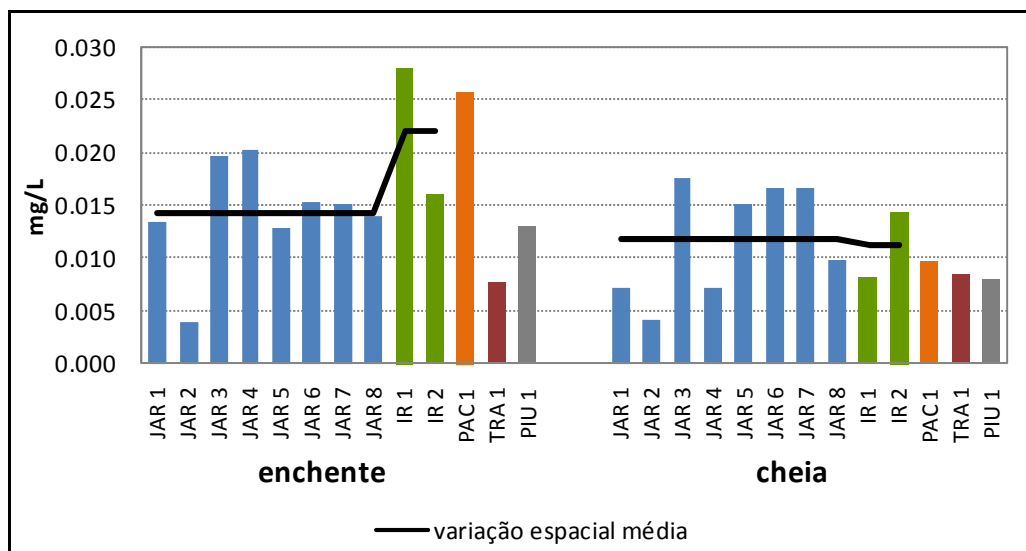


Gráfico 8.3-37 - Variação da concentração de ortofosfato nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

Quadro 8.3-18 - Concentrações de fósforo total (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Fósforo total(mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	ND	ND	0,04
	Jar2	ND	ND	0,06
	Jar3	ND	ND	0,07
	Jar4	ND	ND	0,098
	Jar5	NA	NA	0,15
	Jar6	NA	NA	0,12
	Jar7	ND	ND	0,12
	Jar8	NA	NA	0,13
Rio Iratapuru	Ir1	ND	ND	0,10
	Ir2	NA	NA	0,08
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	0,13
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,13
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,18

ND=não detectado (limite de detecção = 0,02mg/L); NA= não analisado.

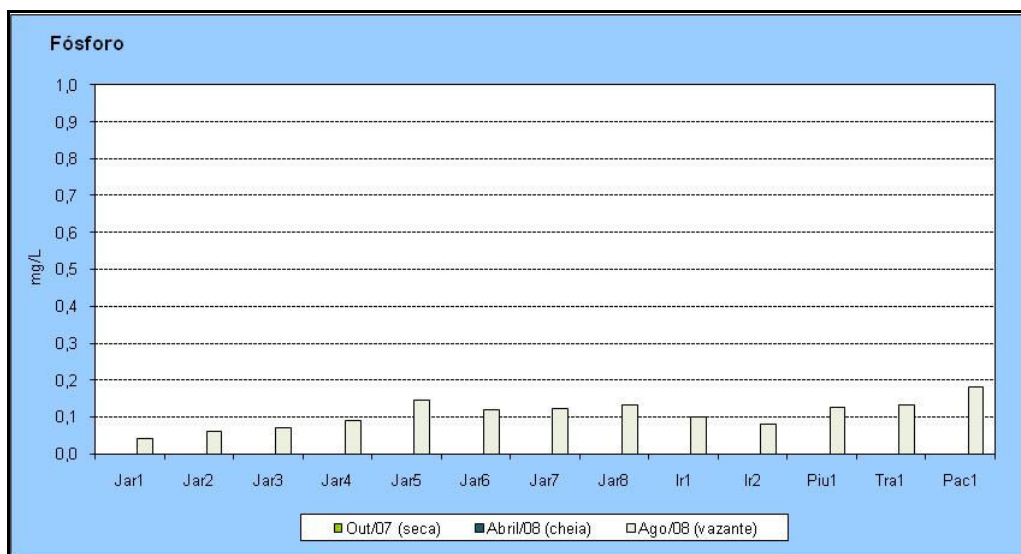


Gráfico 8.3-38 - Variação de fósforo total (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

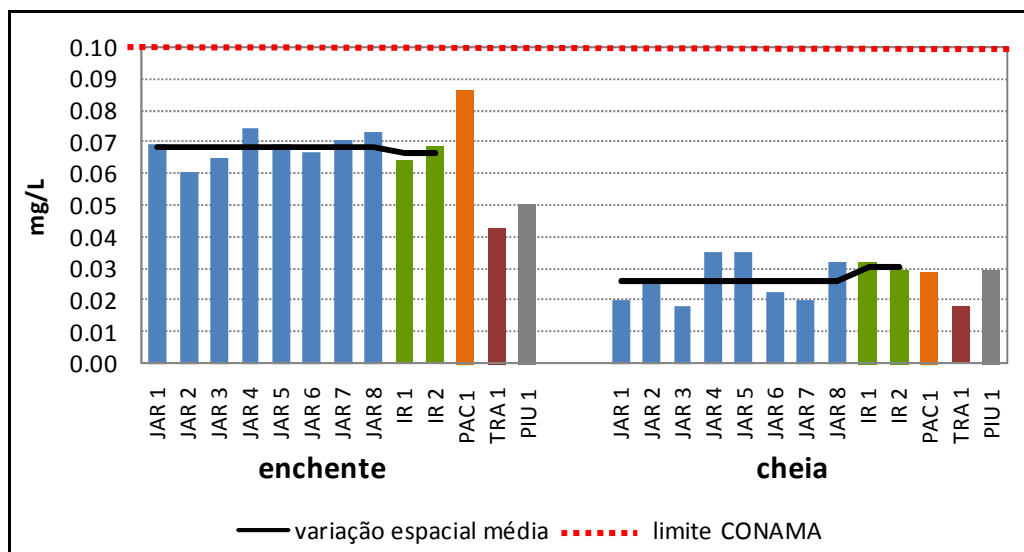


Gráfico 8.3-39 - Variação da concentração de fósforo total nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

8.3.1.4.1.9 - Sulfatos e Cloretos

Sulfatos e cloretos são alguns dos íons responsáveis pela dureza e salinidade da água, além de desempenharem importante papel na produtividade global dos ecossistemas aquáticos. Comumente abundantes na coluna d'água, estes íons são raramente limitantes para a produção primária. Vários fatores podem influenciar a composição iônica dos corpos, tais como a geologia da bacia de drenagem e o regime de chuvas, além da influência antrópica. As principais origens dos íons sulfato para o meio aquático são os depósitos minerais (especialmente gipsita e anidrita), a oxidação de matéria orgânica e despejos industriais.

Os valores de sulfato variaram de não detectável a 0,049mg/L. Durante a seca (outubro de 2007), a enchente (fevereiro de 2009) e a cheia (maio de 2009), todos os pontos apresentaram concentração de sulfatos inferior ao limite de detecção do método (Quadro 8.3-19, Gráfico 8.3-40 e Gráfico 8.3-41). Já as concentrações de cloretos (Quadro 8.3-20 e Gráfico 8.3-42) variaram de não detectado a 3,3 mg/L, sendo a variação de 1,2 mg/L (IR2) a 3,3 mg/L (JAR2) durante a enchente e entre 1,3 mg/L (JAR2 e PAC1) e 3,0 mg/L (IR1) durante a cheia.

De acordo com a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, as concentrações de sulfato e cloreto não podem exceder 250 mg/L para águas de Classe 2, portanto, todos os pontos estiveram em conformidade com a legislação.

Os valores de cloretos referentes à campanha de agosto de 2008 não foram apresentados devido a problemas metodológicos durante as análises.

Quadro 8.3-19 - Resultados de sulfato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Sulfato(mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	ND	0,28	0,015
	Jar2	ND	0,28	0,032
	Jar3	ND	0,28	0,032
	Jar4	ND	0,40	0,034
	Jar5	NA	NA	0,037
	Jar6	NA	NA	0,044
	Jar7	ND	0,27	0,049
	Jar8	NA	NA	0,037
Rio Iratapuru	Ir1	ND	0,30	0,037
	Ir2	NA	NA	0,022
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	0,037
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,012
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	0,025

ND=não detectado (limite de detecção = 0,02mg/L); NA= não analisado

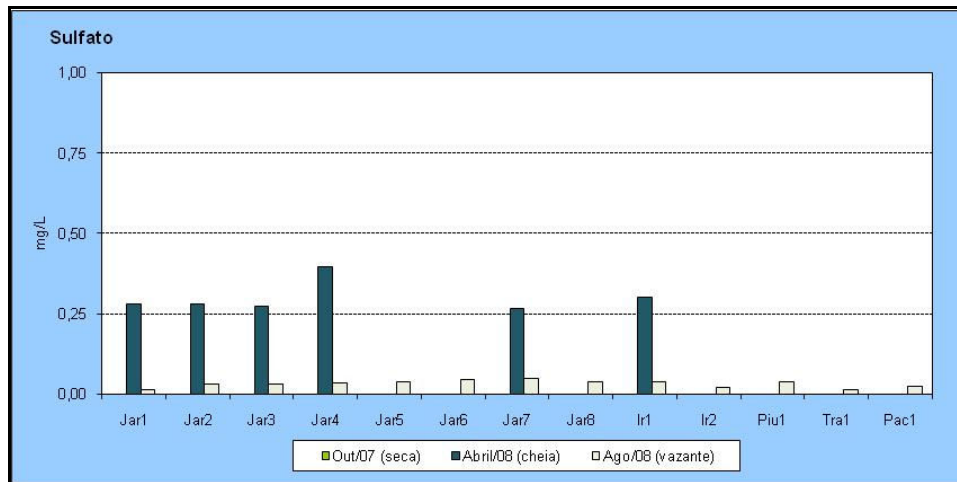


Gráfico 8.3-40 - Variação de sulfato (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

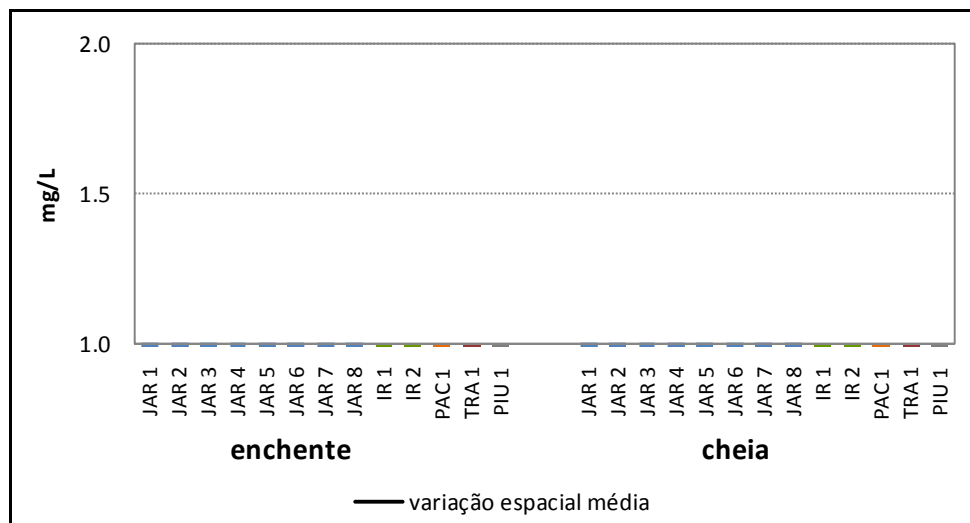


Gráfico 8.3-41 - Variação da concentração de sulfato nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

Quadro 8.3-20 - Concentrações de cloreto (mg/L) em outubro de 2007 (seca) e abril de 2008 (cheia), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Cloreto (mg/L)			
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)
Rio Jari	Jar1	0,539	1,61
	Jar2	0,539	1,57
	Jar3	ND	3,18
	Jar4	0,539	2,40
	Jar5	NA	NA
	Jar6	NA	NA
	Jar7	0,539	1,90
	Jar8	NA	NA
Rio Iratapuru	Ir1	1,070	2,60
	Ir2	NA	NA
Rio Piuquara	Piu1	NA	NA
Rio Traira	Tra1	NA	NA
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA

ND=não detectado; NA= não analisado

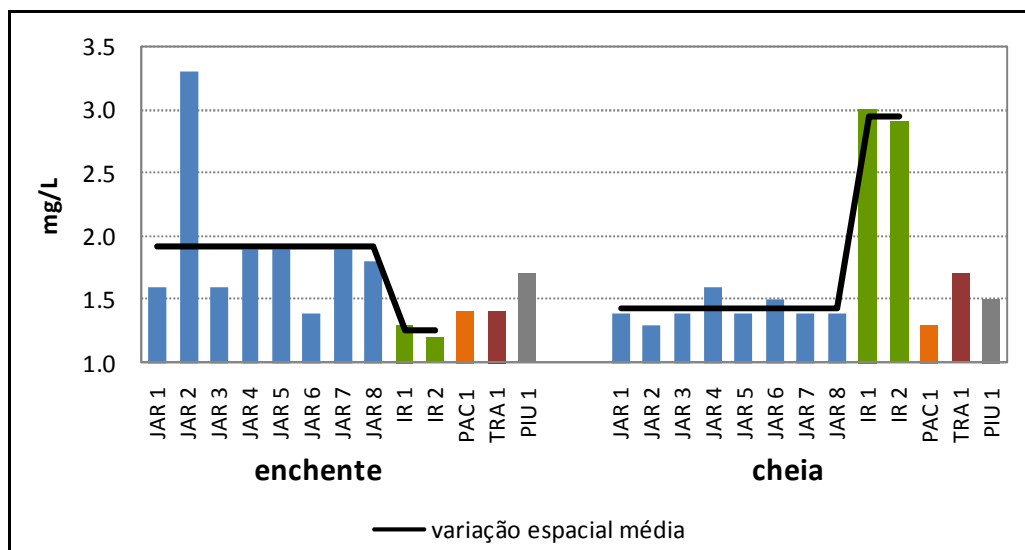


Gráfico 8.3-42 - Variação da concentração de cloretos nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.10 - Demanda Bioquímica de Oxigênio

Medidas de **demanda bioquímica de oxigênio (DBO)** são utilizadas como indicadores da concentração de matéria orgânica na coluna d'água. A DBO representa uma medida indireta da matéria orgânica presente na água através do cálculo do consumo de oxigênio por microorganismos aeróbios em um período de tempo de cinco dias. Quanto mais matéria orgânica, maior o consumo de oxigênio pelos microorganismos que a degradam e maior é a liberação de CO₂ no ambiente. No entanto, diferente dos oxidantes químicos, os microorganismos não conseguem quebrar a matéria orgânica muito complexa em um curto espaço de tempo. A DQO (demanda química de oxigênio) é uma medida da quantidade de oxidantes fortes necessária para a oxidação completa de todas as espécies reduzidas presentes na água. O volume de oxidante consumido expressa a concentração de toda a matéria orgânica, biodegradável ou não, além de outras espécies como o Fe (II), M (II), etc., passíveis de sofrer oxidação. Os fortes agentes químicos oxidantes utilizados na DQO conseguem quebrar todas as cadeias de carbono existentes.

Na vazante (agosto de 2008) foram detectados valores de DBO entre 0,5 e 6,10mg/L (**Quadro 8.3-21 e Gráfico 8.3-43**). Durante a enchente (fevereiro de 2009), a DBO variou entre 0,2 (JAR4) e 8,3 mg/L (PAC1), os quais definiram um valor médio de $2,3 \pm 2,3$ mg/L (média \pm DP). Já durante a cheia a DBO oscilou entre 1,2 (JAR7) e 5,5 mg/L (PAC1) (**Gráfico 8.3-44**). Nenhuma correlação significativa ($p < 0,05$) foi encontrada entre a DBO e as outras variáveis limnológicas no período de enchente ou cheia. A resolução CONAMA N° 357/2005 define que a DBO deve ser inferior a 5 mg/L em águas de Classe 2. Neste sentido, a estação JAR6 no período de vazante e a PAC1 nos períodos de enchente e cheia não estiveram em conformidade com esta resolução.

A avaliação estatística da relação entre a concentração de oxigênio dissolvido e a demanda biológica no rio Jari, durante a enchente (fevereiro de 2009), mostra que em média 28% do oxigênio dissolvido pode ter sido consumido por processos biológicos no corpo d'água. Já durante a cheia este percentual é reduzido para 18%. A avaliação desta mesma relação nos rios tributários mostra que o consumo biológico do oxigênio nos rios tributários é ainda maior do que no rio Jari, em ambos os períodos hidrológicos. A análise conjunta entre todas as estações mostra que em média 34% do oxigênio é consumido por vias biológicas, durante a enchente. Já durante a cheia cerca de 21% do oxigênio é consumido pelas mesmas vias.

Durante o período de cheia (, em apenas uma estação amostrada, a quantidade de oxigênio consumido pelos organismos foi superior a 50% do oxigênio presente. Entretanto, durante o período de enchente, em 5 das 13 estações amostradas, a DBO foi superior a 50% do oxigênio presente. Somando-se, a este percentual, a quantidade de oxigênio consumida por processos

químicos (em média 22 mg/L para ambientes amazônicos), é possível perceber que existe um potencial déficit de oxigênio nos ambientes estudados, principalmente durante o período de menor nível da água. A situação química dos ambientes, ao mesmo tempo em que parece ser crítica, é bastante comum para águas amazônicas, nos quais o déficit de oxigênio parece ser uma característica intrínseca dos ambientes aquáticos (Melack & Fisher 1983).

Vale ressaltar que tanto a concentração de oxigênio, quanto a sua demanda por processos biológicos ou químicos são vulneráveis às flutuações do nível da água, entre outros fatores. O déficit de oxigênio pode ser maior ou menor se ocorrerem fatores externos ao ambiente, provocando, por exemplo, a redução da velocidade da corrente ou o aumento do material em suspensão nas águas. Por isso, pode-se supor que qualquer alteração no fluxo dos rios (diminuição da vazão e aumento do nível da água) pode conduzir a alterações (aumento ou diminuição) na disponibilidade de oxigênio no meio aquático, com consequências negativas para a biota aquática.

Uma vez que o tempo de retenção médio da água na UHE Santo Antônio do Jari será de aproximadamente 6 dias, o que manterá a característica lótica do sistema, não é esperado mudanças significativas nos teores de demanda biológica de oxigênio. Isto porque o reduzido tempo de retenção da água impede o acúmulo de matéria orgânica e assim impede o aumento do consumo de oxigênio no processo de decomposição.

Quadro 8.3-21 - Concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

DBO (mg/L)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	3,00	1,00	1,20
	Jar2	3,00	2,00	0,50
	Jar3	3,00	1,00	0,50
	Jar4	5,00	1,00	3,30
	Jar5	NA	NA	0,90
	Jar6	NA	NA	6,10
	Jar7	4,00	1,00	1,30
	Jar8	NA	NA	2,50
Rio Iratapuru	Ir1	3,00	1,00	1,80
	Ir2	NA	NA	1,90
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	1,00
Rio Traira	Tra1	NA	NA	0,50
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	1,30

NA= não analisado

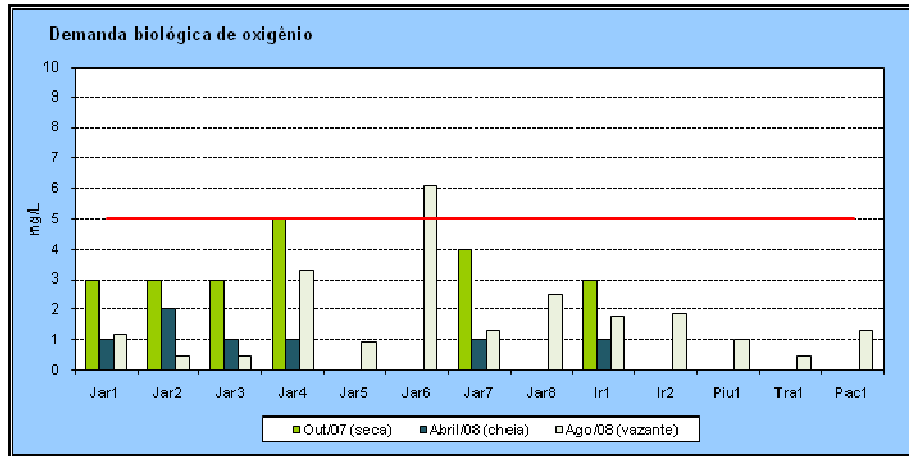


Gráfico 8.3-43 - Variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO (mg/L) na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante).

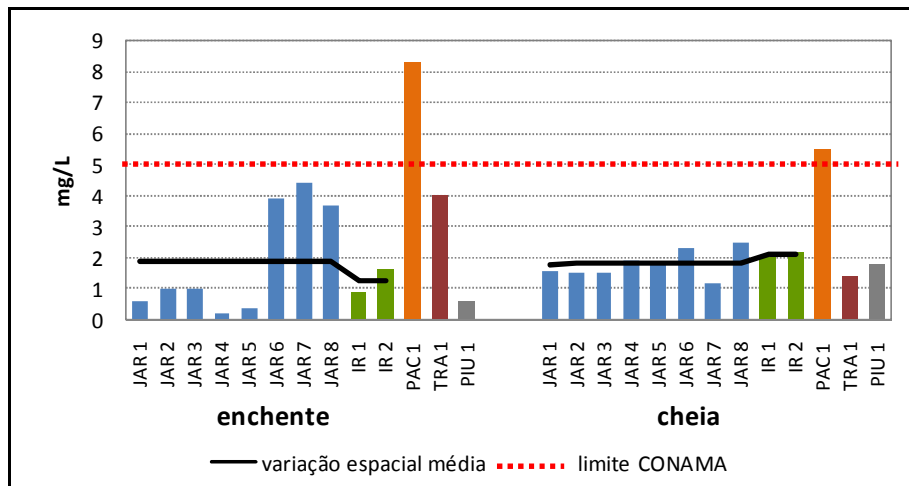


Gráfico 8.3-44 - Variação da DBO nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

8.3.1.4.1.11 - Clorofila-a e Feofitina

A clorofila-a é um dos principais pigmentos responsáveis pelo processo fotossintético. Este pigmento é o mais comum das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas. Desta maneira a clorofila-a é um indicador da biomassa algal, sendo considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. No entanto, nem sempre o resultado da biomassa algal através da análise da clorofila-a expressa a realidade. Existem algas que apresentam outros tipos de

pigmentos sintetizantes em quantidades significativas, que se não forem analisados não traduzem a real situação da comunidade fitoplanctônica. Além disso, como as moléculas de clorofila não são estáveis, dependendo das condições do meio, tais como mudanças de pH, temperatura e luminosidade excessiva, elas podem sofrer degradação, originando produtos conhecidos como feo-pigmentos. A feofitina é o produto de degradação da clorofila-*a* e pode interferir nas medidas deste pigmento, pois absorve a luz na mesma faixa do espectro da luz visível que a clorofila-*a*.

De maneira geral, as concentrações de **clorofila-*a*** foram reduzidas em todos os pontos, em todos os períodos de amostragem, fato provavelmente relacionado às também reduzidas concentrações de nutrientes nos sistemas.

As concentrações de clorofila-*a* variaram entre valores não detectáveis pelo método de análise até $2,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação JAR3. Durante a enchente (fevereiro de 2009) a clorofila-*a* variou de $0,1 \mu\text{g/L}$ (JAR1) a $2,8 \mu\text{g/L}$ (JAR3) e no período de cheia a clorofila-*a* variou entre $0,4 \mu\text{g/L}$ (JAR5) a $2,0 \mu\text{g/L}$ (JAR2) (**Gráfico 8.3-46**). Apesar das diferenças entre os valores, a concentração de clorofila foi baixa, em todos os períodos, não havendo diferença significativa entre eles. De acordo com a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, a clorofila-*a* não deve apresentar valores superiores a $30,0 \mu\text{g/L}$ em águas de Classe 2, de modo que todos os pontos apresentaram situação de conformidade. Com exceção do ponto JAR3 (com $2,35 \mu\text{g/L}$ durante a enchente) todos os outros pontos apresentaram concentrações de **feofitina** menores que $1 \mu\text{g/L}$ (**Gráfico 8.3-47**).

Os valores de feofitina referentes à campanha de agosto de 2008 não foram apresentados devido a problemas metodológicos durante as análises.

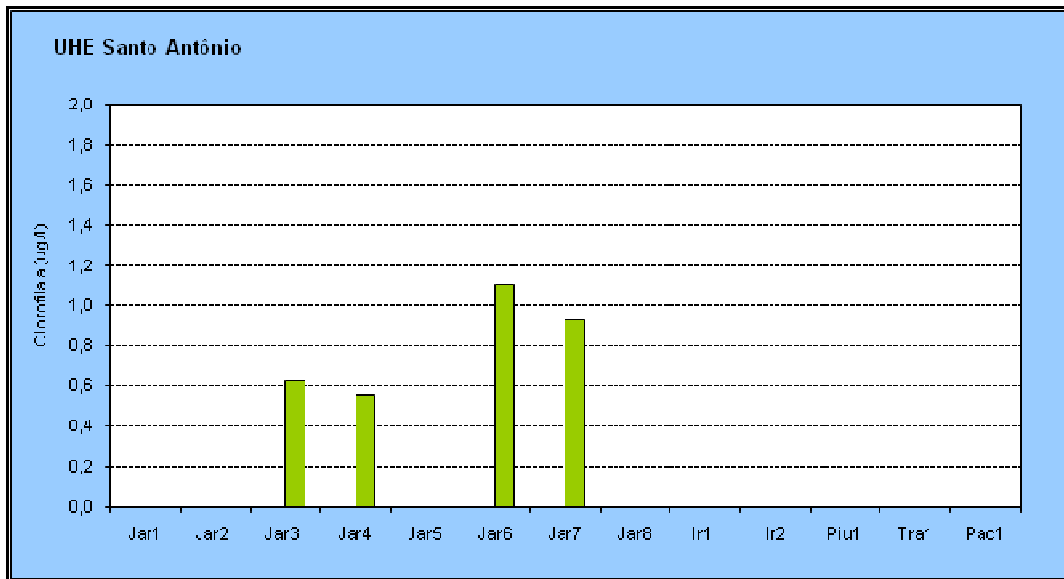


Gráfico 8.3-45 - Variação média de clorofila a (µg/L) na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante).

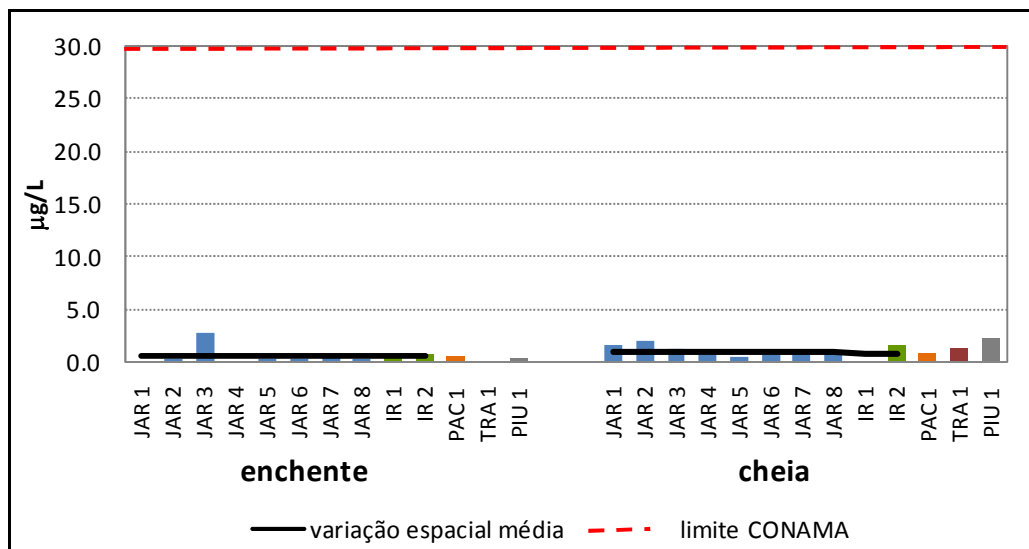


Gráfico 8.3-46 - Variação da clorofila-a nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

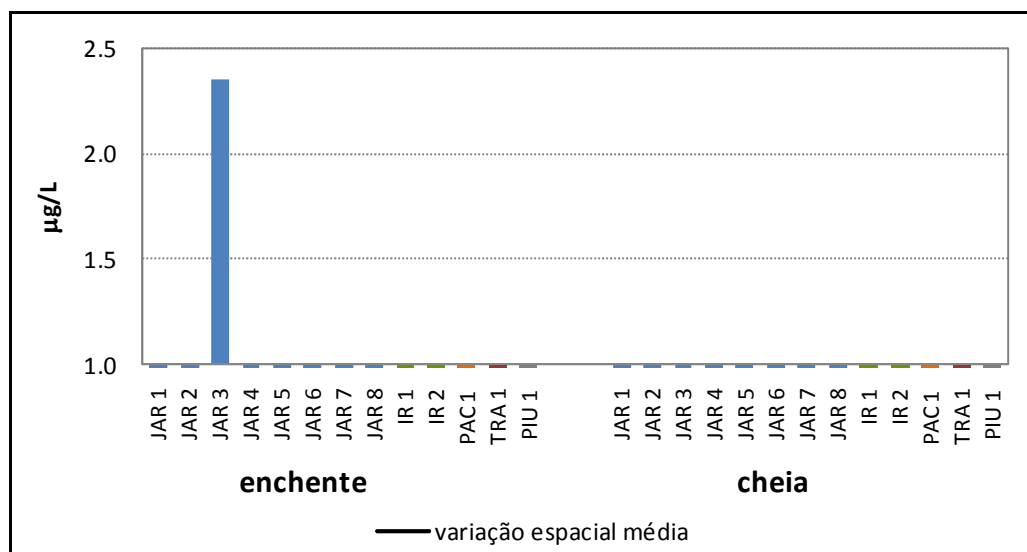


Gráfico 8.3-47 - Variação da feofitina nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

8.3.1.4.2 - Ordenação Espacial das Variáveis Abióticas na Coluna D'água

Uma Análise de Componente Principal (ACP) foi utilizada para caracterizar e identificar os pontos de coleta, de acordo com as variáveis abióticas. A dispersão dos escores é apresentada no **Gráfico 8.3-48**. Os dois primeiros eixos dessa análise explicaram, respectivamente, 41,4 e 22,3% da variabilidade total dos dados. As principais variáveis positivamente correlacionadas com o eixo 1 foram sólidos suspensos totais, cor, oxigênio Dissolvido, nitrogênio total, profundidade do disco de Secchi e nitrito. Já as variáveis sólidos dissolvidos totais, nitrito, nitrogênio total, oxigênio dissolvido e profundidade foram as principais positivamente correlacionadas ao eixo 2 (**Quadro 8.3-22**). O eixo 1 claramente separou as coletas de enchente e cheia de 2009, principalmente nos pontos localizados nos rios Jari, Iratapuru e Piunquara. Entretanto, pouca diferença foi observada entre os dois períodos no rio Traíra. Este rio apresentou pouca variação do nível da água o que refletiu na manutenção dos parâmetros limnológicos. Durante a enchente (fevereiro de 2009), todos os pontos localizados no rio Jari (exceto JAR7), bem como os pontos do rio Iratapuru, Pacanari e Piunquara foram bastante semelhantes entre si, e principalmente relacionados a valores mais elevados de fósforo total, condutividade, fósforo solúvel reativo, cloretos, turbidez e pH. Durante a cheia (maio de 2009), a dispersão dos pontos ao longo do eixo 1 foi maior, sendo os pontos JAR2, JAR3, JAR6, JAR7 e JAR8 com valores mais elevados de

Secchi, principalmente. Os pontos com valores mais elevados de clorofila foram JAR1, JAR3 e IR2, apesar de JAR2 também ter apresentado valor mais elevados desta variável.

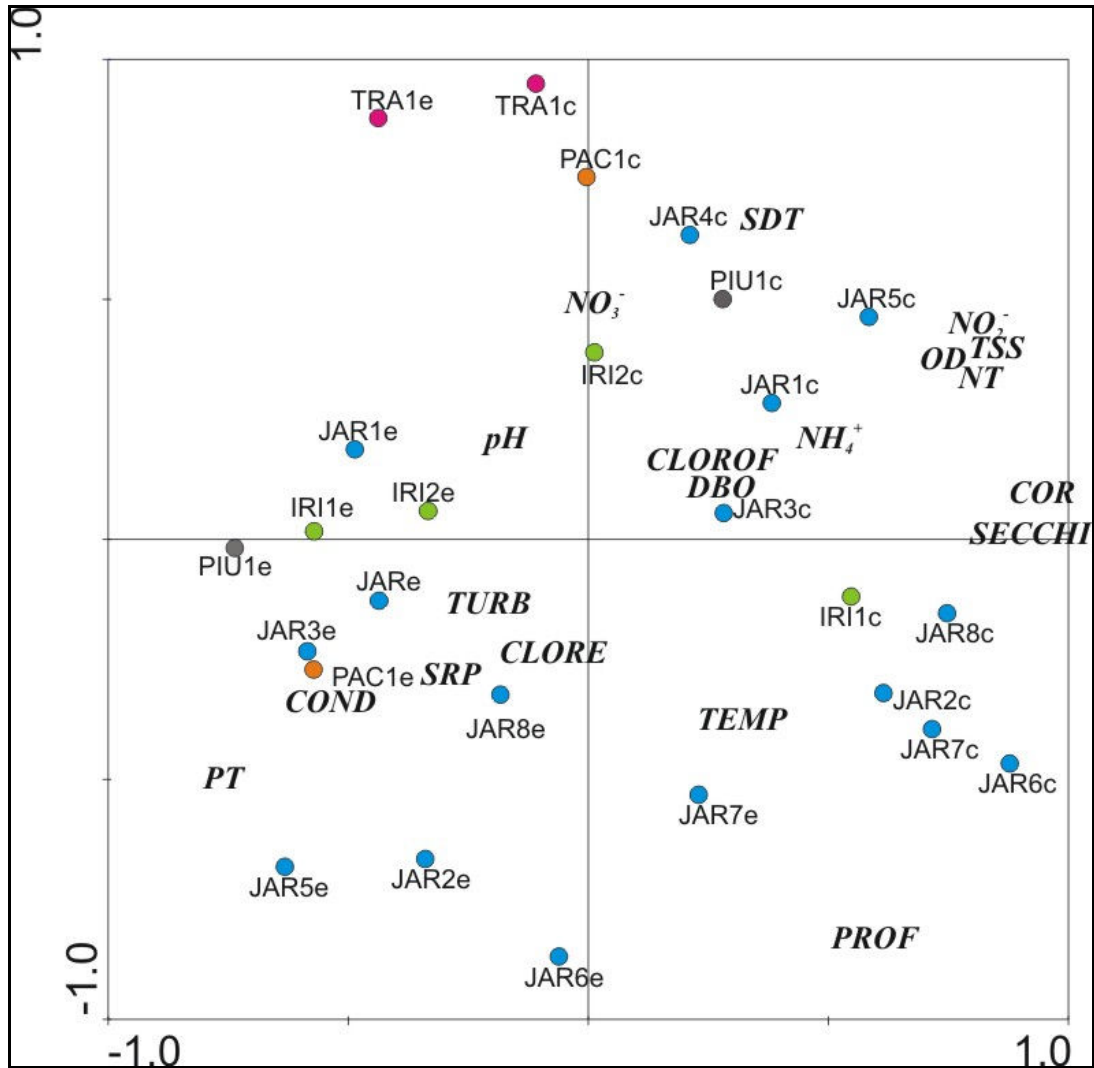


Gráfico 8.3-48 - Posição dos pontos de coleta ordenados de acordo com os dois primeiros eixos da ACP, durante a enchente (e) e a cheia (c) de 2009. As siglas significam: TEMP: Temperatura da água, OD: oxigênio dissolvido, pH, COND: condutividade, TURB: turbidez, COR; PROF: profundidade, SECCHI, STD: sólidos dissolvidos totais, TTS: sólidos totais em suspensão, NH₄⁺: amônia, NO₂⁻: nitrito, NO₃⁻: nitrato, NT: nitrogênio total, PSR: ortofosfato, PT: fósforo total, CLORE: cloretos; DBO: demanda bioquímica de oxigênio, CLOROF: clorofila-a.

Quadro 8.3-22 - Correlação entre os valores das variáveis e os escores dos dois primeiros eixos da ACP.

Parâmetro	Eixo 1	Eixo 2
% explicabilidade	41,4	22,3
Temperatura da água	0,29	-0,37
Oxigênio dissolvido	0,76	0,34
pH	-0,19	0,17
Condutividade	-0,42	-0,28
Turbidez	-0,15	-0,01
Cor	0,86	0,01
Secchi	0,8	-0,02
Prof	0,59	-0,72
SDT	0,32	0,67
TSS	0,9	0,3
Amônia	0,44	0,19
Nitrito	0,79	0,39
Nitrato	0,13	0,03
Nitrogênio Total	0,81	0,35
Ortofosfato	-0,34	-0,26
Fósforo Total	-0,74	-0,46
Cloreto	0,27	0,25
DBO	0,3	0,3
Clorofila- a	0,27	0,25

8.3.1.5 - Sedimento

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 de água. Por ser um local de estoque de muitos minerais, os processos biológicos e físico-químicos que ocorrem no sedimento podem influenciar o metabolismo do sistema como um todo. Nutrientes contidos nas camadas superficiais do sedimento 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. De acordo com o teor de matéria orgânica contida nos sedimentos, eles podem ser classificados como orgânicos ou minerais. É possível ainda a classificação de sedimentos quanto à sua granulometria, organismos que os colonizam e concentração de nutrientes e oxigênio.

Os resultados das análises de sedimento, realizada no rio Jari durante a enchente e a cheia de 2009, estão apresentados no **Quadro 8.3-23** e no **Quadro 8.3-24**. Em seguida, cada variável analisada será discutida individualmente e conjuntamente através de análise multivariada.

Quadro 8.3-23 - Resultados das análises de sedimento da campanha realizada durante a enchente de 2009.

PARÂMETRO	UNIDADE	LQ	VALOR PADRÃO	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
ENCHENTE																
Sólidos	% p/p	0,05	-	73,4	72,7	33,4	61,5	72,3	76,7	75,7	69,2	59,0	66,2	57,8	65,7	94,3
Carbono	% p/s	0,05	-	0,62	1,09	3,35	1,60	0,54	0,42	0,50	3,16	3,75	0,79	0,43	1,52	4,77
Nitrogênio Total	mg/kg	4,0	-	2196	2151	2519	1651	1323	2273	2313	2624	2389	1885	1184	1959	2550
Fósforo Total	mg/kg	78,5	-	2468	3017	3699	1815	2167	3413	2294	3232	3296	3141	1834	3357	2869
Mercúrio	mg/kg	0,03	0,18	<0,027	<0,027	0,130	0,032	<0,027	<0,025	<0,024	<0,026	0,046	0,036	<0,032	0,110	0,026
Prata	mg/kg	0,6	-	<0,5	<0,5	<1,0	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4
Alumínio	mg/kg	0,6	8	434	1544	2945	513	411	489	181	356	807	696	676	2923	1438
Arsênio	mg/kg	0,6	-	<0,5	0,5	<1	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,4
Cádmio	mg/kg	0,061	0,22	<0,053	<0,055	<0,1	<0,062	<0,055	<0,049	<0,048	<0,052	<0,061	<0,057	<0,064	<0,06	<0,041
Cobalto	mg/kg	0,6	-	<0,5	2,0	13,0	1,4	1,1	<0,5	<0,5	1,4	1,7	0,8	<0,6	2,9	0,6
Cromo	mg/kg	0,6	90	2,0	8,1	12,0	30,0	58,0	3,4	0,9	4,4	7,9	3,3	47,0	29,0	6,2
Cobre	mg/kg	0,6	45	1,8	10,0	9,4	3,0	2,2	3,9	1,3	2,7	4,6	4,0	3,5	12,0	10,0
Ferro	mg/kg	0,6	4,7	1076	6081	12947	1902	1912	2411	725	2549	1946	1663	2306	17447	4915
Níquel	mg/kg	0,6	68	<0,5	1,5	4,9	21,0	33,0	<0,5	<0,5	1,9	1,9	0,7	27	1,8	0,8
Chumbo	mg/kg	0,6	20	1,5	4,8	8,4	2,4	1,0	1,0	0,9	1,6	3,2	2,9	2,4	2,9	2,6
Zinco	mg/kg	0,6	95	7,5	18,0	43,0	9,7	11,0	5,8	5,6	7,6	8,8	8,9	6,5	6,7	4,6
LQ - Limite de quantificação																
VALOR PADRÃO - Valores de metais pesados no folheto padrão (Turekian & Wedepohl, 1961)																

Quadro 8.3-24 - Resultados das análises de sedimento da campanha realizadas durante a cheia de 2009.

PARÂMETRO	UNIDADE	LQ	VALOR PADRÃO	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
CHEIA																
Sólidos	% p/p	0,05	-	74,5	64,6	40,9	74,9	72,2	72,6	71,4	56,9	75,7	56,2	72,9	80,3	70,1
Carbono	% p/s	0,1	-	0,6	1,2	3,0	2,0	0,8	0,7	0,6	3,2	3,8	1,1	0,7	1,8	4,9
Nitrogênio Total	mg/kg	4,0	-	2887	4264	1805	3136	3280	2816	3181	2464	3701	2605	2939	3353	3566
Fósforo Total	mg/kg	78,5	-	2868	2871	2479	2888	2182	2731	2456	2902	2866	2790	2468	2919	2094
Mercúrio	mg/kg	0,03	0,18	0,03	0,092	0,054	<0,026	0,034	<0,027	<0,027	0,052	0,089	0,075	<0,027	0,130	<0,026
Prata	mg/kg	0,6	-	<0,5	<0,6	<0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,7	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5	<0,5
Alumínio	mg/kg	0,6	8	491	1689	8541	587	746	508	387	717	1483	2018	11424	2585	1465
Arsênio	mg/kg	0,6	-	<0,5	<0,6	<0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,7	<0,5	<0,7	<0,5	<0,5	<0,5
Cádmio	mg/kg	0,061	0,22	<0,049	<0,06	<0,093	<0,053	<0,051	<0,055	<0,054	<0,069	<0,049	<0,07	<0,055	<0,046	<0,052
Cobalto	mg/kg	0,6	-	0,5	3,4	2,0	1,4	2,0	<0,5	<0,5	0,8	0,5	4,3	15	1,4	<0,5
Cromo	mg/kg	0,6	90	2,6	8,4	96,0	2,8	3,5	1,3	1,4	3,3	13,0	12,0	20,0	50,0	6,2
Cobre	mg/kg	0,6	45	1,4	3,1	22,0	2,9	1,7	0,6	0,5	<0,7	7,2	5,5	22,0	17,0	6,7
Ferro	mg/kg	0,6	4,7	2069	6331	67064	3151	3403	1481	2509	3116	1801	6425	42820	24315	5667
Níquel	mg/kg	0,6	68	0,8	2,0	2,7	<0,5	1,1	<0,5	<0,5	<0,7	2,2	3,4	7,5	1,2	<0,5
Chumbo	mg/kg	0,6	20	1,6	5,7	17,0	2,1	2,4	1,4	1,0	2,0	7,3	5,9	21,0	3,0	2,1
Zinco	mg/kg	0,6	95	13,0	19,0	29,0	9,9	13,0	3,2	10,0	11,0	10,0	21,0	26,0	2,9	4,6
LQ - Limite de quantificação																
VALOR PADRÃO - Valores de metais pesados no folheto padrão (Turekian & Wedepohl, 1961)																

8.3.1.5.1 - Sólidos, Carbono, Nitrogênio e Fósforo

Na campanha realizada durante a enchente (fevereiro de 2009), o teor de **sólidos** no sedimento variou entre 94 %p/p (rio Pacanari) e 33 %p/p no rio Jari (JAR3), sendo o valor médio igual a 68 ± 14 % p/p (média \pm DP). Pouca variação foi observada durante a cheia onde os valores oscilaram entre 41 %p/p (JAR3) e 80 %p/p (TRA1), sendo o valor médio igual a 68 ± 11 % p/p (média \pm DP). Com exceção da estação JAR3 e PIU1, não houve grande variação do teor de sólidos entre os pontos amostrados, tanto durante o período de enchente quanto durante a cheia (**Gráfico 8.3-49**).

Os valores de **carbono** orgânico total observados durante a campanha de vazante (agosto de 2008) variaram de 0,33% (Jar7) a 4,00% (Jar8) (**Gráfico 8.3-50**). A média dos valores de **carbono** no sedimento das estações amostradas, durante a enchente (fevereiro de 2009), foi $1,7 \pm 1,5$ (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre 4,8 (PAC1) e 0,4 (PIU1). Valores semelhantes foram encontrados durante a cheia sendo a média dos valores de carbono no sedimento para este período igual a $1,8 \pm 1,4$ (média \pm DP), com valor máximo e mínimo de 4,9 (PAC1) e 0,6 (JAR1), respectivamente. No rio Jari as estações JAR3 e JAR8 se destacaram em relação às demais, tanto durante a enchente quanto durante a cheia (**Gráfico 8.3-51**). Estas são duas estações onde o depósito de matéria orgânica no sedimento é facilitado devido à reduzida turbulência da água e a características geofísicas da região. No rio Iratapuru, notável diferença entre as estações amostradas pôde ser observada. Na estação mais a montante do rio, onde a influencia da margem é maior, observa-se a maior concentração de carbono, provavelmente proveniente de fontes alóctones (folhas, galhos, etc). Na parte do rio Iratapuru mais próxima ao rio Jari, onde a influência da margem é menor, os valores de carbono são reduzidos e próximos aqueles encontrados para o rio Jari.

Os valores de nitrogênio total observados durante a vazante (agosto de 2008) variaram de 0,15% (Jar3, Jar6 e Jar7) a 0,52% (Jar8). O **nitrogênio** total do sedimento foi bastante homogêneo entre as estações amostradas, durante os dois períodos do pulso hidrológico. Durante a cheia os valores de nitrogênio registrados no sedimento das estações foi significativamente maior (teste “t de student’s”; $p < 0,05$). Durante a enchente, o valor médio de nitrogênio total entre as estações foi igual a 2078 ± 459 mg/kg (média \pm DP), já durante a cheia a média foi igual a 3077 ± 613 mg/kg (média \pm DP) (**Gráfico 8.3-52**). Os maiores valores de nitrogênio no sedimento durante o período de cheia corrobora o que foi descrito anteriormente sobre a riqueza de compostos nitrogenados na matéria orgânica alóctone.

Os valores de fósforo na vazante (agosto de 2008) variaram entre 0,0018% (Jar1) e 0,0067% (Ir2 e Tra1). O fósforo total é outro importante componente da matéria orgânica, sendo limitante ao crescimento dos organismos quando presente em pequenas quantidades. Durante a enchente foram verificados teores de fósforo no sedimento entre 3699 mg/kg e 1815 mg/kg, sendo o valor médio de fósforo total igual a 2816 ± 630 mg/kg (média \pm DP). Já na campanha realizada durante a enchente (fevereiro de 2009) a concentração de fósforo variou entre 2919 e 2094 mg/kg, sendo o valor médio igual a 2655 ± 287 mg/kg (média \pm DP) (Gráfico 8.3-55). Assim como foi observado para o carbono e para o nitrogênio, a estação JAR3, durante a enchente, apresentou as maiores concentrações de fósforo total, o que sustenta a idéia de que nesta estação ocorre um depósito de matéria orgânica devido a características locais.

O acúmulo de nitrogênio e fósforo no sedimento acontece através dos processos de sedimentação da matéria orgânica. Este processo por sua vez é regulado pela vazão do corpo d'água. Ambientes lóticos, por apresentarem vazões consideráveis, tendem a apresentar menores taxas de sedimentação, isto é, funcionam como carregadores de sedimento ao invés de reterem sedimento assim como os ambientes lênticos. Como o tempo de residência médio esperado para a UHE Santo Antônio, não ultrapassa os 10 dias, é esperado que o acúmulo de nitrogênio e fósforo no sedimento seja bem próximo ao que acontece durante o período de maior nível da água.

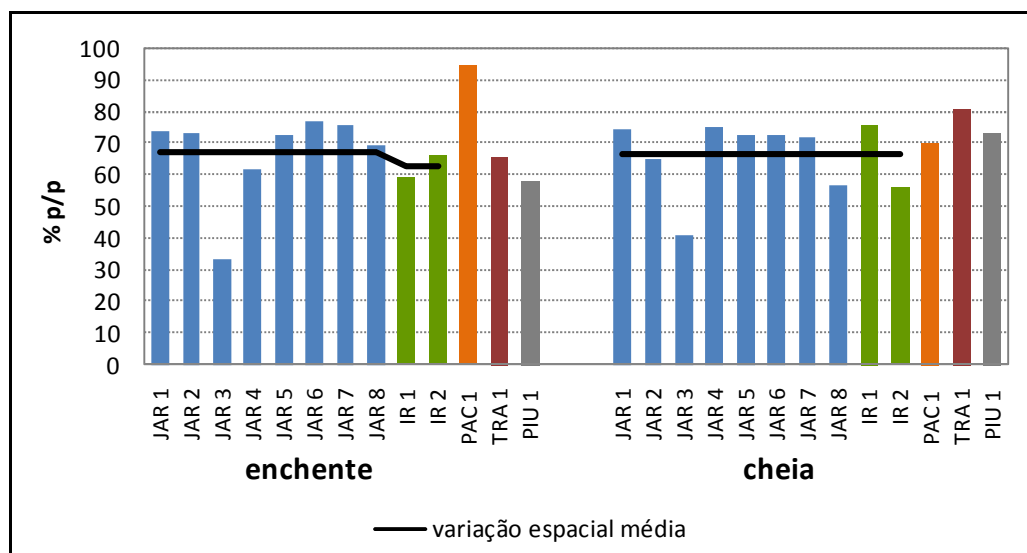


Gráfico 8.3-49 - Variação de sólidos nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e a cheia de 2009.

Quadro 8.3-25 - Concentrações de carbono (%) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

Rios	Estações	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (%)
Rio Jari	Jar1	1,00	0,25	0,0018
	Jar2	3,10	0,50	0,0019
	Jar3	0,99	0,15	ND
	Jar4	1,07	0,31	ND
	Jar5	NA	NA	NA
	Jar6	0,80	0,15	ND
	Jar7	0,33	0,15	ND
	Jar8	4,00	0,52	0,0058
Rio Iratapuru	Ir1	0,87	0,18	ND
	Ir2	2,64	0,24	0,0067
Rio Piunquara	Piu1	0,49	0,21	ND
Rio Traira	Tra1	0,67	0,21	0,0067
Rio Pacanari	Pac1	0,69	0,22	0,0050

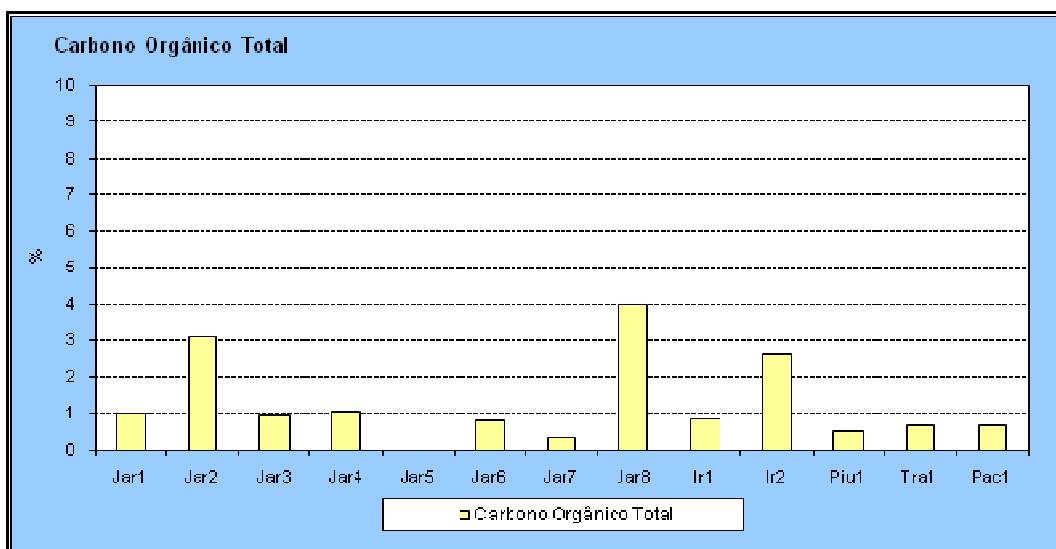


Gráfico 8.3-50 - Variação de carbono (%) na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante).

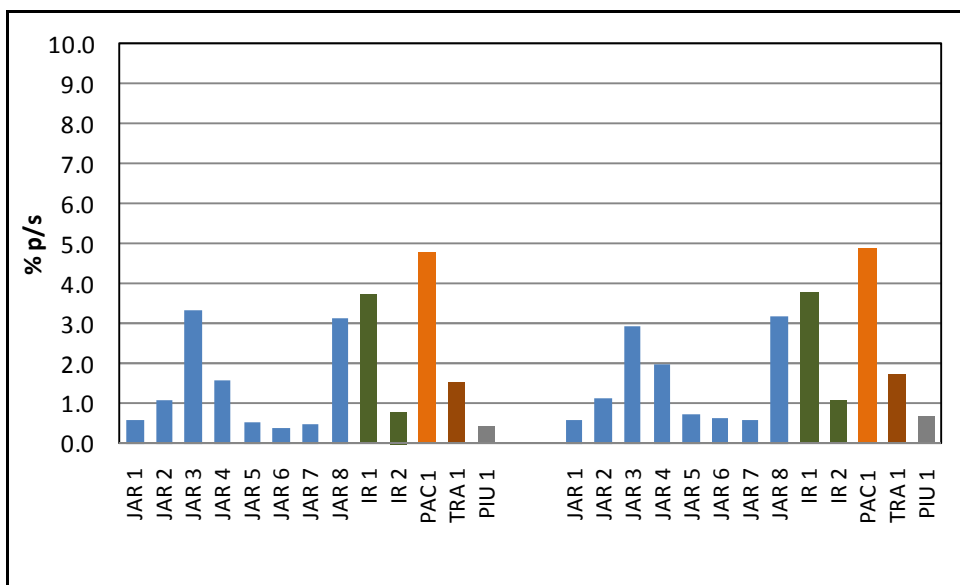


Gráfico 8.3-51 - Variação do carbono nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em fevereiro de 2009.

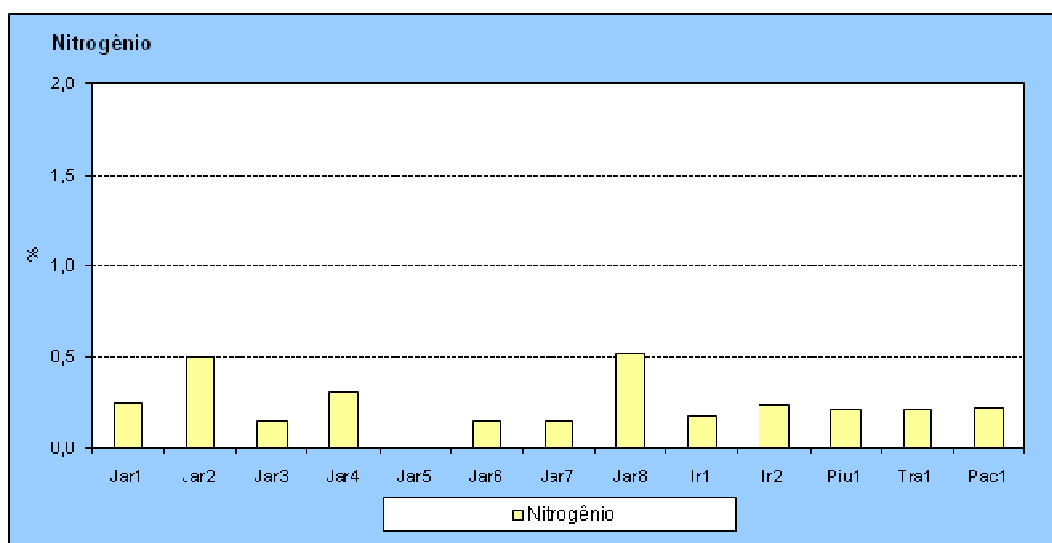


Gráfico 8.3-52 - Variação de nitrogênio (%) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

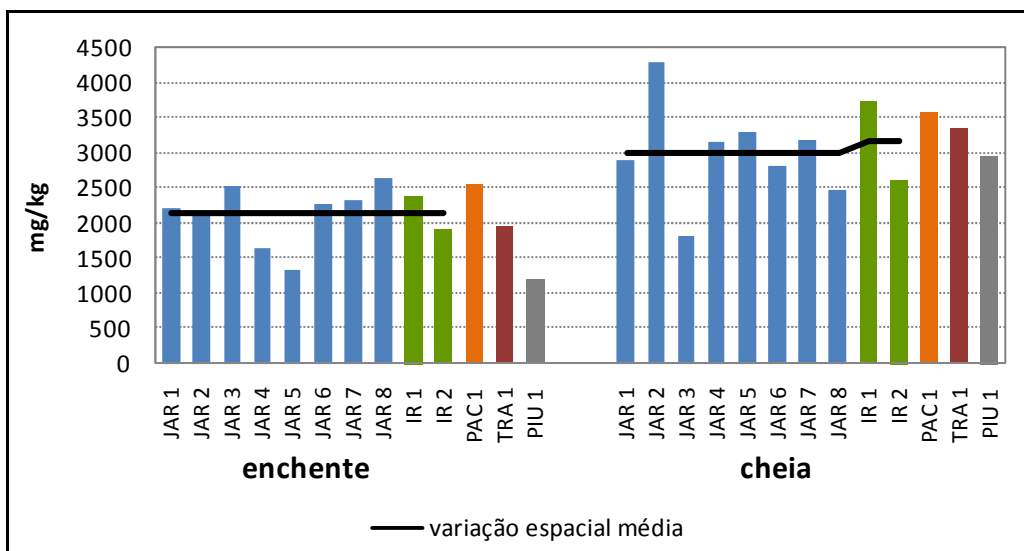


Gráfico 8.3-53 - Variação da concentração de nitrogênio total nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

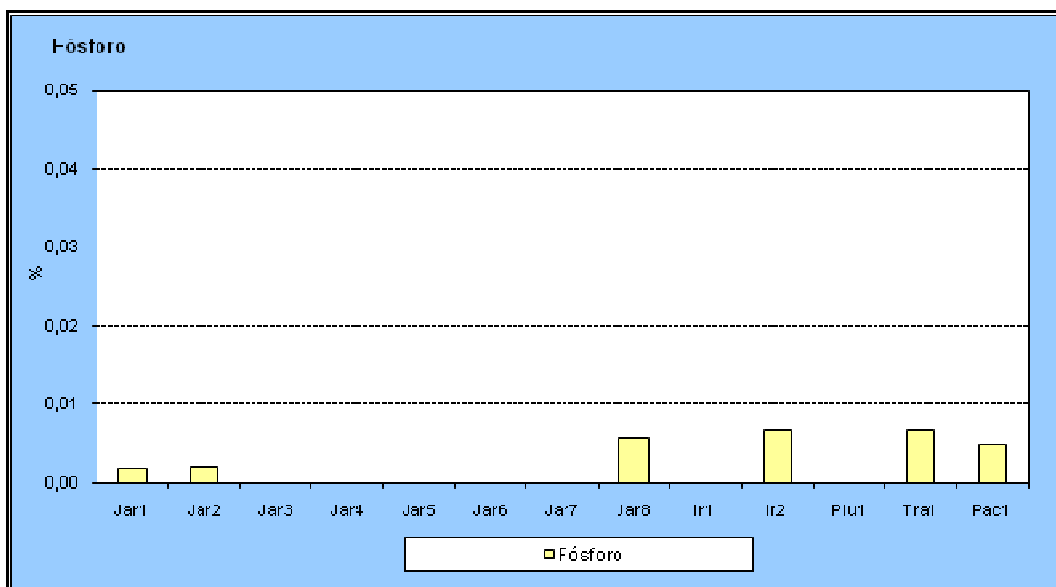


Gráfico 8.3-54 - Variação de fósforo (%) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

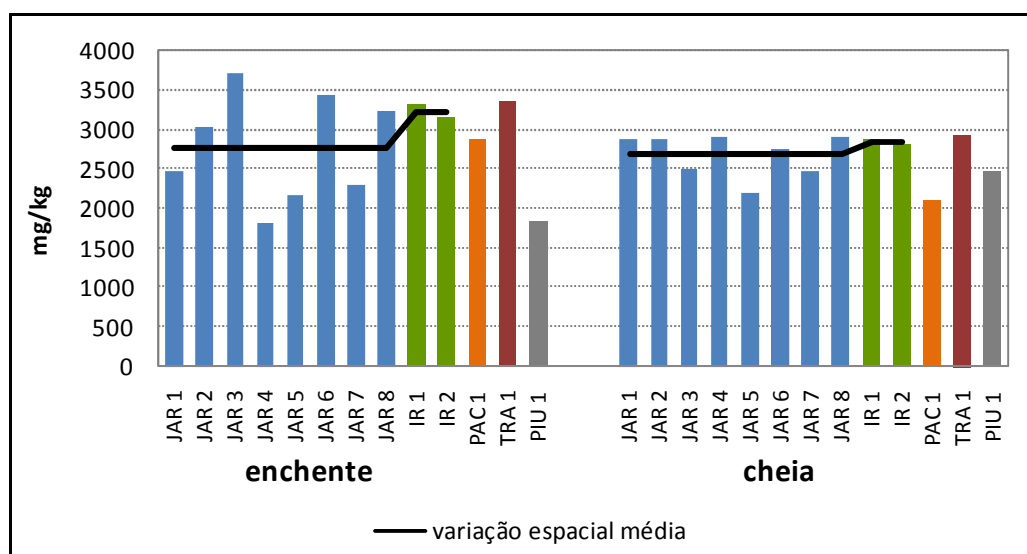


Gráfico 8.3-55 - Variação da concentração de fósforo total nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

8.3.1.5.2 - Composição lônica do Sedimento

Os sedimentos de ambientes aquáticos podem refletir as modificações ocorridas no próprio ambiente, sendo na maioria das vezes indicadores de mudanças ambientais (Esteves 1998). Tais modificações podem ser percebidas através de rejeitos orgânicos (os quais são degradáveis em períodos variáveis de tempo) ou rejeitos inorgânicos (compostos principalmente por metais pesados não degradáveis que se acumulam no sedimento). Nas campanhas realizadas em 2009, no rio Jari, foram feitas amostras de metais no sedimento, e os resultados estão expressos no (Quadro 8.3-26). Como valores de referência, foram utilizados os valores do folheto padrão (Turekian & Wedepohl, 1961), para uma melhor interpretação dos valores registrados. Esta é a referência básica para estudos com metais pesados em sedimentos.

No período de vazante (agosto de 2008) os metais: mercúrio, arsênio, cádmio, chumbo e prata não foram detectados em nenhuma das estações. A concentração de alumínio variou de 1366 a 43646mg/Kg, cobalto variou de não detectado a 33,10mg/kg, cobre variou de 0,27 a 93,50mg/Kg, cromo variou de 2,76 a 182,10mg/Kg, ferro variou de 1352 a 54333mg/Kg, níquel de não detectado a 33,70mg/Kg e zinco de 5,74 a 86,90mg/Kg (Gráfico 8.3-56). As estações do rio Jari, Jar2, Jar3 e Jar8 e as estações dos rios taríra e Pacanari foram as que apresentaram as maiores concentrações dos metais analisados no período de vazante (Gráfico 8.3-57).

No período de enchente (fevereiro de 2009), em sete das treze estações amostradas a concentração de **mercúrio** esteve abaixo do limite de detecção do método ($< 0,032$ mg/Kg). No restante das estações a concentração deste metal variou entre 0,130 mg/kg (JAR3) e 0,026 mg/kg (PAC1). Já na coleta de cheia 5 das 13 estações amostradas apresentaram concentração de mercúrio abaixo do limite de detecção do método ($<0,032$). No restante das estações a concentração de mercúrio variou entre 0,03 mg/kg (JAR1) e 0,13 mg/kg (TRA1) (**Gráfico 8.3-57**). Não houve diferença significativa entre os períodos amostrados. As baixas concentrações de mercúrio e as similaridades entre os períodos indicam que o sedimento da região não é enriquecido em mercúrio e tão pouco recebem este metal da bacia de drenagem após a flutuação do nível da água.

Com exceção da estação JAR3, durante a enchente (1,0 mg/kg) e durante a cheia (0,9 mg/kg), todas as outras estações apresentaram concentração de **prata** próxima ao limite de detecção do método ($<0,6$ mg/Kg) (**Gráfico 8.3-58**). Não houve diferença estatística entre os períodos de amostragem.

Um aumento significativo ($p > 0,05$) do **alumínio** no sedimento foi verificado durante a campanha de cheia (**Gráfico 8.3-59**). A análise conjunta das estações indica um valor médio de 1031 ± 932 mg/kg (média \pm DP), durante a enchente (fevereiro de 2009) e de 2511 ± 3434 mg/kg (média \pm DP) durante a cheia. Nas duas coletas realizadas em 2009 (enchente e cheia) foram observadas concentrações de alumínio acima do valor padrão. 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 destes metais na água. Valores mais elevados de alumínio são também reportados para outros sistemas amazônicos de águas claras. Lapa (2000) caracterizando amostras de rejeito sólido da exploração de bauxita em porto Trombetas (Oriximiná, Brasil), demonstrou que o sedimento naquela região era composto predominantemente de Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 e TiO_2 , sendo que o óxido de alumínio representava cerca de 21% da composição do sedimento.

As concentrações de **Arsênio** foram inferiores a 0,7 mg/kg em todas as estações amostradas, com exceção da estação JAR3, tanto durante a enchente quanto durante a cheia de 2009, onde a concentração de arsênio foi, respectivamente, menor do que 1 e 0,9 mg/kg e (**Gráfico 8.3-60**).

Os valores de **cádmio** ficaram abaixo de 0,1 mg/kg em todas as estações amostradas, durante a enchente e cheia de 2009 (**Gráfico 8.3-61**). As concentrações de cádmio encontradas no

sedimento da região são baixas e se encontram dentro do limite descrito como padrão para amostras de sedimento (0,22 mg/kg).

As concentrações de **cobalto** no sedimento foram bastante heterogêneas entre os períodos do pulso hidrológico e entre as estações amostradas em um mesmo período. Na coleta representativa da enchente, os valores máximos e mínimos da amplitude de variação foram iguais a 13 mg/kg (JAR3) e 0,6 mg/kg (JAR1, JAR6, JAR7, PAC1 e PIU1), os quais definiram uma média de $2,8 \pm 3,9$ mg/kg (média \pm DP). Já na coleta representativa da enchente, os valores máximos e mínimos da amplitude de variação foram iguais a 15 mg/kg (PIU1) e 0,5 mg/kg (JAR1, JAR6, JAR7, IR1 e PAC1), os quais definiram uma média de $3,13 \pm 4,4$ mg/kg (média \pm DP) (**Gráfico 8.3-62**).

As concentrações de **cromo** também foram heterogêneas entre as estações amostradas, entretanto elas foram similares entre os períodos (**Gráfico 8.3-63**). Para esta variável, durante a enchente (fevereiro de 2009), a concentração média foi igual a 16 ± 18 mg/kg (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre 58 mg/kg (JAR5) e 0,9 mg/kg (JAR7). Já durante o período de cheia a concentração média foi igual a 16 ± 27 mg/kg (média \pm DP) e os valores oscilaram entre 96 mg/kg (JAR3) e 2 mg/kg (JAR1). Com exceção da concentração de cromo no sedimento do ponto JAR3, durante a cheia (maio de 2009), todas as outras concentrações estiveram dentro do limite estabelecido como padrão para sedimentos de ambientes aquáticos (90 mg/kg). A estação JAR3 tem demonstrado ser uma região de maior acúmulo de sedimento em comparação as outras regiões amostradas. Sendo assim, a concentração de cromo durante o período de cheia é resultante da retenção de sedimento que acontece durante todo o período de enchente. A capacidade em reter sedimento, parece estar relacionada a características morfológicas deste ponto, situado em uma zona de curvatura do rio Jari.

As concentrações de **cobre** no sedimento das estações amostradas foram bastante heterogêneas tanto entre as estações amostradas e entre os períodos (**Gráfico 8.3-64**). Todos os valores estiveram abaixo de 22 mg/kg, sendo portanto, abaixo do valor considerado padrão para sedimentos de ambientes aquáticos (45 mg/kg). O valor médio das concentrações de **cobre** no sedimento do rio Jari se assemelha ao valor médio das concentrações de cobre no sedimento do rio Iratapuru.

Os valores de **ferro** também estiveram em concentrações heterogêneas tanto espacialmente quanto temporalmente. Durante a enchente, em duas estações (JAR3 e TRA1) a concentração de

ferro no sedimento superou 10.000 mg/kg, já durante a cheia, três estações estiveram acima desta concentração (JAR3, TRA1 e PIU1). A concentração mínima de ferro no sedimento foi encontrada na estação JAR7 (725 mg/kg), durante a enchente (**Gráfico 8.3-65**). Assim como foi descrito para o alumínio, valores mais elevados de ferro são também reportados para outros sistemas amazônicos de águas claras. Lapa (2000), caracterizando amostras de rejeito sólido da exploração de bauxita em porto Trombetas (Oriximiná, Brasil), demonstrou que o óxido de ferro, compunha 21% do sedimento daquela região.

Em quatro das 13 estações amostrada durante a enchente a concentração de **níquel** esteve abaixo de 0,5 mg/kg, já durante a cheia cinco das 13 estações amostradas estiveram abaixo deste valor (**Gráfico 8.3-66**). Nas outras estações, no período de enchente a concentração média foi de 9 ± 12 mg/kg (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre um valor máximo de 33 mg/kg (JAR5) e 0,7 mg/kg (IR2). No período de cheia a concentração média foi de 3 ± 2 mg/kg (média \pm DP), sendo que os valores oscilaram entre um valor máximo de 8 mg/kg (PIU1) e 0,8 mg/kg (JAR1). Todos os valores estiveram abaixo do superior estabelecido como padrão para sedimentos (68 mg/kg).

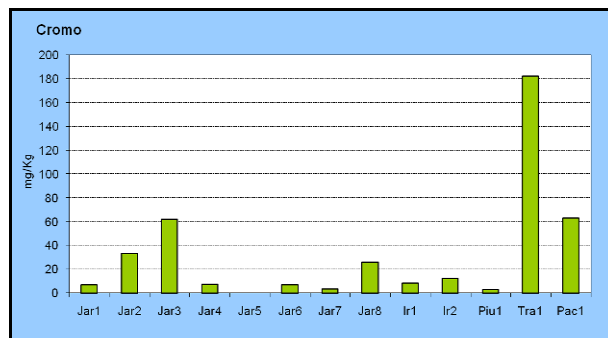
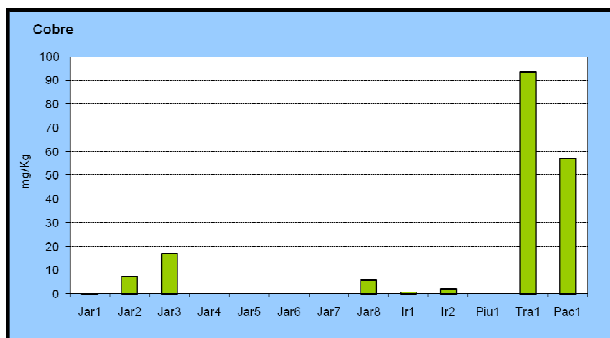
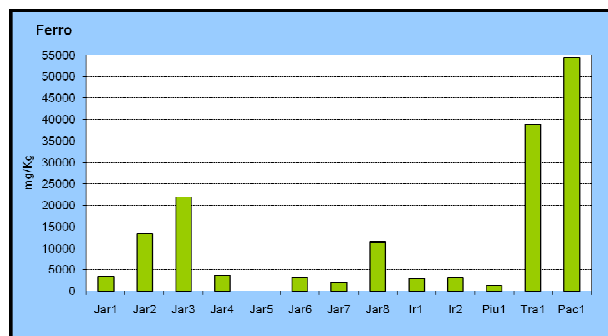
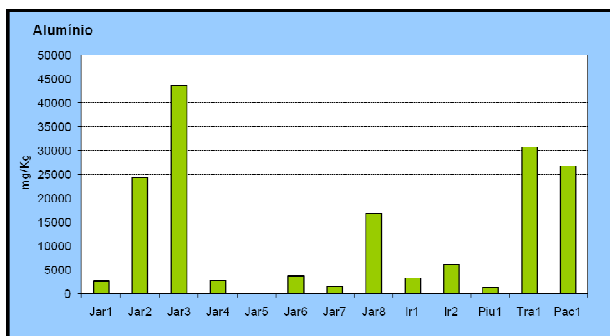
A concentração de **chumbo** no sedimento variou consideravelmente entre as estações amostradas e entre os períodos de amostragem (**Gráfico 8.3-67**). A concentração média de chumbo no sedimento do rio Jari foi menor ($p < 0,05$) durante a enchente, 3 ± 2 mg/kg, do que durante a cheia 6 ± 6 mg/kg (média \pm DP). Com exceção da concentração de chumbo no ponto PIU1 (21 mg/kg), registrada apenas durante a cheia (maio de 2009), todas as outras estações amostradas estiveram abaixo do valor estabelecido como padrão para sedimento (20 mg/kg).

Em relação às concentrações de **zinco** no sedimento, elas foram em média ligeiramente maiores no rio Jari do que no rio Iratapuru durante a enchente. Na cheia este padrão foi invertido (**Gráfico 8.3-39**). Não foram identificadas diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) entre os períodos. Todas as estações amostradas estiveram abaixo do valor estabelecido como padrão para sedimento (95 mg/kg).

Em resumo, os resultados das análises de metais em sedimento indicaram concentrações bastante baixas para todos os metais, exceto para ferro e alumínio que ocorrem em grandes concentrações. Os valores elevados de ferro e alumínio são 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 destes metais em solos tropicais.

Quadro 8.3-26 - Concentrações de metais (mg/kg) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

METAIS (mg/kg)													
Rios	Estações	Hg	Al	As	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	Fe	Ni	Ag	Zn
Rio Jari	Jar1	ND	2570	ND	ND	ND	2,64	0,27	6,59	3501	2,02	ND	11,30
	Jar2	ND	24289	ND	ND	ND	13,70	7,40	32,80	13320	13,40	ND	47,30
	Jar3	ND	43646	ND	ND	ND	33,10	16,90	62,00	22011	29,10	ND	86,90
	Jar4	ND	2725	ND	ND	ND	2,05	ND	6,94	3661	1,86	ND	18,20
	Jar5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Jar6	ND	3649	ND	ND	ND	ND	ND	6,78	3367	1,60	ND	11,40
	Jar7	ND	1562	ND	ND	ND	ND	ND	3,56	2103	0,57	ND	8,65
	Jar8	ND	16754	ND	ND	ND	9,20	6,02	25,90	11506	9,52	ND	39,70
Rio Iratapuru	Ir1	ND	3268	ND	ND	ND	ND	0,88	7,90	2876	1,33	ND	9,60
	Ir2	ND	6017	ND	ND	ND	ND	2,08	11,80	3182	2,37	ND	13,10
Rio Piuquara	Piu1	ND	1366	ND	ND	ND	ND	ND	2,76	1352	ND	ND	5,74
Rio Traira	Tra1	ND	30753	ND	ND	ND	13,90	93,50	182,10	38833	33,70	ND	37,80
Rio Pacanari	Pac1	ND	26609	ND	ND	ND	9,42	57,20	62,90	54333	ND	ND	34,30



2324-00-EIA-RL-0001-01

UHE SANTO ANTÔNIO DO JARI
Estudo de Impacto Ambiental - EIA

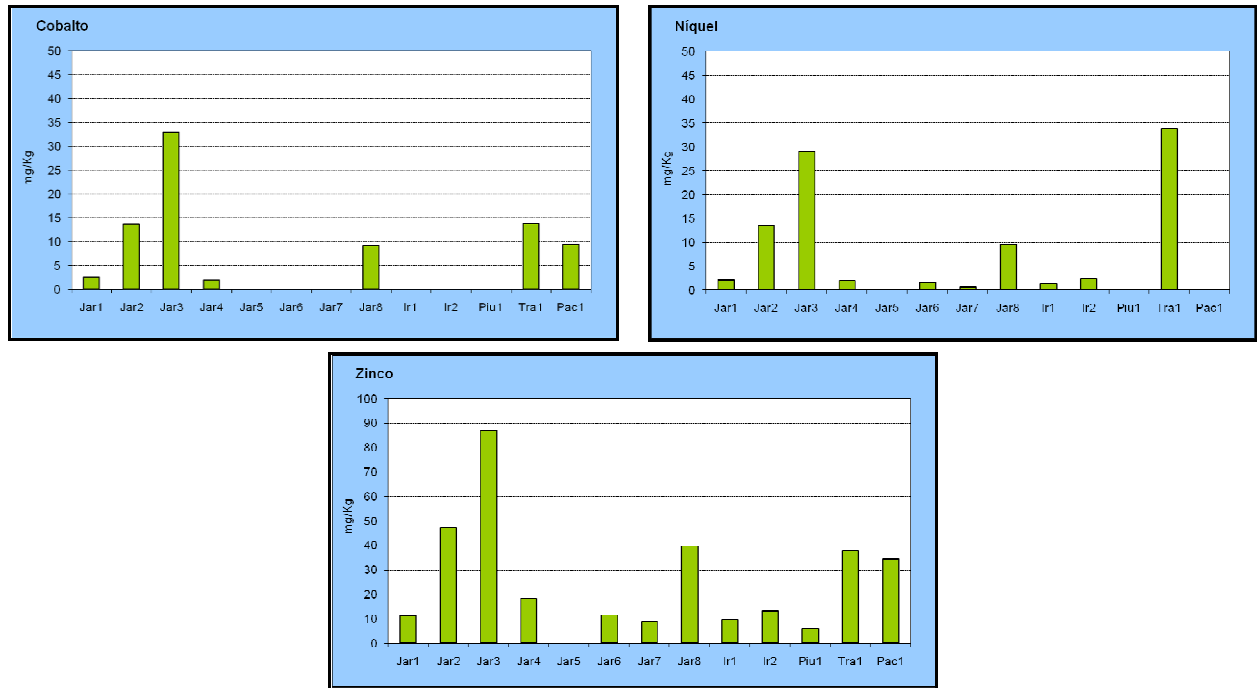


Gráfico 8.3-56 - Concentrações (mg/kg) de alumínio, cobalto, cobre, cromo, ferro, níquel e manganês no sedimento, em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

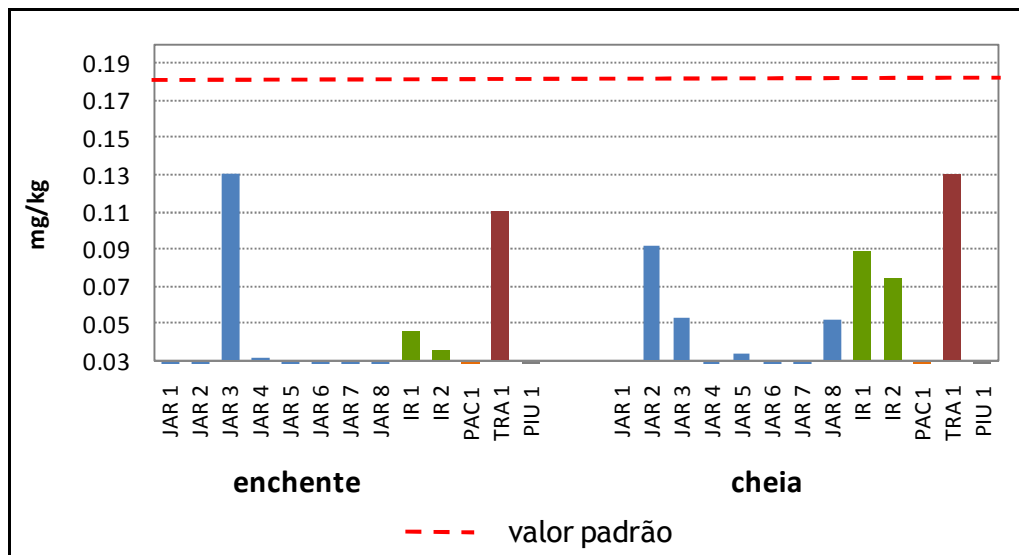


Gráfico 8.3-57 - Variação da concentração de mercúrio nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

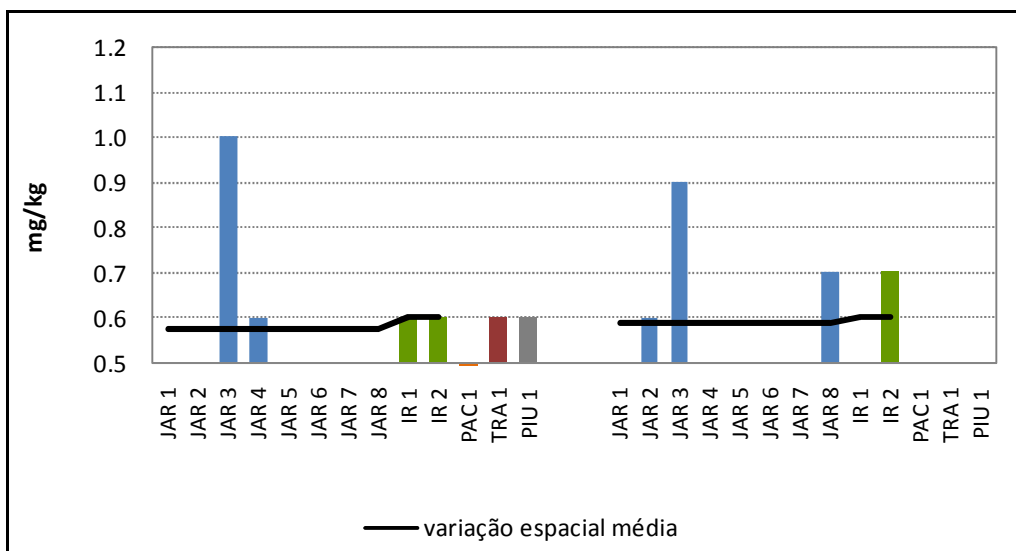


Gráfico 8.3-58 - Variação da concentração de prata nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

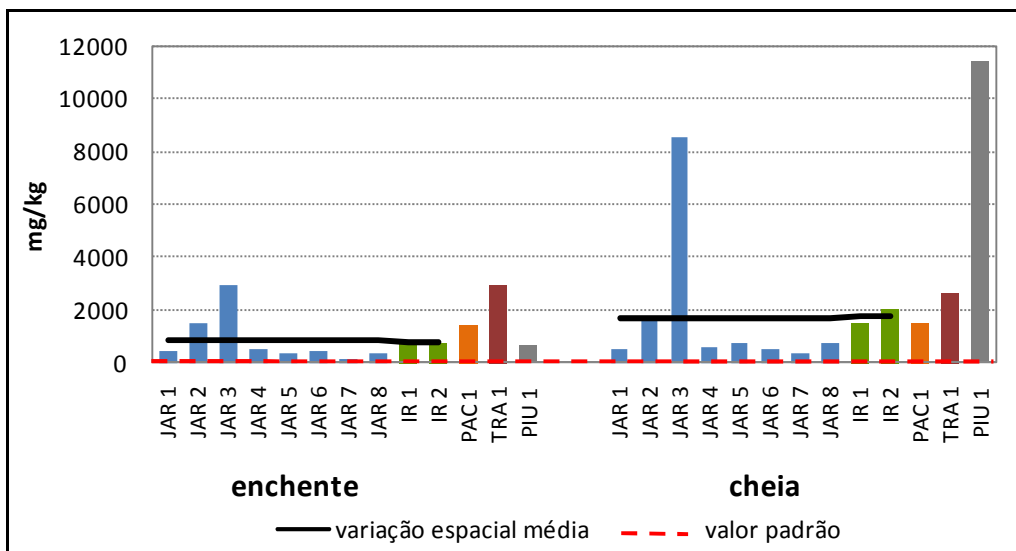


Gráfico 8.3-59 - Variação da concentração de alumínio nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

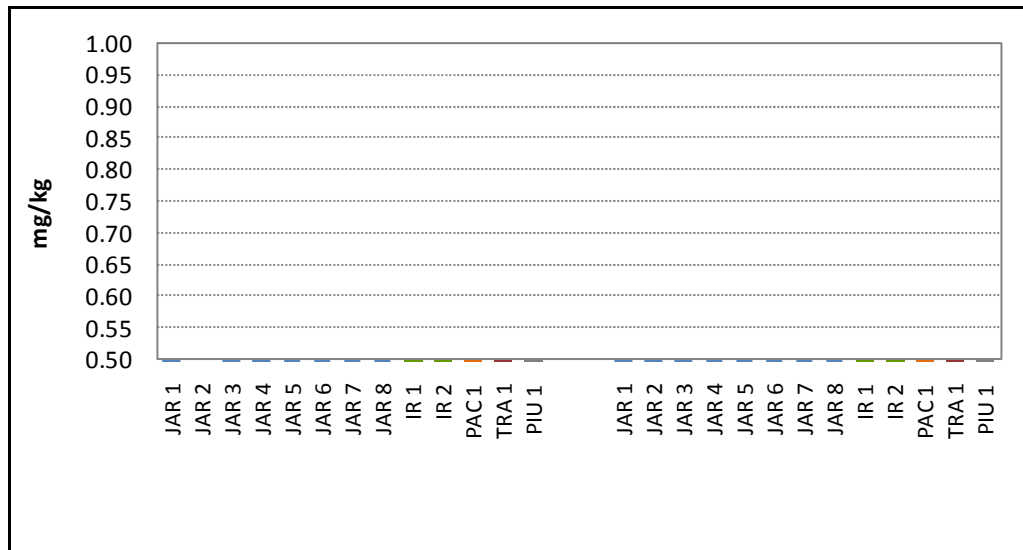


Gráfico 8.3-60 - Variação da concentração de arsênio nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

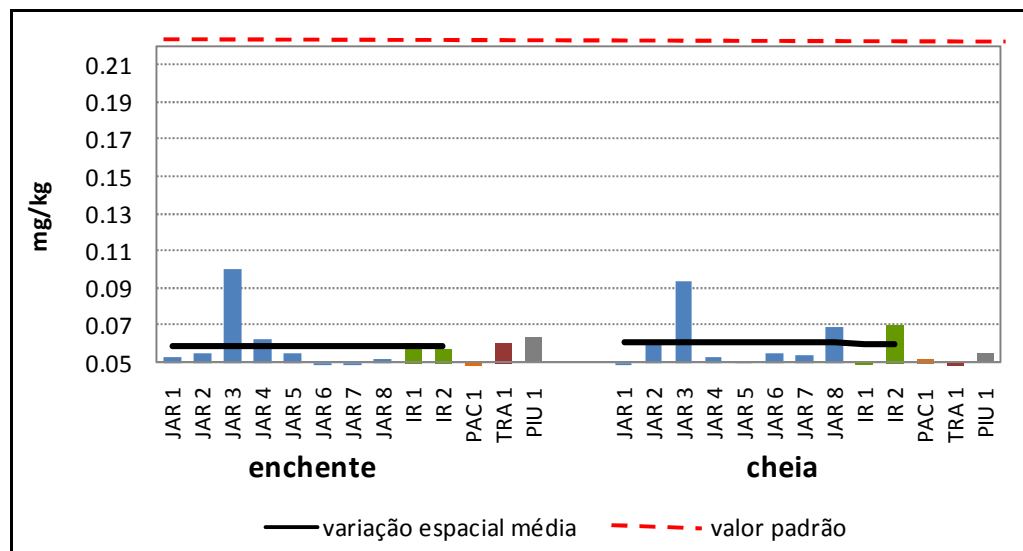


Gráfico 8.3-61 - Variação da concentração de cádmio nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

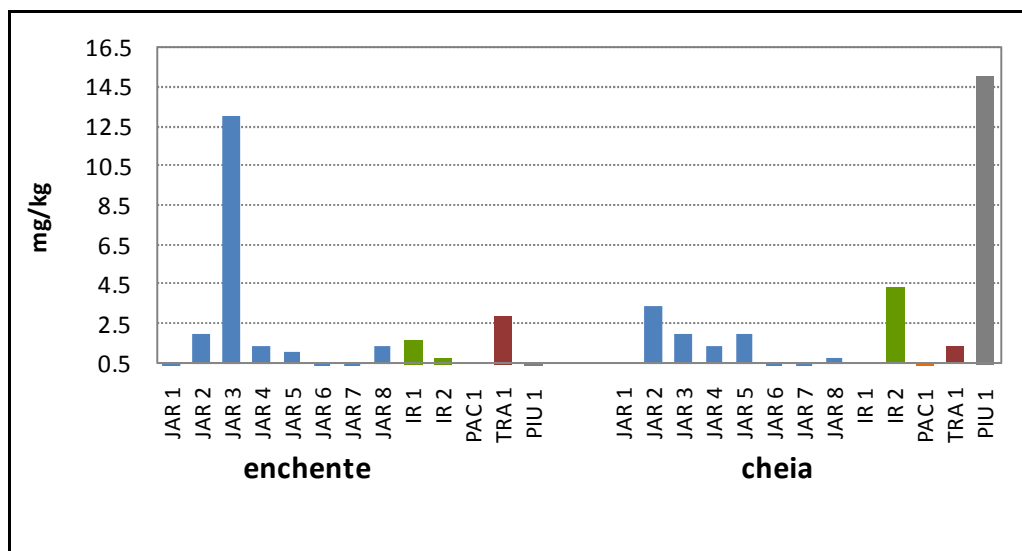


Gráfico 8.3-62 - Variação da concentração de cobalto nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

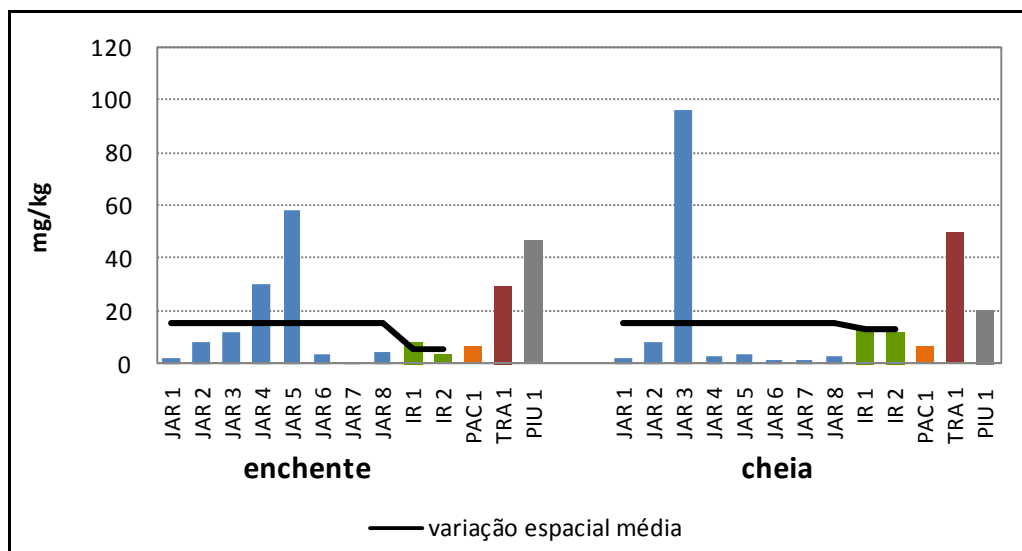


Gráfico 8.3-63 - Variação da concentração de cromo nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

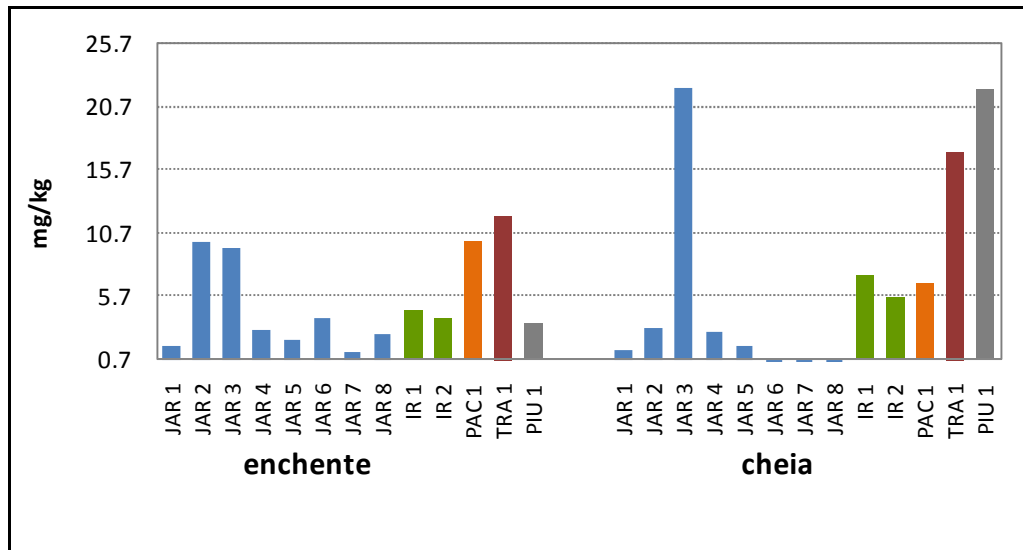


Gráfico 8.3-64 - Variação da concentração de cobre nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

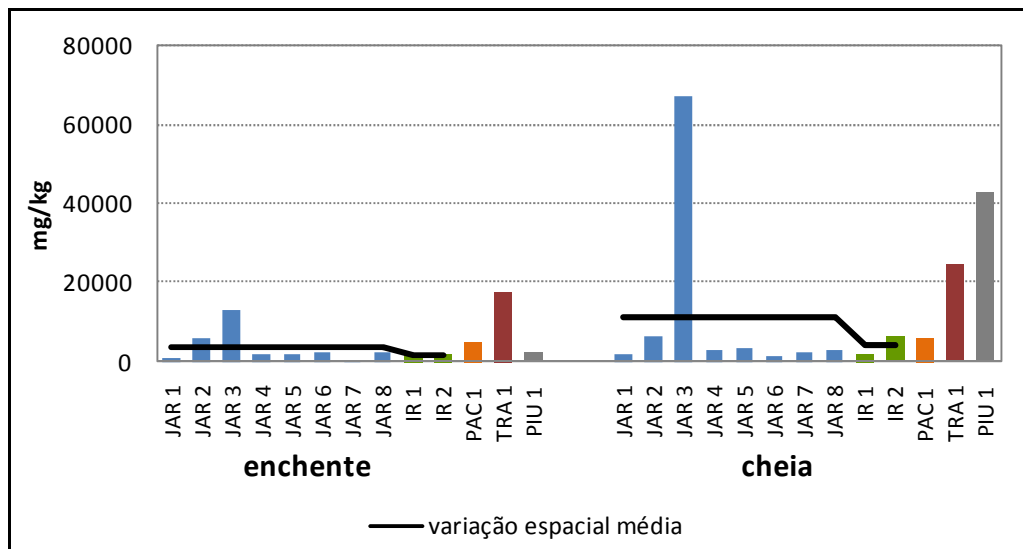


Gráfico 8.3-65 - Variação da concentração de ferro nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

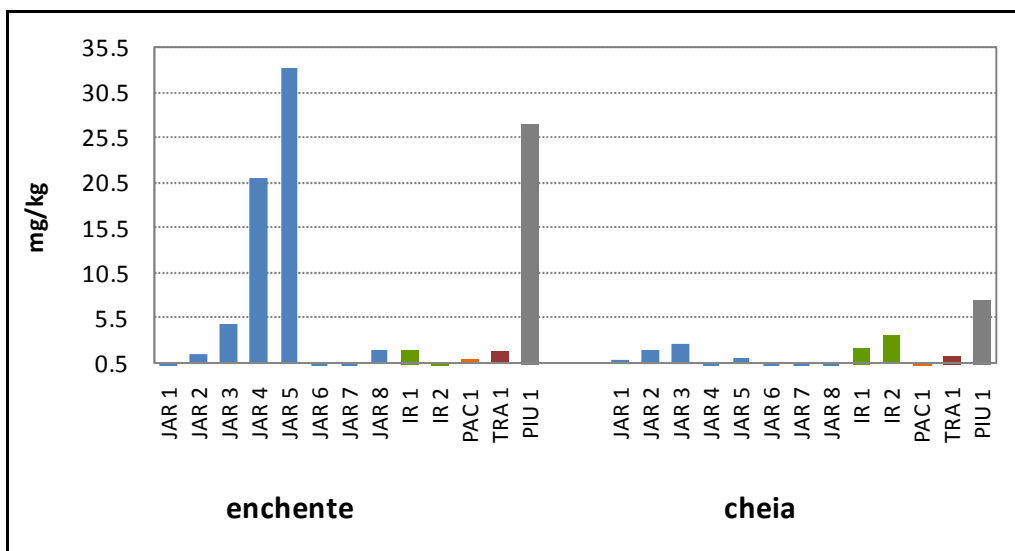


Gráfico 8.3-66 - Variação da concentração de níquel nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

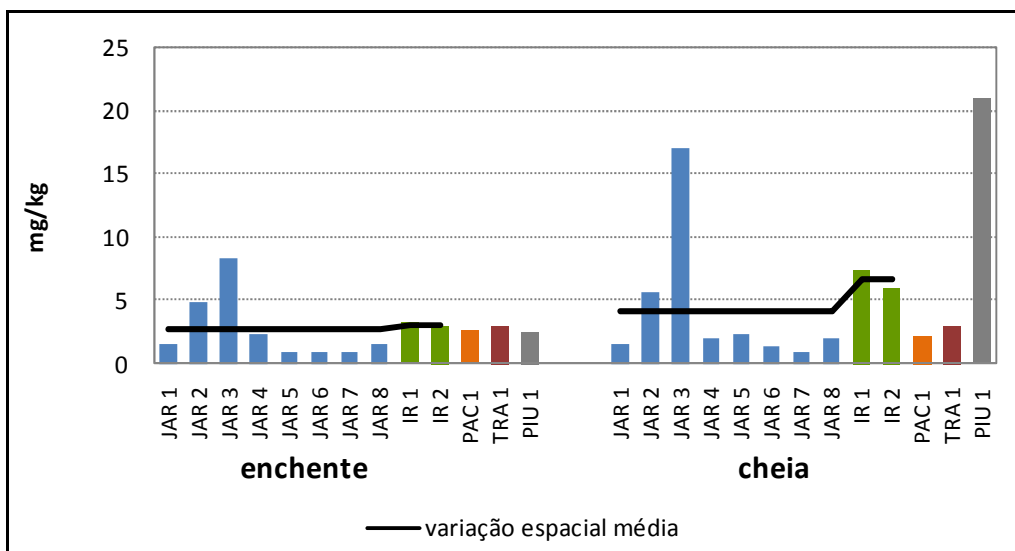


Gráfico 8.3-67 - Variação da concentração de chumbo nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

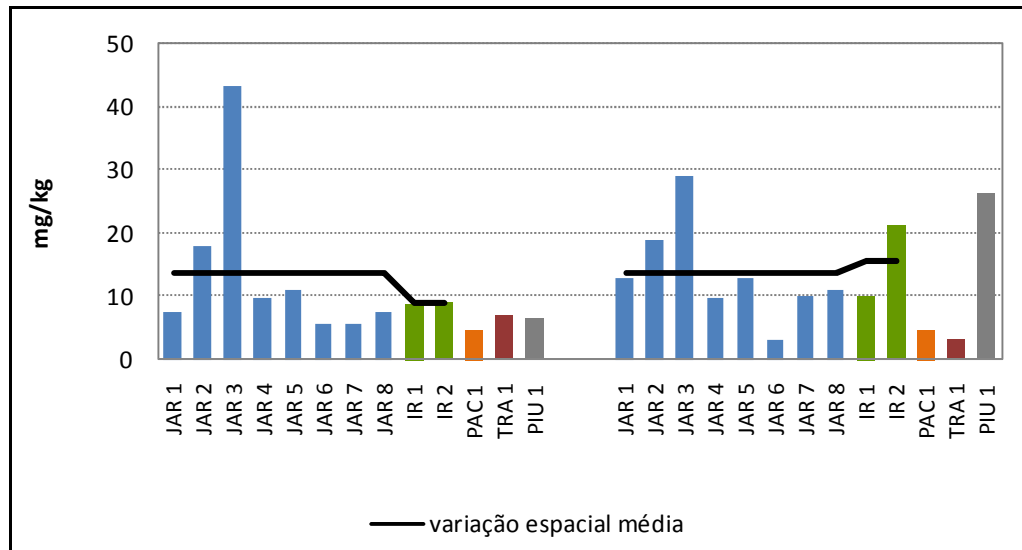


Gráfico 8.3-68 - Variação da concentração de zinco nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

8.3.1.5.3 - Granulometria do Sedimento

Na campanha de vazante (agosto de 2008), a análise granulométrica foi realizada a partir das coletas em todos os pontos de análise de qualidade da água, com exceção da estação Jar5 que não foi amostrada por não ter sido possível a coleta perto da cachoeira de Santo Antônio. Neste período a análise granulométrica do sedimento revelou que das 12 estações, em 10 a predominância foi de areia (Gráfico 8.3-69), com pouca contribuição de silte e argila na maioria destas 10 estações. Somente uma estação (JAR8) no rio Jari teve a predominância de silte e argila. As areias foram representadas por areia fina, variando de 11,88 a 76,50%, com média de 55,04%, areia média variou de 1,72 a 28,13%, com média de 11,50% e areia grossa variou de 1,32 a 28,82% com média de 6,54%. O percentual de silte e argila variou de 4,38 a 53,75%, com média de 26,93% (Gráfico 8.3-70 e

Quadro 8.3-27). Na vazante todas as estações foram classificadas pela predominância de areia fina seguida por silte e argila. Apenas nas estações JAR13, TRA1 e PAC tiveram predominância de silte e argila.

Nas campanhas de enchente (fevereiro de 2009) e cheia (maio de 2009), a análise granulométrica do sedimento mostrou grande variação entre as estações amostradas, desde pontos mais argilosos como o ponto JAR3 até pontos mais arenosos como o ponto JAR7. O **Gráfico 8.3-71** e o **Gráfico 8.3-72**, mostram as variações na granulometria do sedimento entre os pontos amostrados respectivamente durante a enchente e a cheia de 2009.

A composição granulométrica do sedimento é um fator importante na determinação nos padrões de distribuição e estrutura dos organismos que o habitam. Resh (1977) assinalou que a produção secundária de ninfas de Trichoptera em sistemas lóticos próximos a Manaus era direta e positivamente relacionada ao tamanho médio das partículas do substrato. Em pesquisas sobre a ecologia de macroinvertebrados bentônicos, vários autores têm demonstrado que a produção secundária destes organismos é maior em sedimentos compostos por partículas de siltes e areias finas (Callisto & Esteves, 1996).

No caso do Rio Jari, todos os pontos amostrais tiveram predominância de areia média e areia fina, com exceção do ponto TR1 (nos dois períodos do pulso) que foi composto em sua maioria por areia grossa e o ponto JAR3, e IR1 e IR2, onde prevaleceu a fração de silte e argila. Nesse sentido, por ser em sua maioria composta por sedimentos de tamanho intermediário, o rio Jari pode possuir alta produtividade secundária dos macroinvertebrados bentônicos por serem favorecidos pelo tamanho das partículas do sedimento.

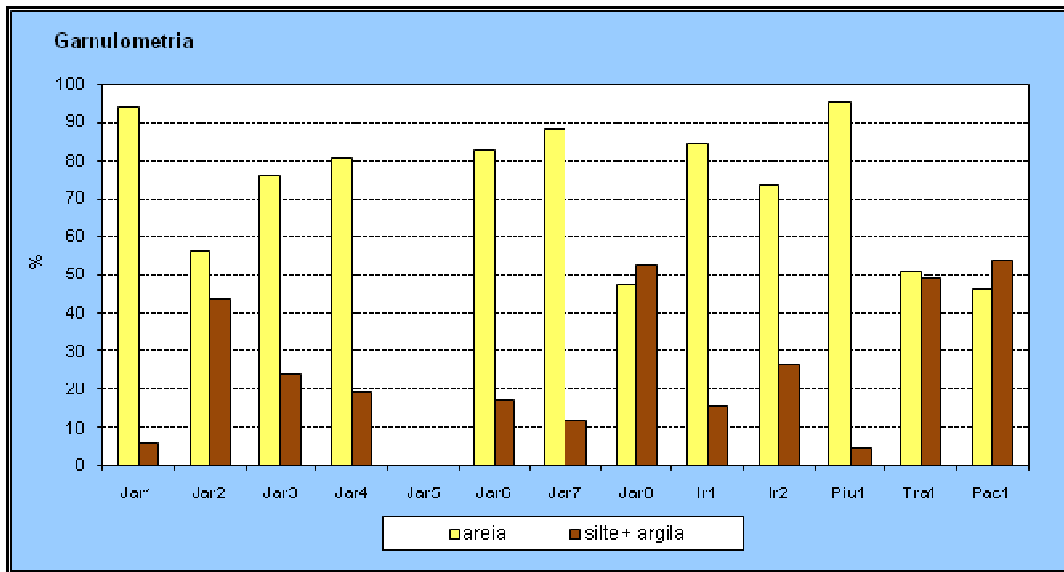


Gráfico 8.3-69 - Percentuais de Areia e Argila das análises do sedimento.

Quadro 8.3-27 - Composição granulométrica (%) em agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

GRANULOMETRIA (%)					
Rios	Estações	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte + Argila
Rio Jari	Jar1	1,77	28,13	64,45	5,64
	Jar2	2,38	3,63	50,31	43,68
	Jar3	5,89	16,45	53,39	24,27
	Jar4	1,32	4,82	74,71	19,15
	Jar5	NA	NA	NA	NA
	Jar6	3,96	13,35	65,48	17,21
	Jar7	4,06	23,15	61,07	11,72
	Jar8	7,25	4,9	35,31	52,54
Rio Iratapuru	Ir1	1,73	6,2	76,5	15,57
	Ir2	2,32	1,72	69,54	26,41
Rio Piunquara	Piu1	6,06	21,99	67,58	4,38
Rio Traira	Tra1	28,82	10,48	11,88	48,83
Rio Pacanari	Pac1	12,86	3,14	30,25	53,75

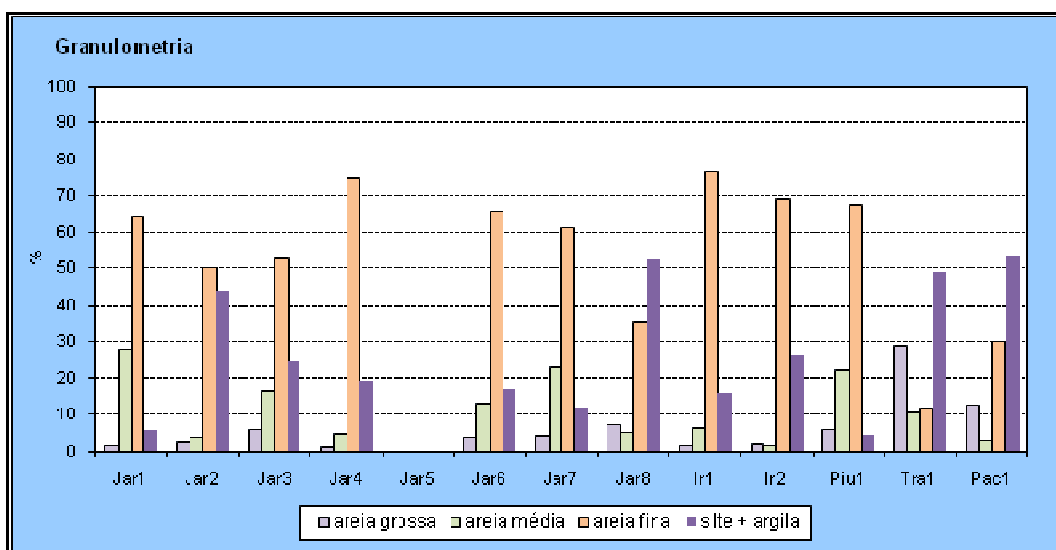


Gráfico 8.3-70 - Distribuição dos percentuais de areia fina, média, grossa, silte e argila das amostras de sedimento na área de influência da UHE Santo Antonio no Rio Jari, em agosto de 2008

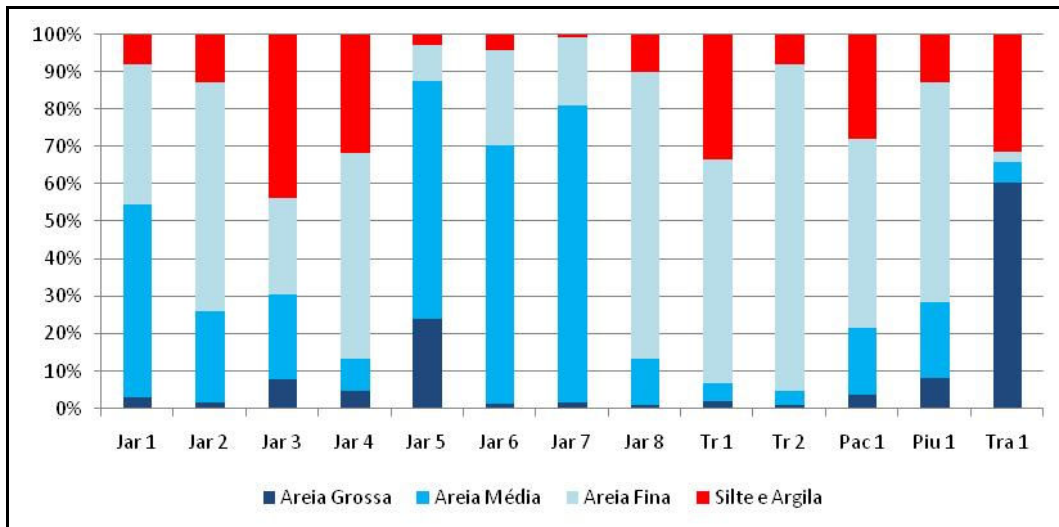


Gráfico 8.3-71 - Composição granulométrica do sedimento nas estações amostradas no rio Jari e seus tributários durante a enchente de 2009.

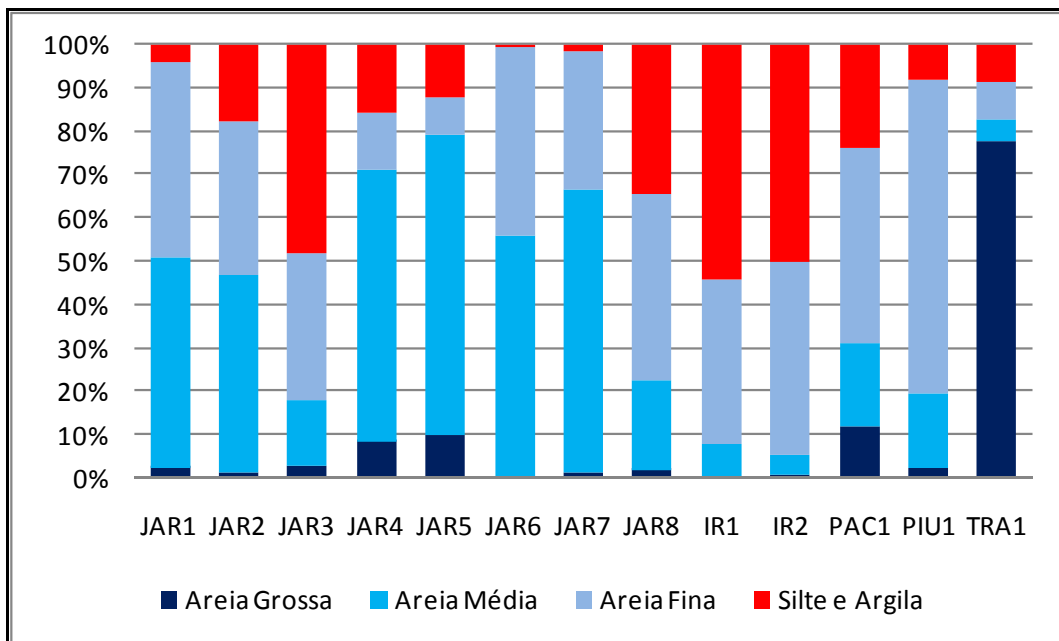


Gráfico 8.3-72 - Composição granulométrica do sedimento nas estações amostradas no rio Jari e seus tributários durante a cheia de 2009.

8.3.1.5.4 - Ordenação Espacial das Variáveis Abióticas

Uma Análise de Componente Principal (ACP) foi utilizada para caracterizar e identificar os pontos de coleta, de acordo com as variáveis analisadas no sedimento. A dispersão dos escores é apresentada no **Gráfico 8.3-73**. O eixo 1 resumiu 63% da variabilidade total dos dados, sendo influenciado de forma positiva principalmente pelo cobre, alumínio e ferro. O eixo 2 teve o níquel como principal variável positivamente relacionada (**Quadro 8.3-28**).

O eixo 1 agrupou à esquerda os pontos com valores mais elevados de sólidos, principalmente aqueles localizados no rio Jari e Piunquara. Já os pontos JAR4, JAR5 e PAC1, durante a enchente (fevereiro de 2009), foram principalmente relacionados a elevados valores de níquel. Entretanto, este padrão não foi observado no período de cheia. Os pontos localizados nos rios Piunquara e Traíra foram bastante semelhantes nos períodos de amostragem. O ponto JAR3 também apresentou elevadas concentrações de fósforo, carbono e nitrogênio como descrito acima. Esta foi a estação do rio Jari mais diferenciada em relação as demais, sugerindo que nesta área deve haver fatores locais que favorecem o acúmulo de sedimento nas frações orgânicas e inorgânicas. De maneira geral, os outros pontos apresentam concentrações intermediárias e uma distribuição mais homogênea não sendo possível diferenciar as estações situadas a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antônio.

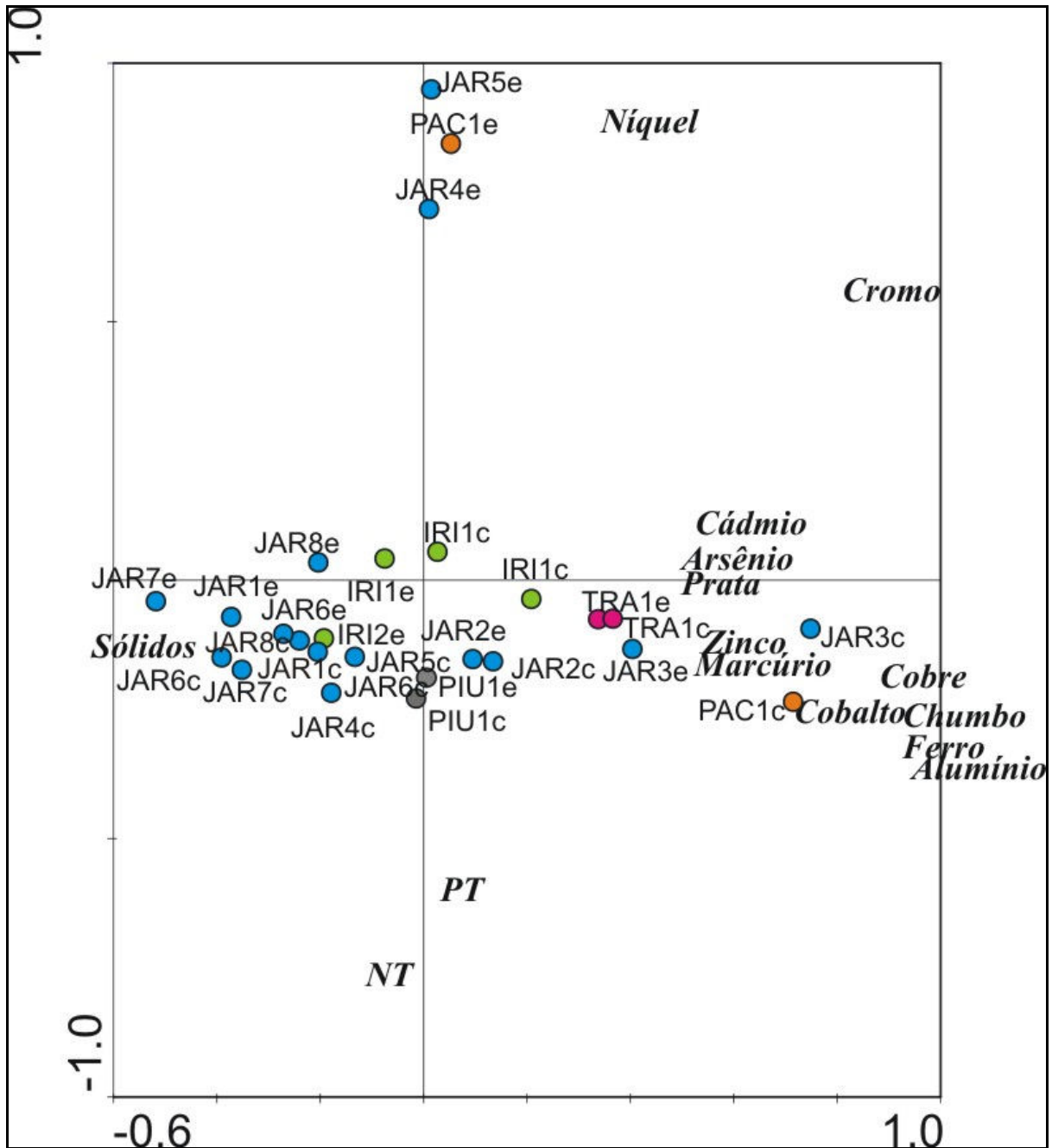


Gráfico 8.3-73 - Posição dos pontos de coleta ordenados de acordo com os dois primeiros eixos da ACP.

Quadro 8.3-28 - Correlação entre os valores das variáveis e os escores dos dois primeiros eixos da ACP.

Parâmetro	Eixo 1	Eixo 2
% explicabilidade	63.0	23.3
Sólidos	-0,42	-0,13
Nitrogênio total	-0,05	-0,62
Fósforo total	0,08	-0,51
Mercúrio	0,52	-0,13
Prata	0,5	0,01
Alumínio	0,83	-0,23
Arsênio	0,5	0,01
Cádmio	0,52	0,06
Cobalto	0,64	-0,2
Cromo	0,66	0,48
Cobre	0,89	-0,22
Ferro	0,82	-0,19
Níquel	0,17	0,95
Chumbo	0,81	-0,2
Zinco	0,62	-0,15

8.3.1.5.5 - Bacteriológicos - Coliformes Totais e Termotolerantes

As bactérias do grupo coliformes são bacilos gram negativos, de vida livre, classificados na família Enterobacteriana, comumente encontrados no ambiente e no trato intestinal de humanos e certos animais homeotérmicos. São excelentes indicadores de contaminação da água por organismos patogênicos, dada a sua grande viabilidade e resistência nos corpos d'água, por apresentarem-se em maior número que os microorganismos patogênicos e por não se reproduzirem no meio ambiente (Cabelli 1978). No entanto, coliformes também ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminadas por material fecal.

A ausência destas bactérias, que são provenientes do carregamento pela água da chuva e do lançamento de esgoto doméstico em corpos receptores, implica em uma água bacteriologicamente potável. Bactérias do grupo coliformes são divididas em coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os coliformes totais englobam espécies generalistas, tais como: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, capazes de crescer à temperatura ambiente.

São aeróbios ou anaeróbicos facultativos, não formadores de esporos e oxidase negativos. Um subgrupo destes, os coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais, são muito bem representados pela *Escherichia coli*, o único coliforme de origem fecal, caracterizado por apresentar as enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase. Coliformes termotolerantes podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45°C, com produção de ácido gás e aldeído.

Nas três primeiras campanhas, a contagem de coliformes totais teve a menor variação de vazante (agosto de 2008), entre 720 e 2.100 NMP/100ml. Na campanha do período de cheia (abril de 2008) variou entre 5.000 e 90.000 NMP/100ml, enquanto que na seca (outubro de 2007) a variação foi menor com valores entre 1.100 e 5.000 NMP/100ml (**Gráfico 8.3-74**). A maioria das concentrações apresentou-se usual aos teores normalmente encontrados. Grandes variações podem ser encontradas entre uma estação e outra, condicionada principalmente a proximidade de habitações locais e a geomorfologia nos arredores dos pontos amostrados associada à pluviosidade. Assim, as concentrações de coliformes totais apresentaram uma variação espacial apreciável e intrínseca ao ambiente estudado. O mesmo pode ser observado temporalmente, a variação espacial foi significativa quando aplicado teste t entre as densidades observadas nas duas campanhas para cada estação. Entretanto, salienta-se que a significância apresentada pelo teste foi limítrofe.

A variação da concentração de coliformes totais, durante a enchente (fevereiro de 2009), foi de 29 UFC/100mL (JAR1) a valores acima de 1.100 UFC/100mL (JAR3, JAR5, JAR8, IRI1, PAC1, TRA1 e PIU1), já durante a cheia (maio de 2009) com exceção dos pontos IR1 e JAR4, todos os outros pontos apresentaram concentrações de coliformes totais acima de 1.100 UFC/100mL (**Gráfico 8.3-75**).

Na vazante (agosto de 2008), os valores de coliformes fecais variaram de não detectável a 890NMP/100ml na estação Jar1, sendo uma concentração pontual, enquanto que seca e cheia o valor máximo foi de 300NMP/100ml. Comparando as concentrações de coliformes fecais encontradas entre as estações e entre campanhas (teste t realizado entre campanhas; $p=0,187$) é possível observar que este parâmetro apresentou uma variação espaço-temporal pequena e inexpressiva (**Quadro 8.3-31** e **Gráfico 8.3-76**). Durante a enchente (fevereiro de 2009) a variação de coliformes termotolerantes foi de 3 UFC/100 mL e 75 UFC/100mL e durante a cheia variou entre 3 UFC/100mL e 21 UFC/100mL (**Gráfico 8.3-77**).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite máximo é de 1.000 coliformes termotolerantes em 100 ml para águas de Classe 2. Para coliformes totais, esta legislação não estipula valores máximos. Assim sendo, todas as estações amostradas estiveram em conformidade com a legislação.

Devido às características lóxicas do futuro reservatório (tempo de retenção média, afluições hidrológicas e de cargas) não deverá ocorrer o aumento nas concentrações de coliforme na água. O tempo médio de renovação da água estimado em 6 dias (com pequena amplitude de variação) impede o desenvolvimento expressivo de coliformes no ambiente aquático.

Quadro 8.3-29 - Concentrações de coliformes totais (NMP/100ml) em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

COLIFORMES TOTAIS (NMP/100mL)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	5000	30000	1680
	Jar2	2200	90000	1700
	Jar3	5000	16000	720
	Jar4	1400	30000	1200
	Jar5	NA	NA	2100
	Jar6	NA	NA	856
	Jar7	1100	90000	823
	Jar8	NA	NA	988
Rio Iratapuru	Ir1	3000	5000	760
	Ir2	NA	NA	1600
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	1100
Rio Traira	Tra1	NA	NA	1560
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	1950

NA= não analisado

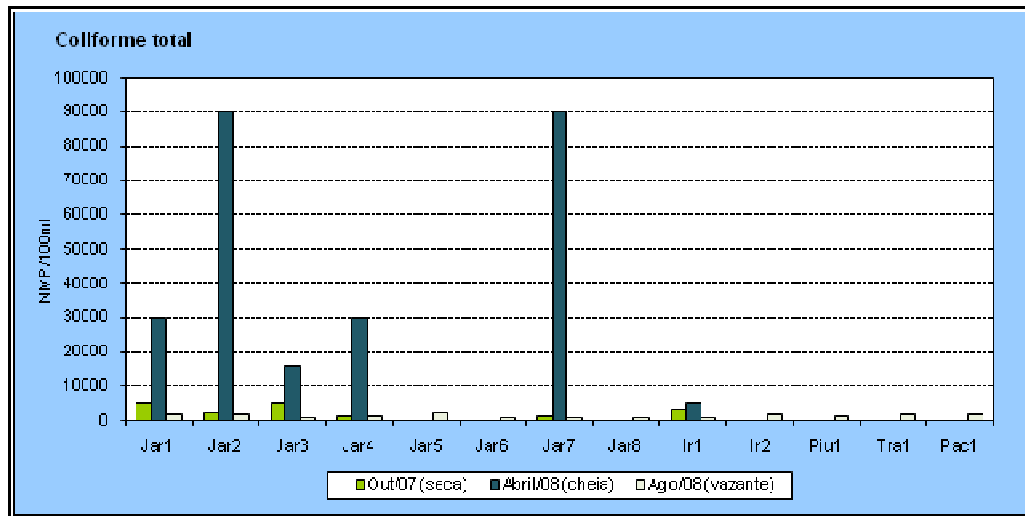


Gráfico 8.3-74 - Variação das concentrações de coliformes totais (NMP/100 ml) na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante).

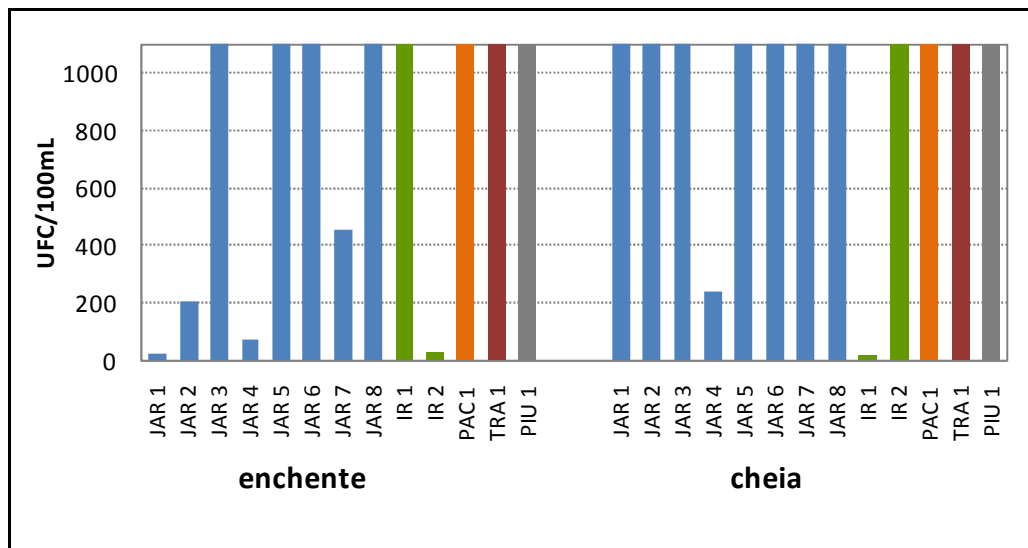


Gráfico 8.3-75 - Variação de coliformes totais nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari durante a enchente e cheia de 2009 (as barras que tingem o limite superior do gráfico representam valores >1100).

Quadro 8.3-30 - Concentrações de coliformes fecais (NMP/100ml), em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari. Concentrações em vermelho indicam teores acima do limite estabelecido na CONAMA 357/2005, para água doce, classe 2.

COLIFORMES FECAIS (NMP/100mL)				
Rios	Estações	Out/07 (seca)	Abril/08 (cheia)	Ago/08 (vazante)
Rio Jari	Jar1	40	ND	890,00
	Jar2	80	3,60	ND
	Jar3	20	20,00	ND
	Jar4	130	40,00	45,00
	Jar5	NA	NA	52,00
	Jar6	NA	NA	ND
	Jar7	12	40,00	ND
	Jar8	NA	NA	ND
Rio Iratapuru	Ir1	300	20,00	260,00
	Ir2	NA	NA	ND
Rio Piunquara	Piu1	NA	NA	42,00
Rio Traira	Tra1	NA	NA	ND
Rio Pacanari	Pac1	NA	NA	ND

NA= não analisado

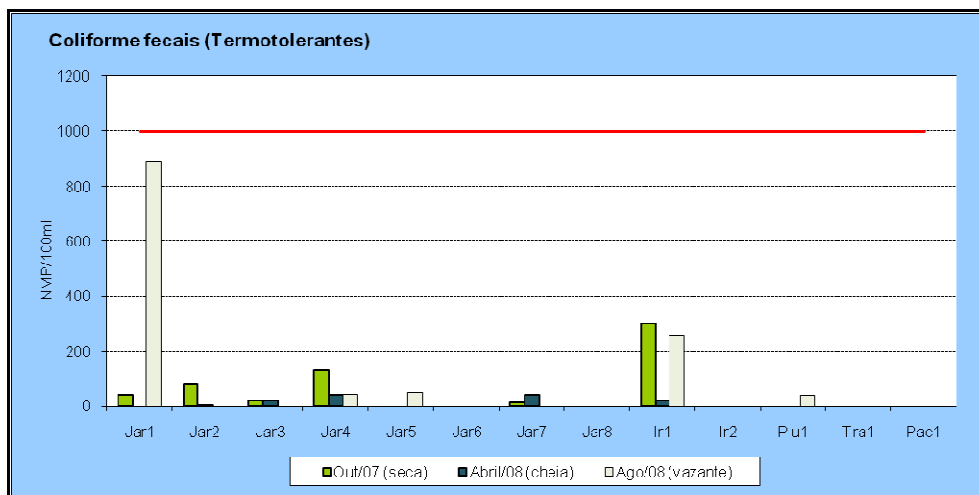


Gráfico 8.3-76 - Variação das concentrações de coliformes fecais (NMP/100ml) na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante). Em vermelho encontra-se o limite máximo estipulado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2 (coliformes termotolerantes não superiores a 1.000NMP/100mL).

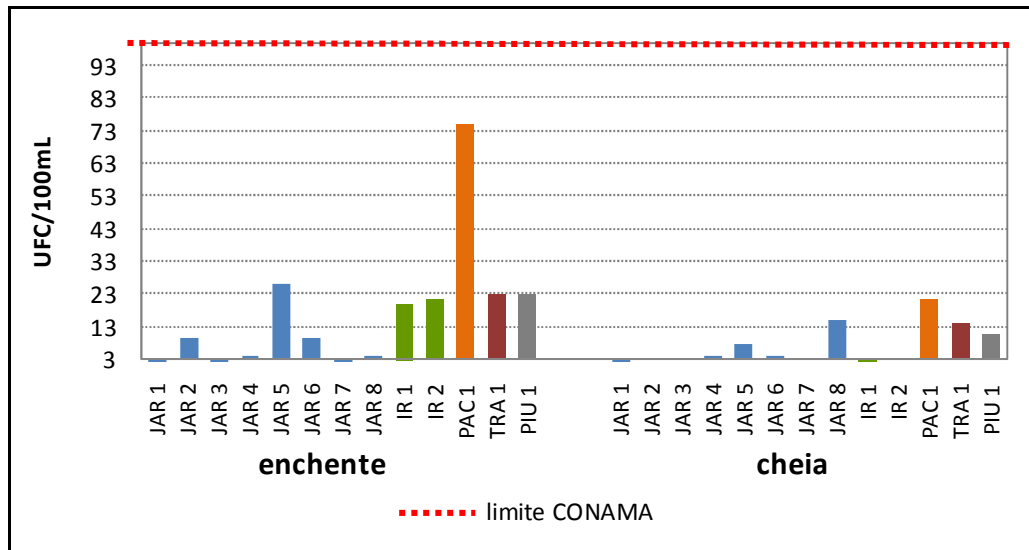


Gráfico 8.3-77 - Variação de coliformes termotolerantes nos pontos de coleta na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari durante a enchente e cheia de 2009 (os pontos JAR1, JAR3 e JAR 7 apresentaram valores < 3,0).

Quadro 8.3-31 - Densidade de coliformes totais e termotolerantes nas estações amostrais na área de influência da UHE Santo Antonio do Jari durante a enchente e cheia de 2009.

PARÂMETRO	UNIDADE	LQ	Limite permitidos	JAR 1	JAR 2	JAR 3	JAR 4	JAR 5	JAR 6	JAR 7	JAR 8	IR 1	IR 2	PAC 1	TRA 1	PIU 1
ENCHENTE																
Coliformes Totais	UFC/100ml	1	-	29	210	>1100	75	>1100	1100	460	>1100	>1100	35	>1100	>1100	>1100
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	1	1000	<3,0	9,1	<3,0	3,6	26	9,1	<3,0	3,6	20	21	75	23	23
CHEIA																
Coliformes Totais	UFC/100ml	1	-	>1100	>1100	>1100	240	>1100	>1100	>1100	1100	21	>1100	>1100	>1100	>1100
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	1	1000	<3	<3	<3	3,6	7,3	3,6	3	15	<3	3	21	14	11
(*) Limites definidos pela Resolução CONAMA No 357 de 25 de Março de 2005 para águas da classe II. LQ - Limite de quantificação																

8.3.1.6 - Modelagem Matemática

Visando prognosticar a hidrodinâmica e a qualidade da água após a implantação do UHE Santo Antônio do Jari, foram realizadas três modelagens matemáticas considerando os seguintes trechos: item 8.3.1.6.1 - Montante do Eixo da Barragem (Reservatório); item 8.3.1.6.2 - Remanso do Reservatório; item 8.3.1.6.3 - Jusante do Eixo da Barragem.

8.3.1.6.1 - Montante do Eixo da Barragem

No campo da informática, em associação aos modelos matemáticos de qualidade da água, o conjunto de produtos mais eficazes no tratamento de problemas de grandes extensões territoriais é o dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Estes sistemas são especializados em armazenar e processar grandes quantidades de informações relacionadas a objetos geograficamente existentes. Em muitas situações é conveniente permitir a associação de informações não espaciais a um banco de dados georreferenciados. No estudo das bacias de drenagem dos sistemas aquáticos, é importante agregar aos seus geo-objetos informações que interferem na qualidade da água do ecossistema. Informações como a população e taxa de crescimento de um centro urbano, características agrícolas das regiões de plantio, características físico-químicas, dados de vazão dos efluentes dos pólos industriais, dados qualitativos das atividades mineradoras, e muitas outras que não têm caráter geográfico, mas estão intimamente relacionadas com os geo-objetos que compõe o problema em estudo (Assad, 1993).

Desta forma, o geoprocessamento é uma ferramenta muito poderosa e facilita nas tomadas de decisão nas simulações com os modelos matemáticos para uma análise aprofundada dos panoramas simulados para a qualidade da água do reservatório.

Conforme apresentado anteriormente, o rio Jari, em condições de qualidade da água muito próximas às atuais, será a entrada principal do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari, tanto no enchimento, quanto ao longo de sua operação. Considerando-se os poucos usos territoriais praticados na região, somados à ausência de sinais evidentes de poluição provocada pelos efluentes drenados de sua bacia pode-se afirmar que a qualidade da água nas proximidades do eixo da UHE Santo Antônio do Jari ainda será decorrência do aporte de matéria orgânica da área florestada característica de sua bacia.

O formato longitudinal do futuro reservatório da UHE Santo Antônio do Jari e as altas vazões em sua calha principal terão grande influência sobre a qualidade da água durante sua estabilização, conforme será apresentado neste trabalho. Apenas um tributário, o rio Iratapuru, foi considerado relevante na modelagem do ambiente aquático, devido às suas magnitudes de vazão.

8.3.1.6.1.1 - Modelo CE-QUAL-W2

Histórico

A primeira versão desse modelo - *Laterally Averaged Reservoir Model*, 1975 - mais conhecida como **LARM**, não era capaz de representar situações estuarinas, nem casos complexos que envolvessem mais de uma subdivisão no problema (*branches*).

Em sua segunda versão - *Generalized Longitudinal-Vertical Hidrodinamics and Transport Model* - **GLVHT**- o modelo teve sua capacidade de representação ampliada para comportar situações de estuário e de múltiplas subdivisões.

Em sua terceira versão, de 1986, o Grupo de Modelagem da Qualidade da Água do WES (*US Army Engineer Waterways Experiment Station*), incorporou ao seu conjunto de funções os algoritmos de qualidade da água, resultando no **CE-QUAL-W2**, versão 1.0.

Em 1995, **CE-QUAL-W2** foi lançado em sua versão 2.0, contendo uma série de melhoramentos, sobretudo nos processos de transporte e no cálculo dos balanços de energia, visando ao aumento de sua acurácia e eficiência computacional.

A versão mais atual **CE-QUAL-W2** ver 3.6 (2008), acrescentou uma série de facilidades, como utilitários de pré e pós-processamentos, assim como estendeu as capacidades do modelo para além dos limites das versões anteriores. Esta modernização, entretanto, não altera as concepções para estratégias de cálculo daquele modelo.

Nos problemas em reservatórios de profundidades crescentes e sem grandes variações nas distâncias entre as margens, é viável calcular com rigor apenas os processos que têm orientação longitudinal e de profundidade. Desta forma, os modelos bidimensionais da categoria dos Modelos Lateralmente Homogêneos têm intensa utilização nestes casos.

Embora a hipótese da homogeneização de uma das dimensões resulte numa simplificação que reduz o esforço numérico de solução do problema, ainda assim os casos resolvidos por modelos bidimensionais são bastante dispendiosos em volume de cálculos e podem apresentar, eventualmente, dificuldades de convergência.

A grande complexidade e a forma irregular dos contornos naturais que delimitam os corpos d'água dificultam representações adequadas do problema, forçando a evolução e o aperfeiçoamento das técnicas de resolução de sistemas de equação nestes domínios espaço-temporais. Apesar de o modelo ser muito versátil e robusto, existe limitação em sua base teórica. As equações de hidrodinâmica e de transporte do modelo adotam a simplificação de homogeneidade lateral. Esta simplificação considera desprezíveis as variações laterais de velocidade, temperatura e concentrações dos constituintes.

As interações entre os parâmetros de qualidade da água relativos a um ecossistema aquático são extremamente intrincadas e nem sempre totalmente conhecidas. Por este motivo, a descrição matemática dos ecossistemas aquáticos torna-se uma tarefa bastante complexa, onde simplificações são frequentemente necessárias.

Sob técnicas especiais, este modelo pode ser utilizado no estudo do comportamento de diversos parâmetros e constituintes da qualidade da água, mediante simulações dos dias iniciais de enchimento de reservatórios em diversos panoramas propostos para o desmatamento e/ou a limpeza da bacia de acumulação, definidos nas avaliações de geoprocessamento.

Dados de Entrada

Esta seção relaciona os dados necessários para a estimativa espaço-temporal de estabilização do futuro corpo hídrico assim como dados finais para a execução do modelo CE-QUAL-W2 e apresenta os procedimentos de preparação dos mesmos a partir das informações básicas. Todas as informações utilizadas para realização deste estudo de modelagem e simulação foram fornecidas pela empresa Ecology Brasil.

8.3.1.6.1.2 - Dados Geomorfológicos

Dados Requisitados pelo CE-QUAL-W2

Os dados requisitados pelo CE-QUAL-W2 para a representação territorial e geométrica do reservatório são:

- o comprimento longitudinal (percurso de rio) em cada segmento definido (em metros);
- o ângulo, em relação ao leste, de cada um dos segmentos (em radianos);
- a elevação do nível de água para cada segmento (em metros);
- a espessura de cada camada definida (em metros);
- a largura na superfície de cada segmento definido que, multiplicada pelo comprimento do segmento definido, é igual à área real do segmento (em metros);
- as larguras nas demais camadas desse mesmo segmento (em metros).

Procedimentos

Para a representação no modelo, o reservatório foi tratado como um trecho único representando a porção principal do reservatório sobre a calha do rio Jari.

O reservatório foi dividido na vertical em 32 camadas com 1 metros de altura, cobrindo a faixa entre as elevações 0.00 m e 32.00 m.

Para a discretização na horizontal foram inicialmente determinados, em cada trecho, pontos no talvegue equidistantes entre si. Tal divisão aplicada para o trecho do rio Jari gerou segmentos de aproximadamente 1200 m.

Foram obtidos no total 27 segmentos dos 29 formadores do grid computacional. Os demais 2 segmentos são utilizados pelo modelo para resolução do sistema e, portanto, não têm significação geográfica.

A curva de nível 32 m e os limites dos segmentos são apresentados na **Figura 8.3-3**, enquanto que a numeração, comprimentos e áreas dos segmentos encontram-se na **Quadro 8.3-32**.

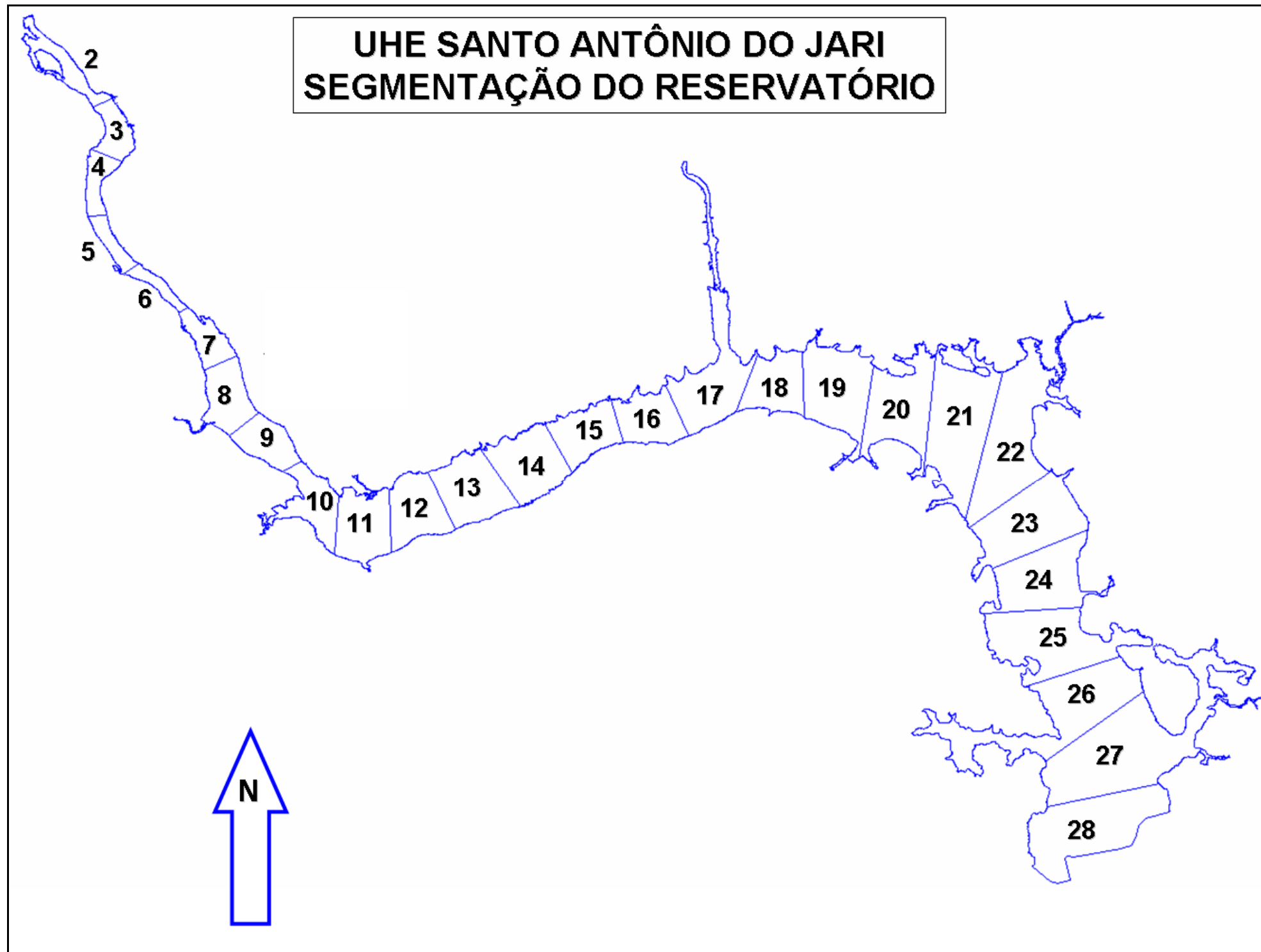


Figura 8.3-3 - Curva de Nível 32 m e os Limites dos Segmentos

Para cada segmento, foram determinadas as áreas inundadas para cada curva de nível. Por sua vez, cada área dividida pelo comprimento do segmento fornece a largura da camada cujo centróide se encontra na elevação da respectiva curva de nível. Para as demais camadas, sem curva de nível associada, as larguras foram obtidas por interpolação cúbica.

Quadro 8.3-32 - Medidas dos Segmentos

SEGMENTO	ÁREA (m ²)	COMPRIMENTO (m)
2	604226	2090
3	513621	1016
4	422420	1190
5	321367	1139
6	252361	1229
7	552427	1178
8	917446	1195
9	748664	1190
10	956858	1264
11	1209616	992
12	1147662	1069
13	1369654	1129
14	1412439	1192
15	1010402	1156
16	990355	1121
17	1960879	1322
18	1046564	1019
19	1799123	1216
20	1786049	1177
21	2608502	1108
22	2733355	1236
23	2073060	1272
24	1775373	1200
25	2307037	1200
26	2822988	1000
27	3935409	1350
28	2459597	1750

A combinação dos dados de comprimento e área de cada segmento do corpo principal possibilitou a representação volumétrica da discretização adotada neste trabalho, ilustradas no **Gráfico 8.3-78** e **Gráfico 8.3-79**.

Como pode ser visto na **Gráfico 8.3-78**, este reservatório apresentará características marcantes. Em cerca de 50 % de seu curso longitudinal, partindo de montante, possui pouca profundidade e volume de armazenamento. Nos 50 % restantes ocorre uma vigorosa alteração em suas feições e ali residirá a parte majoritária de sua massa d'água.

O **Gráfico 8.3-79** apresenta de forma mais assertiva esta distribuição de volumes. Ainda com respeito a essa figura, vale frisar que a região azul, embora extensa, comporta apenas 32 % da massa d'água. Por ser estreita, essa região, é marcada por regimes de fluxo ditados pelas vazões afluentes do rio Jari e os processos que ocorrem na dimensão longitudinal são dominantes sobre aqueles que ocorrem nas demais direções.

A região amarela do **Gráfico 8.3-78**, que abriga 68 % da massa d'água, é larga e mais profunda. Sua circulação é um pouco menos marcada por regimes de fluxo ditados pelas vazões afluentes do rio Jari e ali são importantes os efeitos das vazões defluentes pelas estruturas da barragem e aqueles decorrentes das variações climáticas sazonais (ventos e frentes frias). Nessa região os processos que ocorrem na dimensão longitudinal são menos dominantes sobre aqueles que ocorrem nas demais direções.

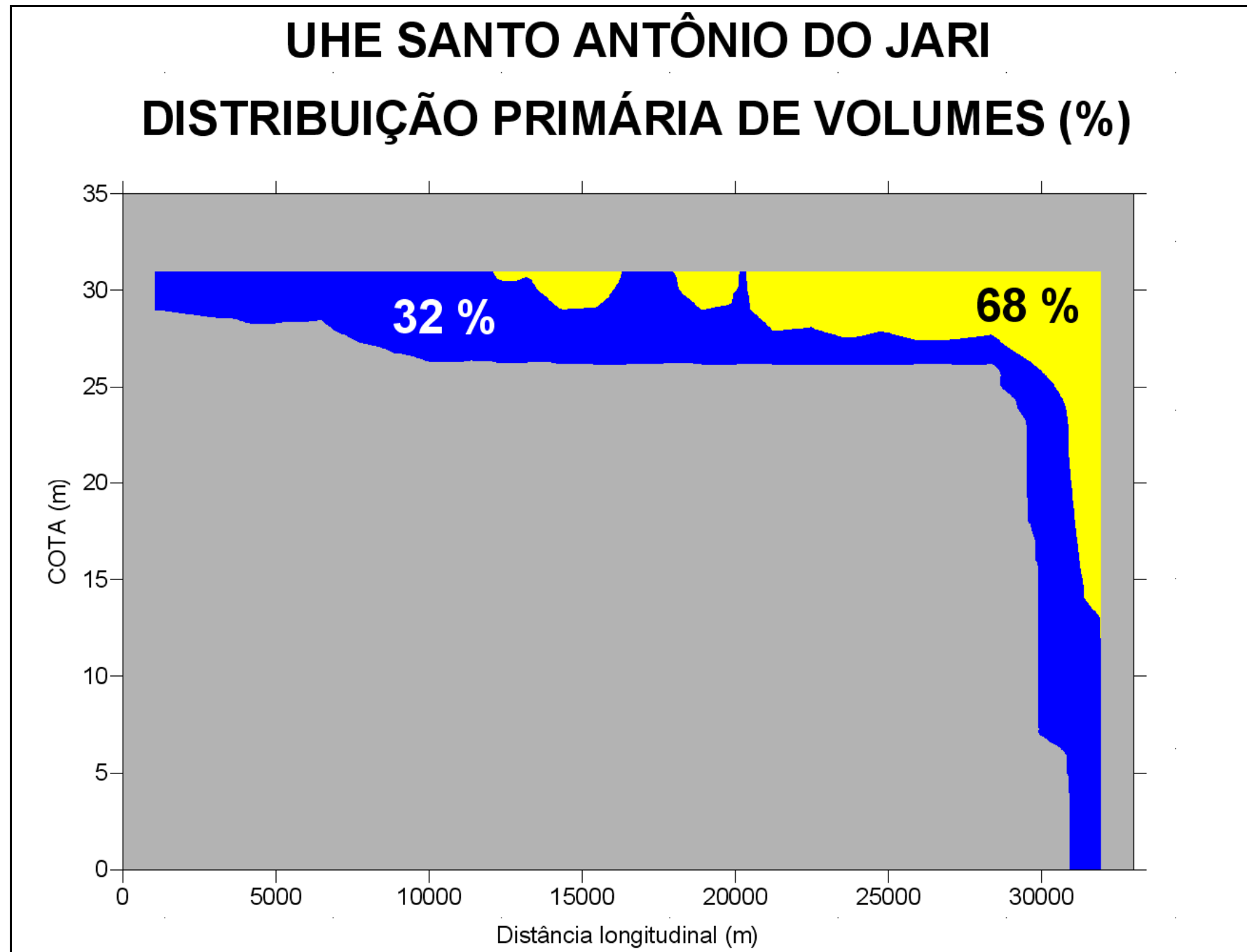


Gráfico 8.3-78 - Representação Volumétrica da UHE Santo Antônio do Jari

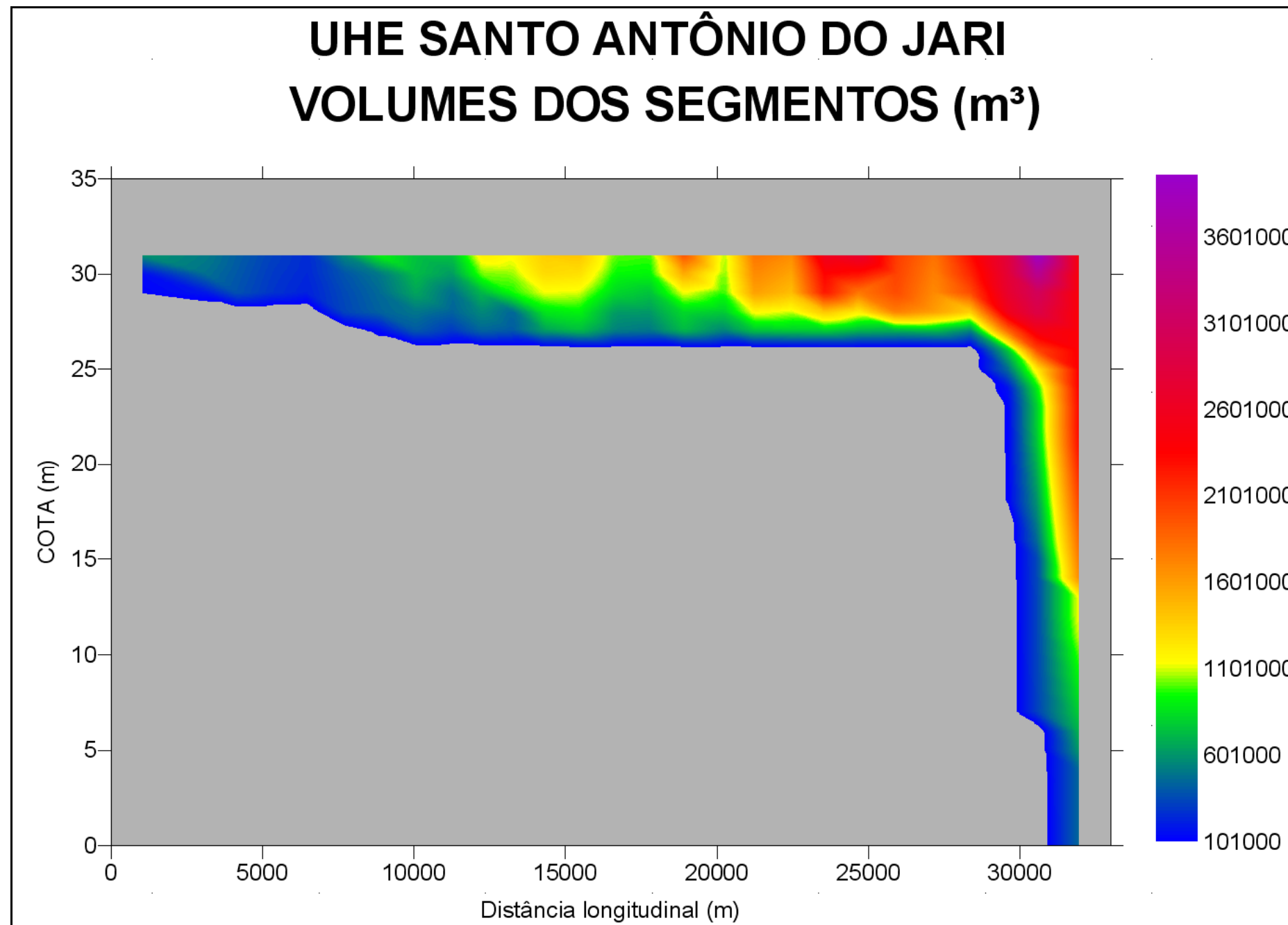


Gráfico 8.3-79 -Distribuição Volumétrica da UHE Santo Antônio do Jari

8.3.1.6.1.3 - Dados Hidrológicos

Dados Requisitados pelo CE-QUAL-W2

Os dados requisitados pelo **CE-QUAL-W2** para a representação hidrológica do reservatório são:

- Séries de descargas líquidas afluentes a cada trecho;
- Séries de descargas líquidas defluentes do reservatório.

Procedimentos

Com respeito às vazões afluentes, foi elaborada uma série sintética de valores diários, criada a partir da média dos valores diários dos últimos cinco anos (2004 a 2008).

Com respeito às vazões defluentes, foram seguidas a regras listadas abaixo:

- Regras de Operação
 - ▶ De 0 a 95 m³/s (30 + 65): as vazões são totalmente vertidas.
 - ▶ De 95 a 1337 m³/s : 30 m³/s são vertidos e até 1307 m³/s são turbinados.
 - ▶ Acima de 1337 m³/s : 1307 são turbinados e o excedente é vertido.

O **Quadro 8.3-33** apresenta uma síntese dos dados hidrológicos utilizados para simulação numérica.

Quadro 8.3-33 - Vazões afluentes e defluentes máximas e mínimas com médias e desvios padrão.

	RIO JARI (m ³ /s)	RIO IRATAPURU (m ³ /s)	VAZÃO AFLUENTE TOTAL (m ³ /s)	VAZÃO DEFLUENTE NAS MÁQUINAS (m ³ /s)	VAZÃO DEFLUENTE NO VERTEDOIRO 01 (m ³ /s)	VAZÃO DEFLUENTE NO VERTEDOIRO 02 (m ³ /s)
MÁXIMO	2506	237	2743	1307	95	1341
MÍNIMO	213	20	233	138	95	0
MÉDIA	326	31	357	262	95	0
DESVIO PADRÃO	751	71	822	491	0	419

8.3.1.6.1.4 - Dados Meteorológicos

▪ Dados Requisitados pelo CE-QUAL-W2

Os dados requisitados pelo CE-QUAL-W2 para a representação climática da região do reservatório são:

- ▶ A temperatura média diária do ar (graus centígrados);
- ▶ A temperatura do ar no ponto de orvalho (graus centígrados);
- ▶ O ângulo dos ventos, em relação ao leste (em radianos);
- ▶ A intensidade dos ventos (em metros por segundo);
- ▶ A cobertura de nuvens (escala de 1 a 10).

▪ Procedimentos

Os dados meteorológicos foram gerados através da compilação dos dados obtidos em Macapá, para gerar série climática para a região, compatível com o período simulado. Estão apresentados na **Quadro 8.3-34** os valores de máximos, mínimos, médias e desvios padrão da série adotada na modelagem.

Quadro 8.3-34 - Dados meteorológicos máximos, mínimos, médias e desvios padrão

	Temperatura (°C)	Temperatura do ponto de orvalho (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Direção do vento (rad)	Cobertura de nuvens
MÁXIMO	32,60	26,65	6,28	26,20	10,00
MÍNIMO	23,60	17,68	0,00	0,00	2,50
MÉDIA	28,35	24,33	1,71	2,74	7,02
DESVIO PADRÃO	1,62	0,53	1,16	1,13	1,55

8.3.1.6.1.5 - Dados de Qualidade da Água

Os parâmetros simulados foram:

- Temperatura da água (T, graus centígrados);
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO, g/m³);
- Idade da água (Age, dias);
- Ortofosfato solúvel (PO₄, g/m³);
- Nitrogênio amoniacal (NH₃, g/m³);
- Nitrato (NO₃, g/m³);
- Oxigênio dissolvido (OD, g/m³).

Dados Requisitados pelo CE-QUAL-W2

Os dados requisitados pelo CE-QUAL-W2 para a representação de qualidade da água da região do reservatório são:

- Séries temporais de concentrações para os parâmetros e para temperatura da água em todas as entradas do reservatório.

Procedimentos

Os dados secundários tomados como base para as estimativas dos teores dos constituintes simulados foram extraídos do EIA e dados de monitoramento limnológico complementar do rio Jari.

Os dados utilizados se referem campanhas de coleta, realizadas durante os períodos de chuvas (cheia) e de seca (estiagem) e também nos períodos intermediários, vazante e enchente. Foram analisadas amostras de água de dez pontos de coleta: oito no rio Jari e dois no tributário da margem esquerda, o rio Iratapuru.

A metodologia adotada para simular tanto a temperatura da água, quanto a concentração diária dos parâmetros modelados, consistiu da geração de uma função não-linear do parâmetro (e também para a temperatura da água), calculada a partir do dia de simulação e pela temperatura média do ar dos cinco dias anteriores, ambos elevados aos seus respectivos coeficientes **K**, **A**, e **B** (Soares, 1999):

$$[\text{PARAMETRO}] = K * [\text{DIA}]^A * [\text{Tar}]^B$$

onde os coeficientes são: “**K**” (multiplicador de proporção), “**A**” (expoente da contribuição sazonal) e “**B**” (expoente da contribuição de magnitude) .

Os coeficientes destas funções foram determinados por regressões multidimensionais não-lineares aplicadas aos dados de água levantados nos monitoramentos dos pontos já mencionados.

Os **Quadro 8.3-35** e **Quadro 8.3-36** apresentam o contexto dos valores dos parâmetros de qualidade da água modelados a partir dos dados observados, utilizados na simulação do período de 730 dias de estabilização. Estes valores foram computados com o cuidado de mantê-los dentro da faixa de valores reais encontrados em outros empreendimentos da região.

Quadro 8.3-35 - Contexto dos valores de qualidade da água do rio Jari adotados na simulação.

		Temperatura (°C)	RIO JARI				
			OD (ppm)	NH3 (ppm)	DBO (ppm)	NO3 (ppm)	PO4 (ppm)
Observado	Máximo	30,475	9,325	0,693	3,500	0,310	0,024
	Mínimo	27,933	6,950	0,010	1,183	0,062	0,002
	Média	28,910	7,668	0,185	2,004	0,141	0,013
	Desvio Padrão	1,096	1,118	0,338	1,078	0,114	0,009
Modelado	Máximo	30,475	9,325	0,693	3,500	0,310	0,024
	Mínimo	27,933	6,950	0,010	1,183	0,062	0,002
	Média	28,373	7,004	0,010	1,215	0,234	0,015
	Desvio Padrão	0,521	0,555	0,213	0,610	0,014	0,001

Quadro 8.3-36 - Contexto dos valores de qualidade da água do rio Iratapuru adotados na simulação.

		Temperatura (°C)	RIO IRATAPURU				
			OD (ppm)	NH3 (ppm)	DBO (ppm)	NO3 (ppm)	PO4 (ppm)
Observado	Máximo	28,400	9,105	0,790	3,000	0,300	0,025
	Mínimo	26,600	6,600	0,010	1,000	0,033	0,002
	Média	27,561	7,489	0,208	1,775	0,134	0,012
	Desvio Padrão	0,752	1,121	0,388	0,891	0,115	0,012
Modelado	Máximo	28,400	9,105	0,790	3,000	0,300	0,025
	Mínimo	26,600	6,600	0,010	1,000	0,033	0,002
	Média	26,912	6,657	0,010	1,027	0,218	0,015
	Desvio Padrão	0,369	0,585	0,243	0,527	0,016	0,001

8.3.1.6.1.6 - Dados das Estruturas na Barragem

Dados Requisitados pelo CE-QUAL-W2

Os dados requisitados pelo CE-QUAL-W2 para a representação das vazões defluentes são:

- Dimensões das estruturas por onde há defluência de vazão, altura e largura totais (m).
- Nível altimétrico do centro de cada estrutura (m).

Procedimentos

O ajuste dos parâmetros necessários para representação dos efeitos de captação de água na porção do reservatório próxima à barragem foi efetuado com base nos dados recebidos, listados abaixo:

- Tomada d'água da casa de força
 - ▶ largura: 166,5 m;
 - ▶ Altura: 17,35 m;
 - ▶ Cota da soleira da tomada: 1,65 m;
 - ▶ Vazão máxima aduzida: 1307 m³/s;

- ▶ Vazão mínima aduzida: 65 m³/s.
- Vertedouro
 - ▶ Comprimento: 1665 m =150 m rebaixo + 1515 m;
 - ▶ Altura: 10m;
 - ▶ Cota da fundação: 20m;
 - ▶ Cota da soleira vertente: 30m.
- Rebaixo para vazão residual (30 m³/s)
 - ▶ Altura: 0,25m;
 - ▶ Comprimento: 150 m;
 - ▶ Cota da soleira vertente: 29,75m.

8.3.1.6.1.7 - Condições Iniciais da Simulação

As condições da simulação de estabilização analisada neste trabalho são descritas a seguir:

- A estabilização inicia-se no dia juliano 335 e termina no dia juliano 1064. Tais datas corresponderiam no calendário gregoriano ao dia 01/12 e, 730 dias após, 30/11.
- As principais dimensões das estruturas de liberação de água durante o enchimento (tomada d'água e vertedouro) foram corretamente representadas nos arquivos de entrada do modelo.
- As condições iniciais de temperatura e as concentrações dos parâmetros investigados foram fixadas nos valores médios calculados sobre a base de dados existente, apresentados na tabela abaixo:

	Temperatura (°C)	OD (ppm)	NH3 (ppm)	DBO (ppm)	NO3 (ppm)	PO4 (ppm)
CASO SIMULADO	28,910	7,668	0,185	2,004	0,141	0,013

A referência para data de início da simulação: 01 de dezembro. Cabe lembrar que os dados hidro-meteorológicos utilizados são compatíveis com esta época do ano.

8.3.1.6.1.8 - Resultados e Discussão

Neste trabalho sete parâmetros foram escolhidos para uma análise de sensibilidade no decorrer da estabilização do futuro reservatório, devido aos aspectos de seus comportamentos, revelados nas análises dos dados dos pontos monitorados, e também por serem parâmetros de grande importância na avaliação de questões de qualidade de água. A apresentação e discussão dos resultados deste trabalho serão feitas nas duas seções a seguir.

ANÁLISE INTEGRADA PARA O COMPARTIMENTO

Apresenta os resultados de modelagem os constituintes citados durante a cronologia da estabilização do reservatório, com o intuito de avaliar as capacidades de suporte e depuração do corpo d'água recém formado, ao longo dos 730 dias simulados.

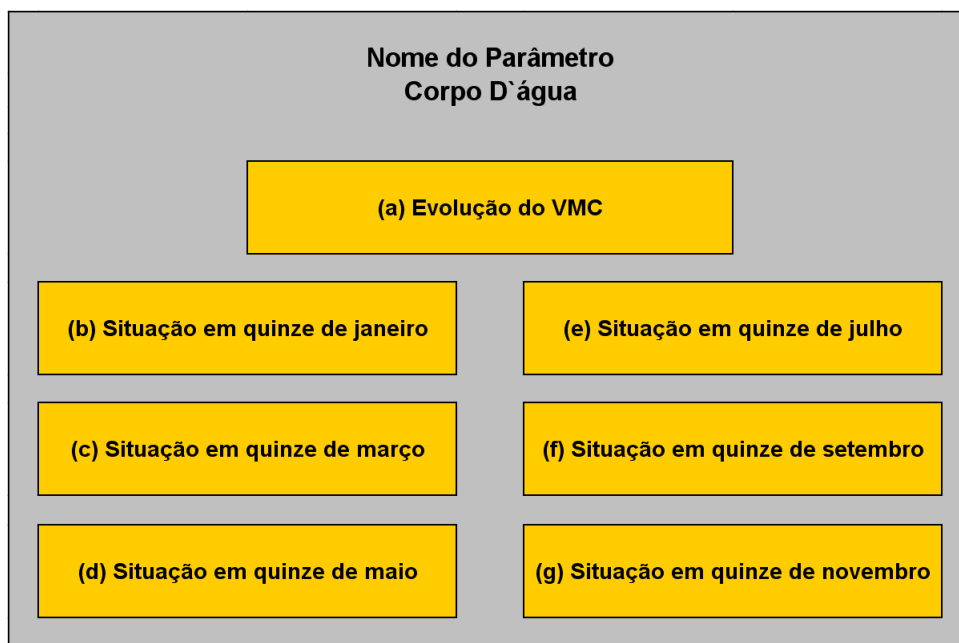
Para o trecho de rio modelado estão as séries temporais dos valores médios dos parâmetros em cada compartimento (VMC).

- VMC = valores médios dos parâmetros em cada compartimento, calculados da ponderação das concentrações num dado instante, pelos volumes das células do *grid* computacional.

A técnica de VMC equivale a uma análise zero dimensional dos compartimentos do reservatório, onde os valores representam um valor médio capaz de substituir todos os valores de todas as células do *grid* e ainda assim reproduzir o mesmo valor de carga naquele compartimento, naquele instante.

O **Quadro 8.3-37** apresenta um diagrama explicativo do critério adotado neste trabalho para as figuras dos gráficos das análises de enchimento.

Quadro 8.3-37 - Configuração dos gráficos de análise integrada para o compartimento



Tempo de Residência (Idade da Água)

Este parâmetro acusa a feição mais importante do futuro reservatório: tempos de residência muito reduzidos em todas as épocas do ano. Não há nenhum cenário marcante de retenção de água no reservatório, apontando seja para estratificação térmica, seja para processos de interação físico-químicas entre os constituintes mais significativos. Os valores da idade da água (VMC) valor máximo de 2 dias e com variações de baixa amplitude durante o ciclo anual, **Gráfico 8.3-80-a**.

Os gráficos longitudinais da **Gráfico 8.3-80** mostram cenários com valores de idade da água muito reduzidos, de março até setembro, ocorrendo pequena elevação de novembro a janeiro devido às baixas vazões, **Gráfico 8.3-80-b** e **Gráfico 8.3-80-g**.

Temperatura da Água

Não há nenhum cenário marcante apontando para estratificação térmica, segundo os resultados da simulação. Os valores da temperatura da água (VMC) têm média de 29,5 °C e com variações de baixa amplitude durante o ciclo anual, **Gráfico 8.3-81-a**.

Os gráficos longitudinais da **Gráfico 8.3-81** mostram cenários com valores de temperatura da água típicos para aquela região, de janeiro até setembro, ocorrendo pequena elevação em novembro causada pelo aumento do tempo de residência, **Gráfico 8.3-81-g**.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

Pelos resultados da simulação, em nenhum período durante a estabilização do reservatório haverá incorporação de matéria orgânica capaz de elevar os teores da demanda bioquímica de oxigênio (VMC) para valores acima de 2,5 mg/L, **Gráfico 8.3-82-a**.

Os gráficos longitudinais da Figura 4 mostram valores de DBO bem reduzidos, sobretudo na proximidade da barragem, que é a região de maior volume do reservatório. Os gráficos dos períodos de baixa vazão, **Gráfico 8.3-82-e**, **Gráfico 8.3-82-f** e **Gráfico 8.3-82-g**, apontam esta época como a mais intensa do ponto de vista da DBO, entretanto, cabe ressaltar que os valores obtidos sempre são inferiores a 5 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2) na região próxima à barragem e no corpo do reservatório.

Oxigênio Dissolvido

Os resultados da simulação não apontaram nenhum cenário crítico para o oxigênio dissolvido, em nenhum período durante a estabilização do reservatório. Os teores desse constituinte (VMC) têm média de 7,5 mg/L, **Gráfico 8.3-83-a**.

Os gráficos longitudinais da **Gráfico 8.3-83** mostram valores de oxigênio dissolvido elevados, sobretudo no corpo do reservatório. De forma complementar ao observado para a DBO, os gráficos, sobretudo dos períodos de baixa vazão, **Gráfico 8.3-83-b**, **Gráfico 8.3-83-f** e **Gráfico 8.3-83-g**, apontam declínio das concentrações desse composto, cabendo ressaltar, todavia, que os valores obtidos sempre são iguais ou superiores a 5 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2) na região próxima à barragem e no corpo do reservatório.

Nitrogênio Amônia

Não há nenhum cenário crítico para nitrogênio amônia em nenhum período durante a estabilização do reservatório, segundo os resultados da simulação. Os teores desse constituinte (VMC) têm média de 0,1 mg/L e são compatíveis com os resultados obtidos para o oxigênio dissolvido, **Gráfico 8.3-84-a**.

Os gráficos longitudinais da **Gráfico 8.3-84** mostram cenários com valores de nitrogênio amônia muito reduzidos, de janeiro até setembro, ocorrendo alguma elevação em novembro,

Gráfico 8.3-84-g. Os valores obtidos sempre são menores que 3,7 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2, para água com pH inferiores a 7,5¹), tanto na região próxima à barragem quanto para o corpo do reservatório.

Ortofosfato

Com respeito ao ortofosfato, é importante frisar que:

- o ortofosfato é uma fração dos teores totais de fósforo e neste trabalho ele é utilizado como um aproximador para o fósforo total.
- o limite CONAMA 357 para Classe 2 estipula um patamar de: “a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.”
- as simulações não contemplaram processos biológicos, tais como as dinâmicas planctônicas, que interagem com as concentrações de fósforo na água.

Também não há nenhum cenário crítico para ortofosfato em nenhum período durante a estabilização do reservatório. Os teores desse constituinte (VMC) têm média de 0,005 mg/L, **Gráfico 8.3-85-a.** Os gráficos longitudinais da **Gráfico 8.3-85** mostram cenários com valores de ortofosfato muito reduzidos, de janeiro até setembro, ocorrendo também alguma elevação em novembro, **Gráfico 8.3-85-g.** Os valores obtidos sempre são menores que 0,050 (limite CONAMA 357 para Classe 2, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias), tanto na região próxima à barragem quanto para o corpo do reservatório.

Nitrato

Não há nenhum cenário crítico para nitrogênio na forma de nitrato em nenhum período durante a estabilização do reservatório, segundo os resultados da simulação. Os teores desse constituinte (VMC) têm média de 0,15 mg/L e são compatíveis com os resultados obtidos para o nitrogênio amoniacal, **Gráfico 8.3-86-a.** Os gráficos longitudinais da Figura 10 mostram cenários com valores de nitrato muito reduzidos, de janeiro até setembro, ocorrendo alguma elevação em novembro, **Gráfico 8.3-86-g.** Os valores obtidos sempre são menores que 10 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2).

¹ No rio Jari o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada em sua bacia.

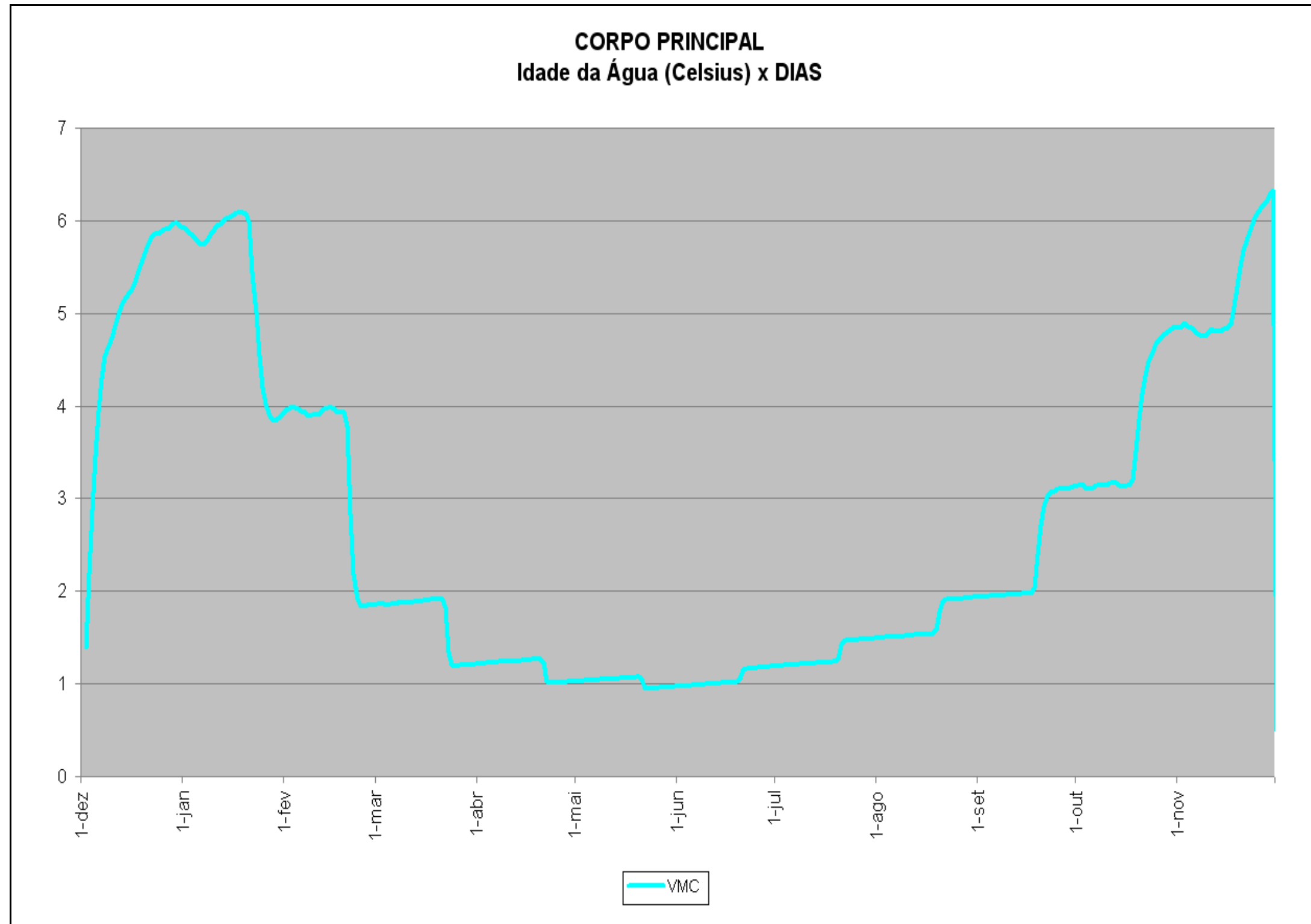
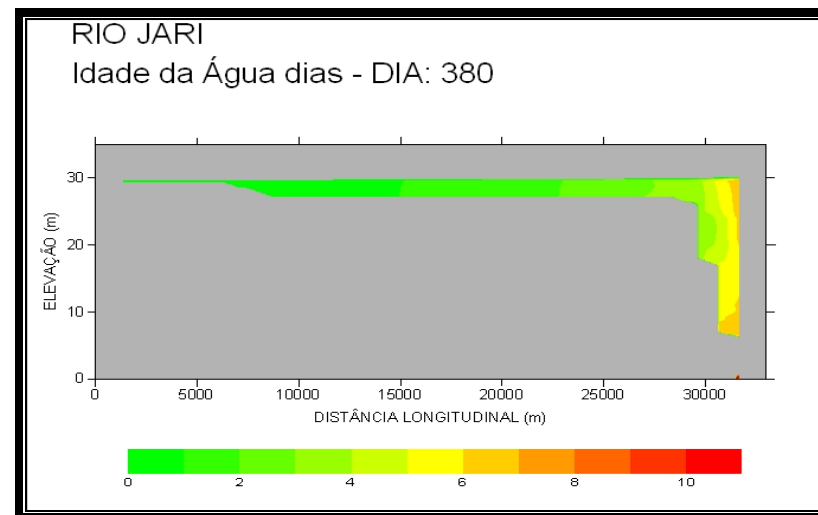
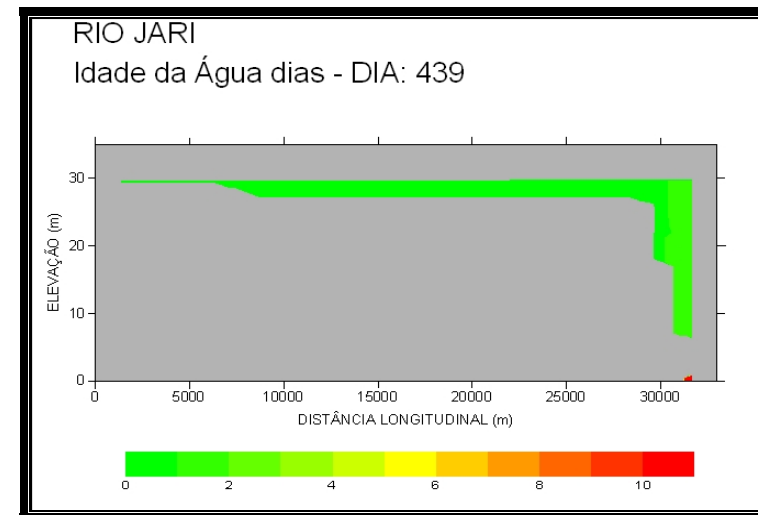


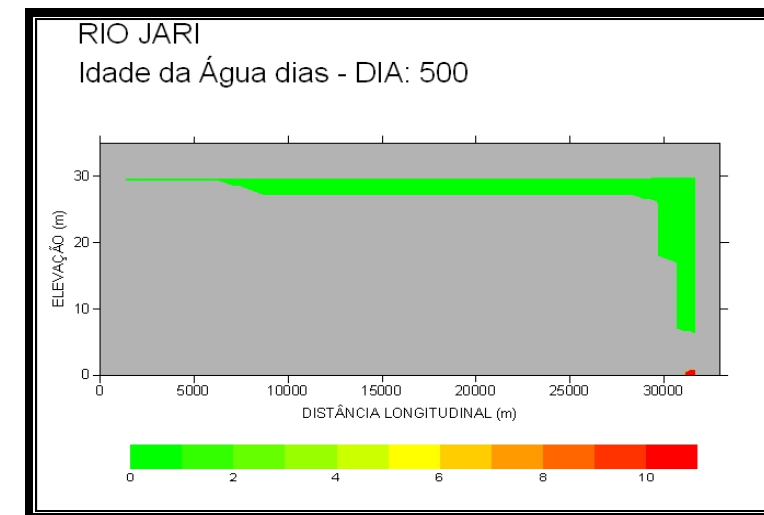
Gráfico 8.3-80-a - Modelagem do Tempo de Residência na UHE Santo Antônio do Jari.



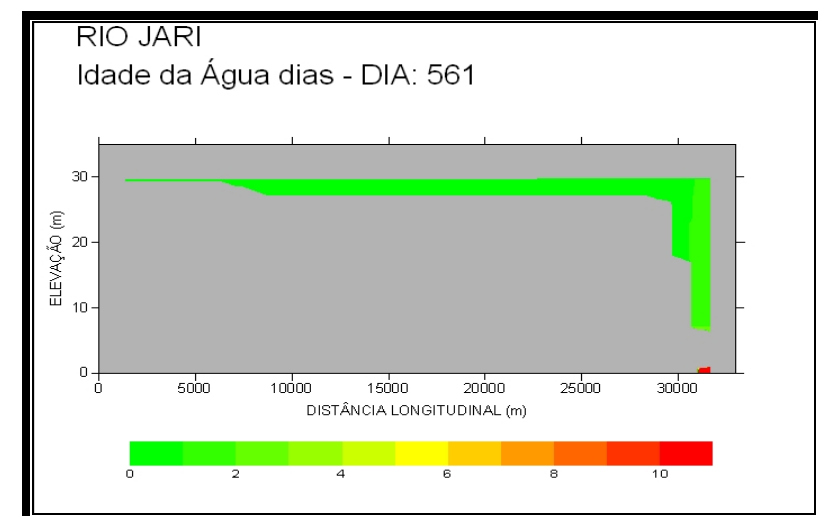
b) Dia gregoriano 15 de janeiro



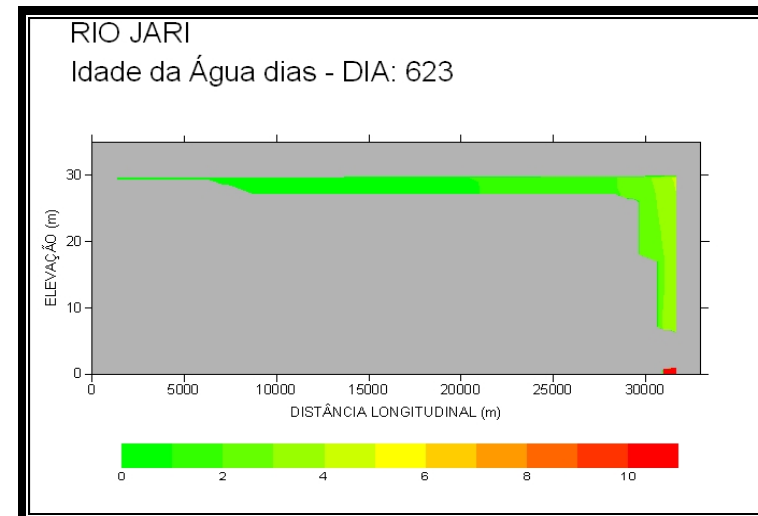
c) Dia gregoriano 15 de março



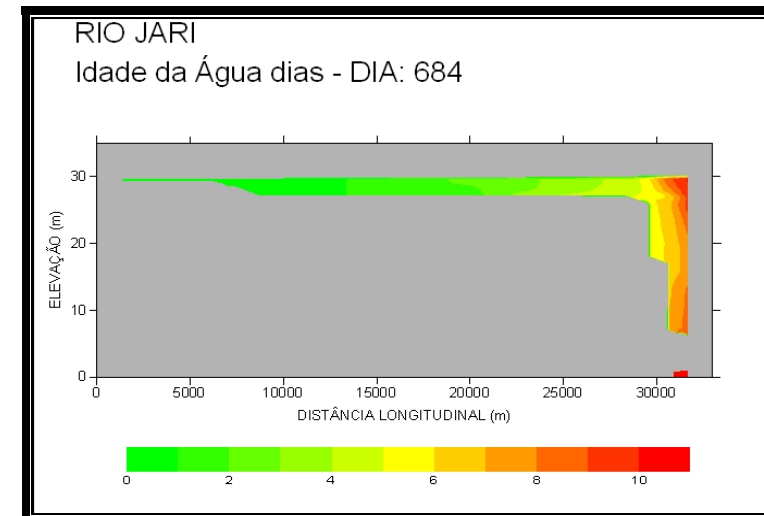
d) Dia gregoriano 15 de maio



e) Dia gregoriano 15 de julho



f) Dia gregoriano 15 de setembro



g) Dia gregoriano 15 de novembro

Gráfico 8.3-80 - Modelagem do Tempo de Residência na UHE Santo Antônio do Jari.

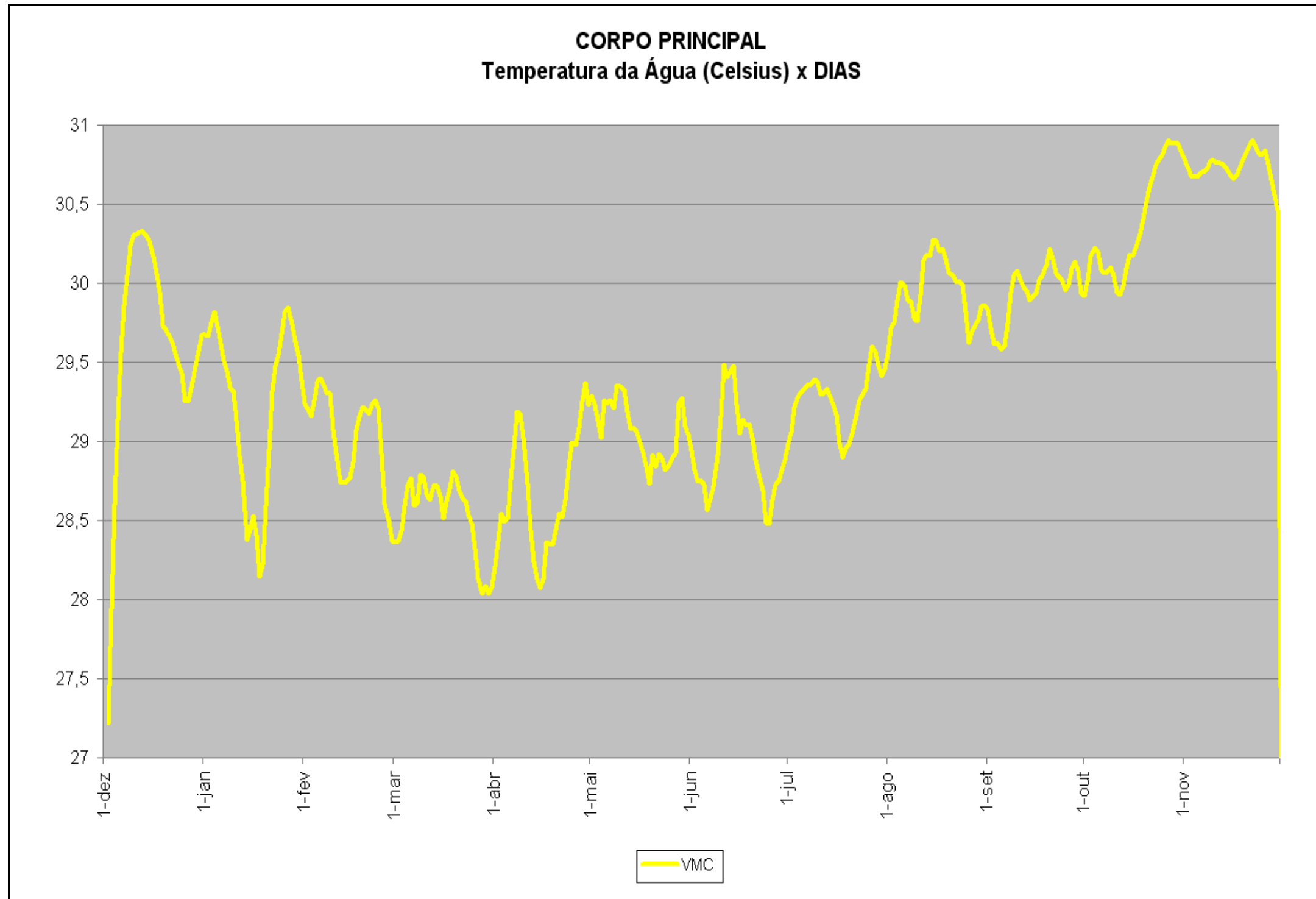


Gráfico 8.3-81 - Modelagem da temperatura da água na UHE Santo Antônio do Jari.

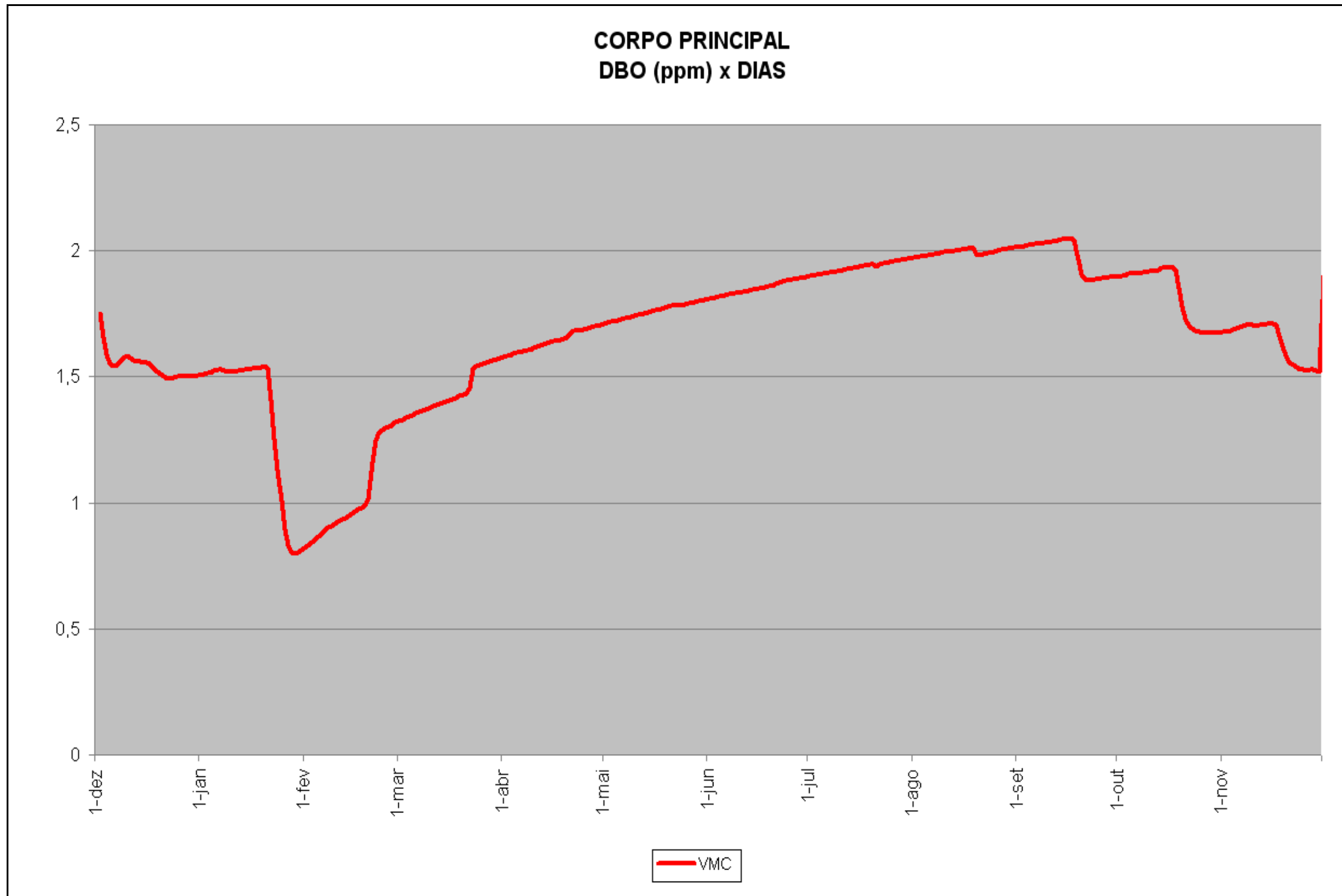
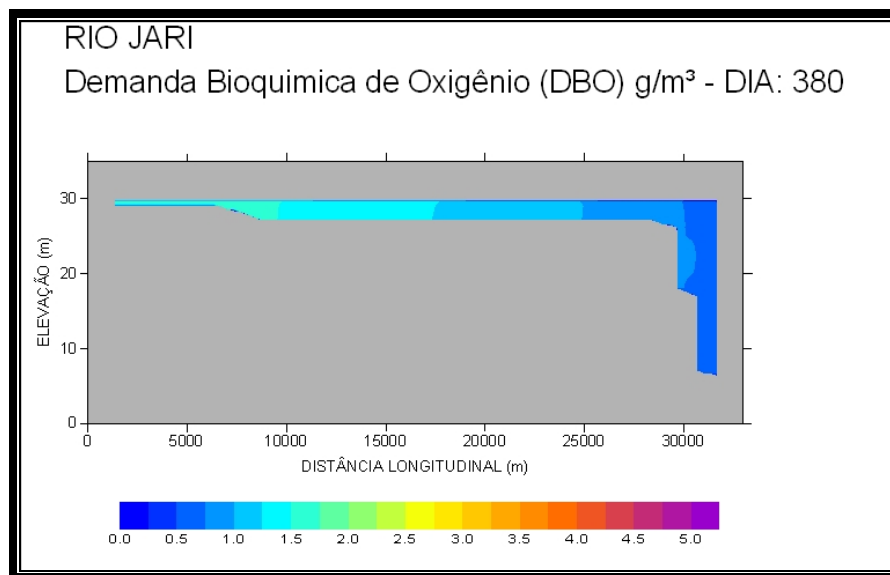
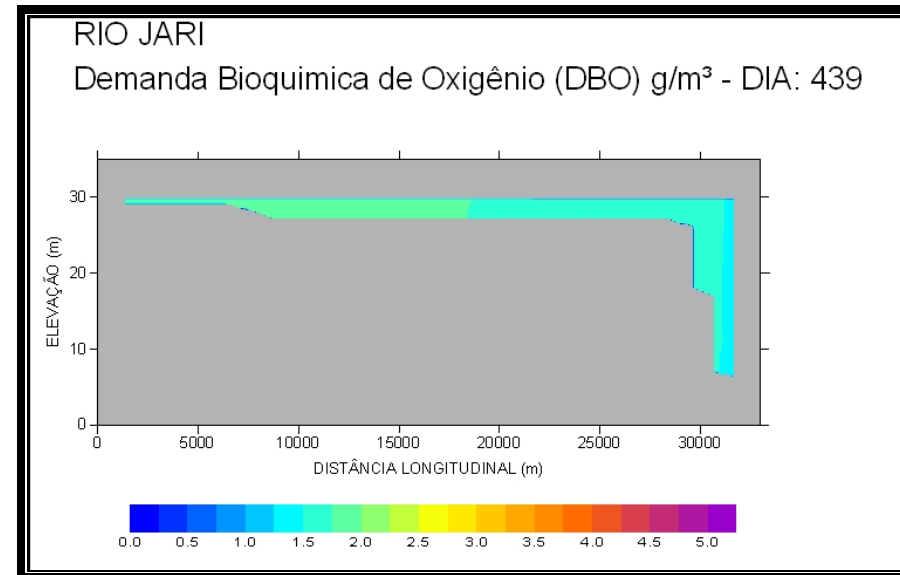


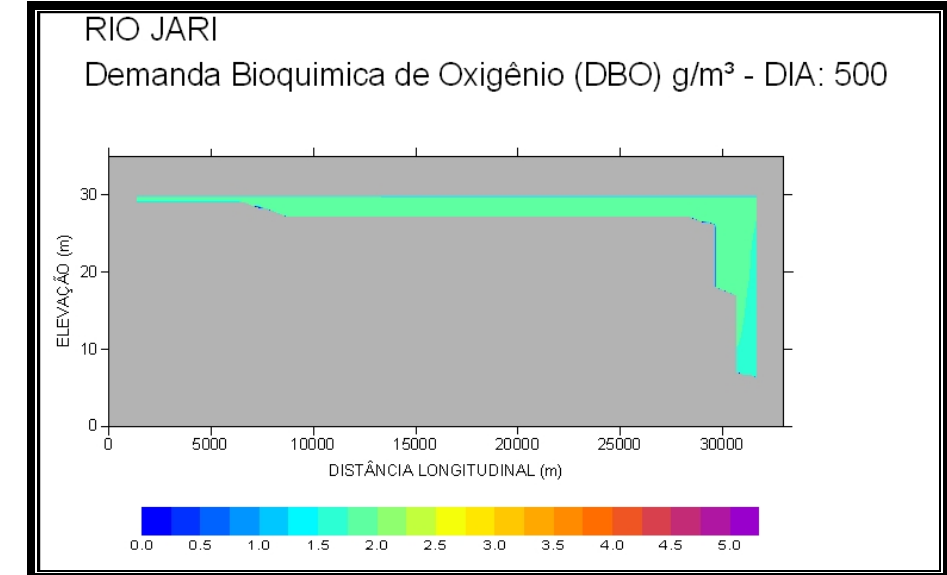
Gráfico 8.3-82 - Modelagem da DBO na UHE Santo Antônio do Jari.



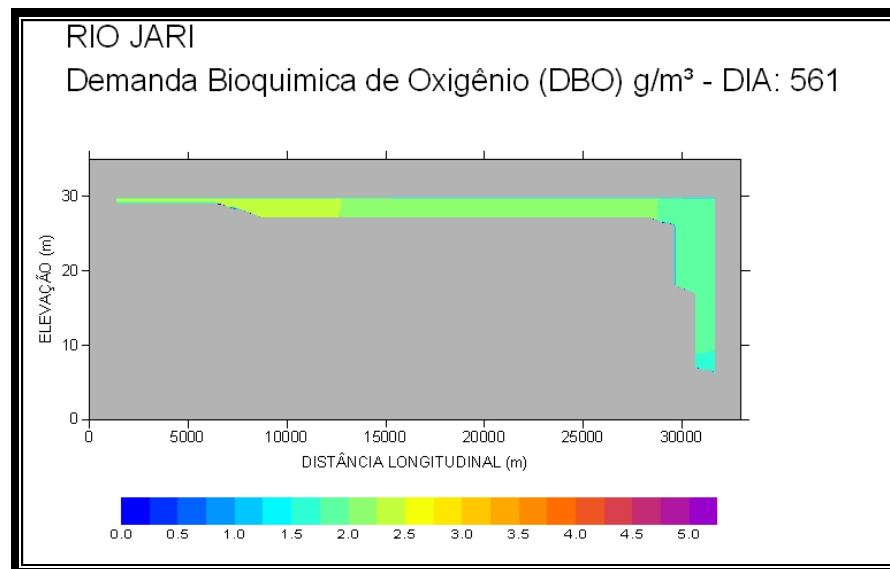
b) Dia gregoriano 15 de janeiro



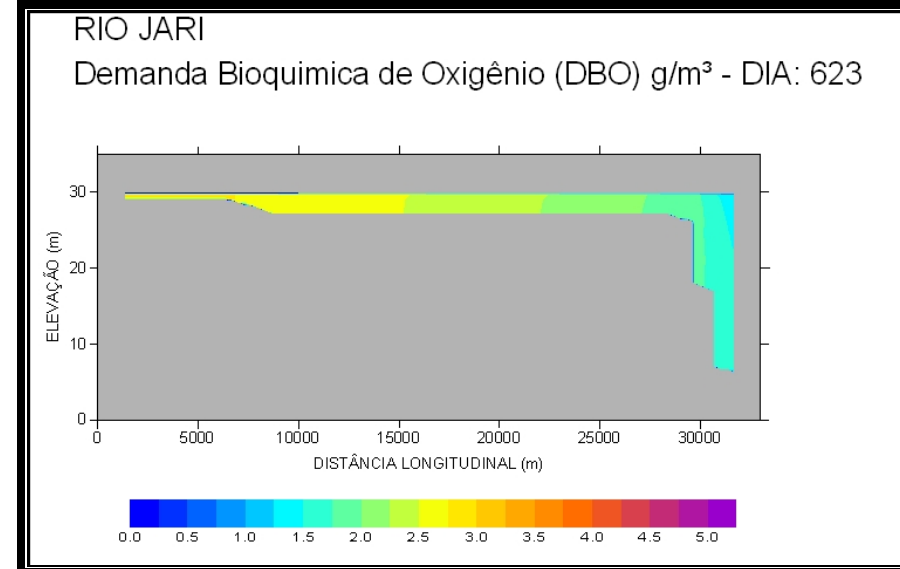
c) Dia gregoriano 15 de março



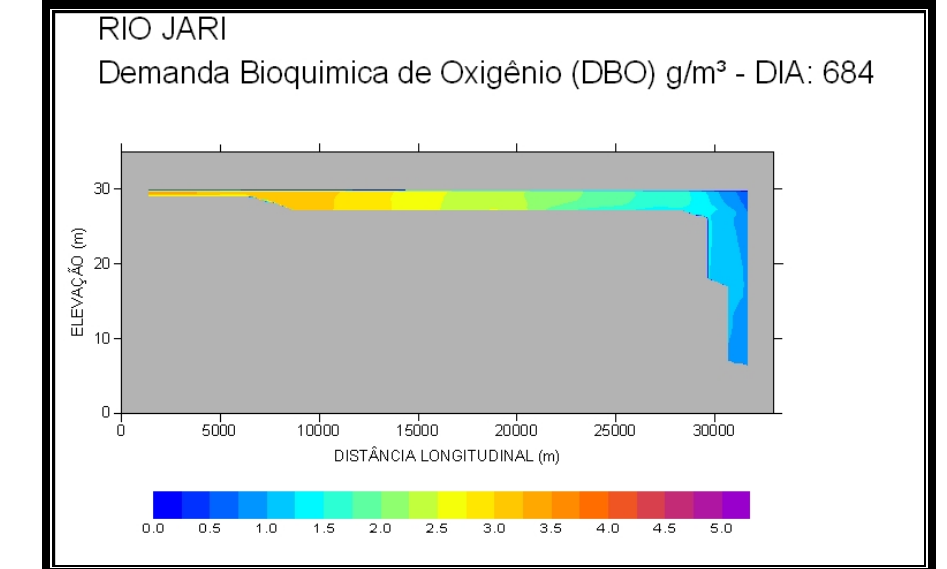
d) Dia gregoriano 15 de maio



e) Dia gregoriano 15 de julho



f) Dia gregoriano 15 de setembro



g) Dia gregoriano 15 de novembro

Gráfico 8.3-82 - Modelagem da DBO na UHE Santo Antônio do Jari.

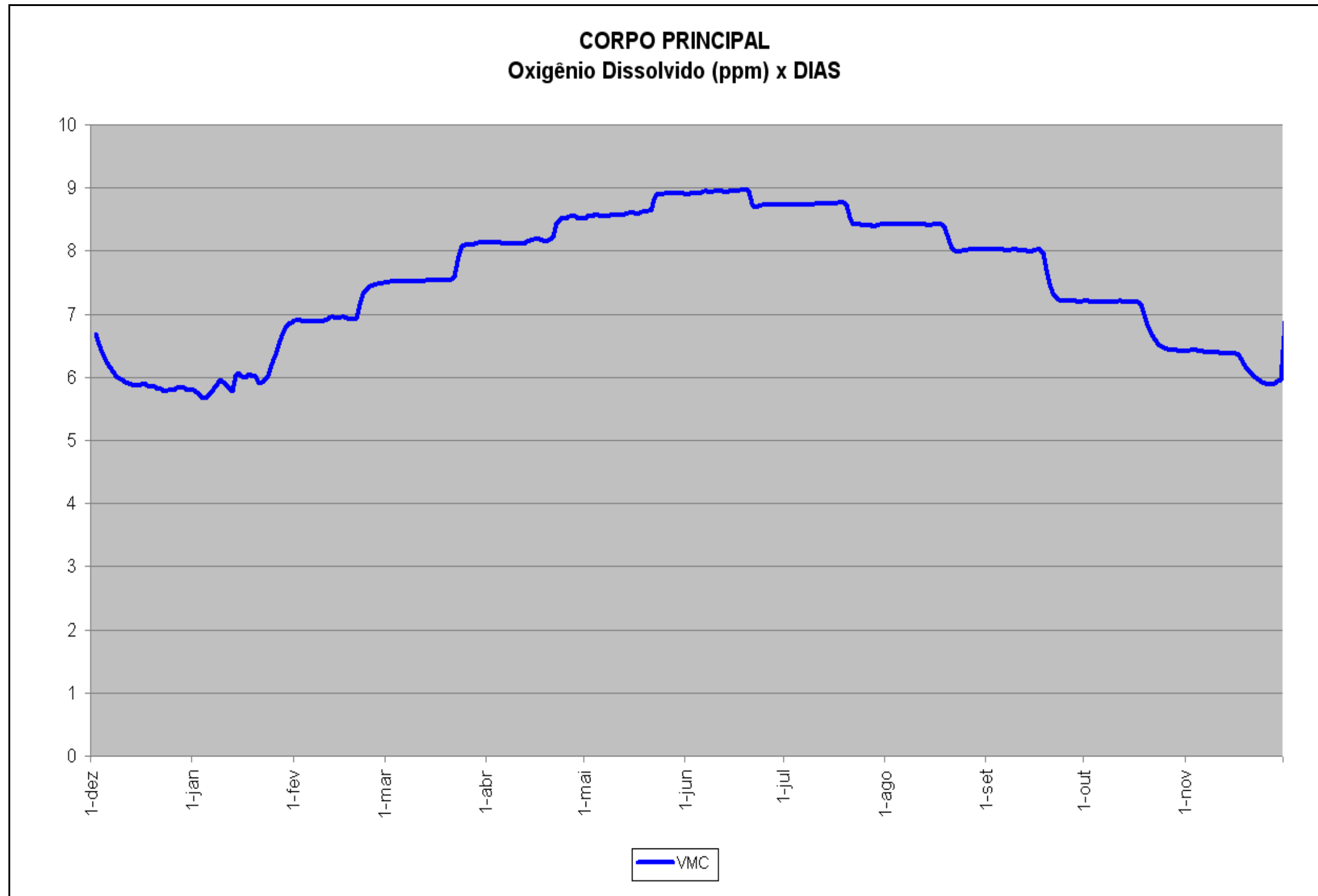
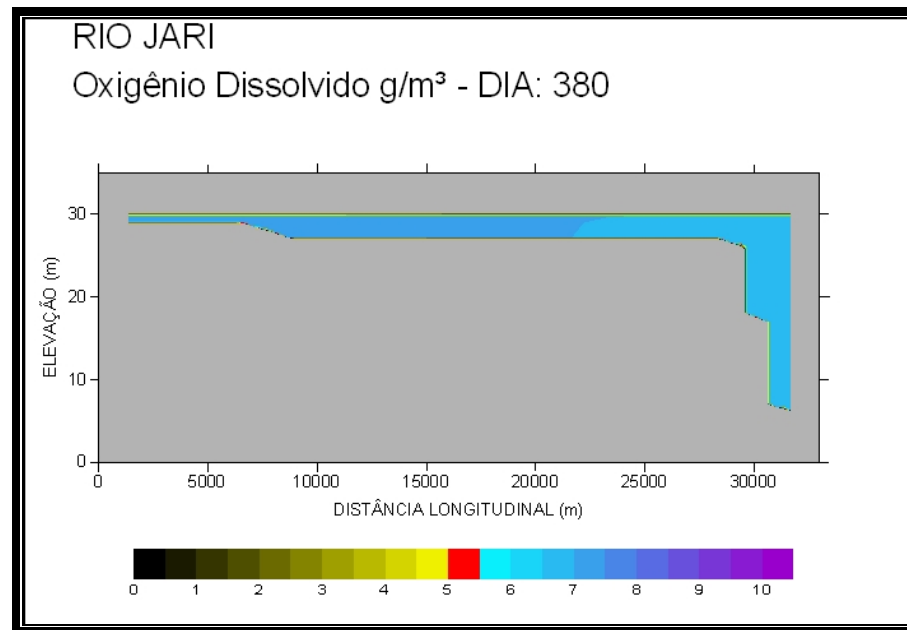
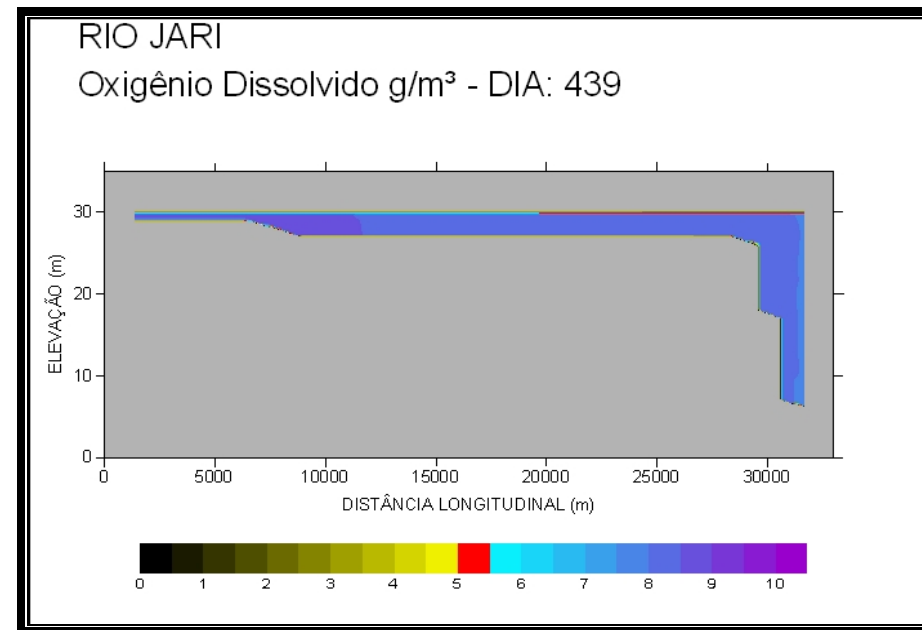


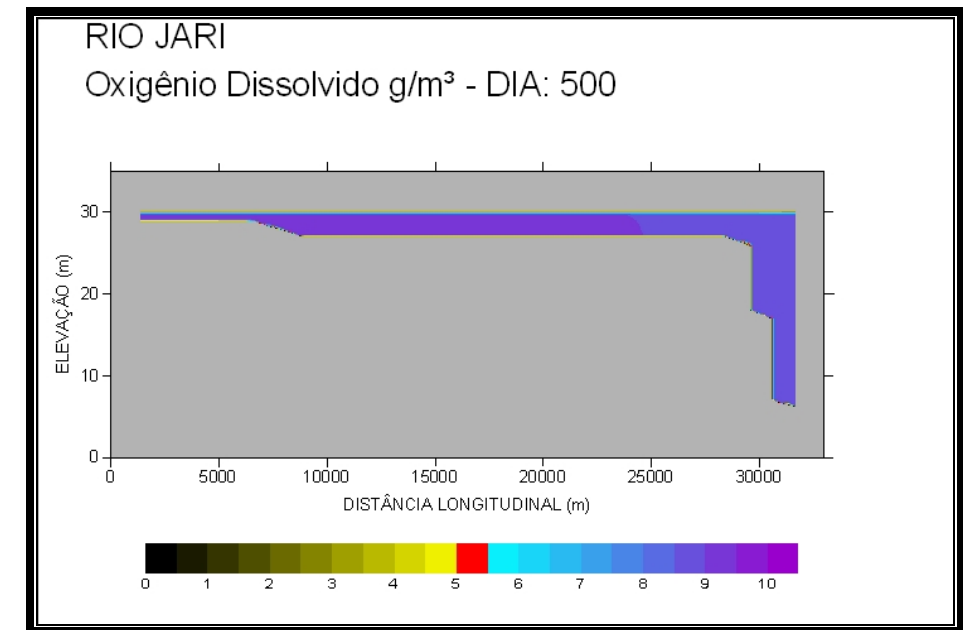
Gráfico 8.3-83 - Modelagem do Oxigênio Dissolvido na UHE Santo Antônio do Jari.



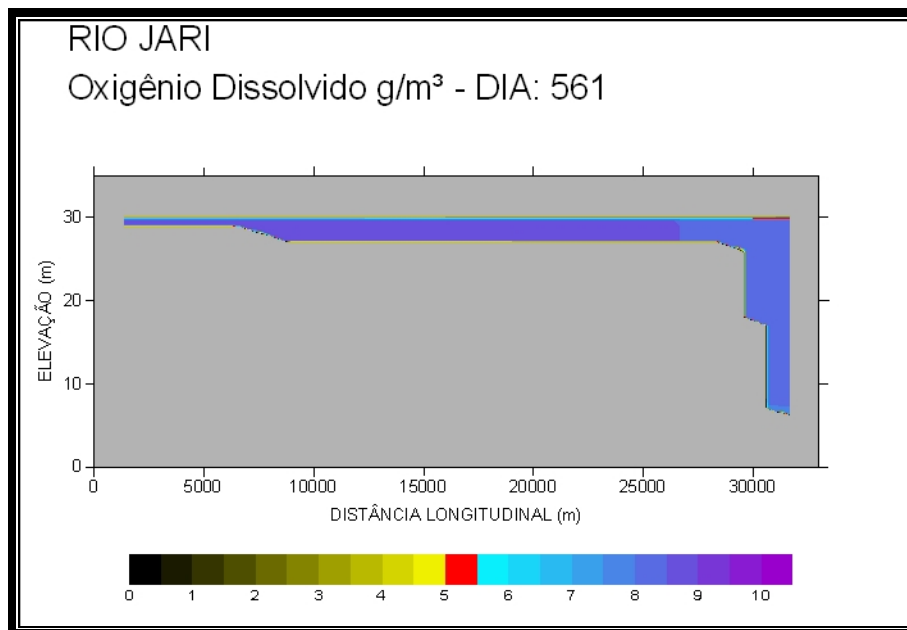
b) Dia gregoriano 15 de janeiro



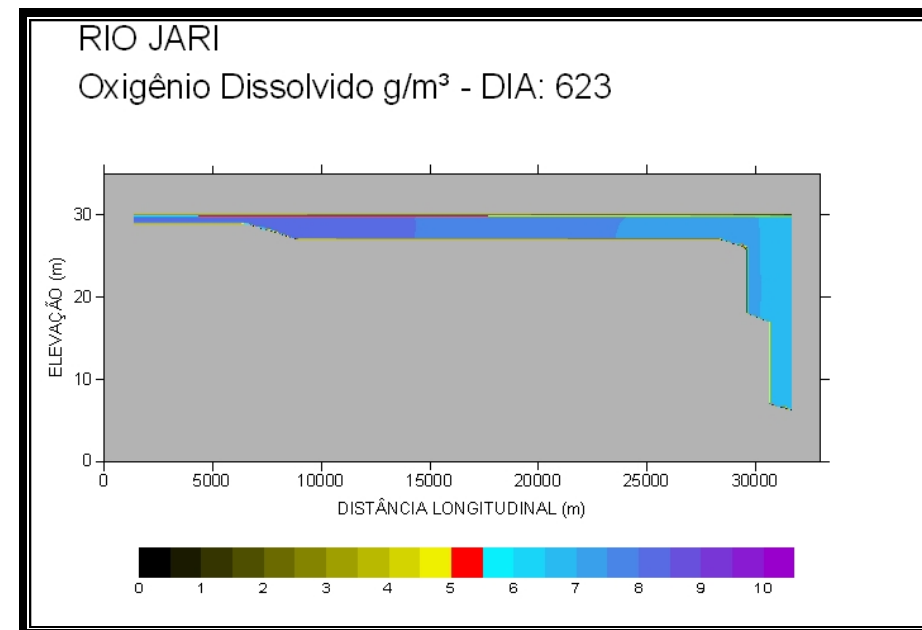
c) Dia gregoriano 15 de março



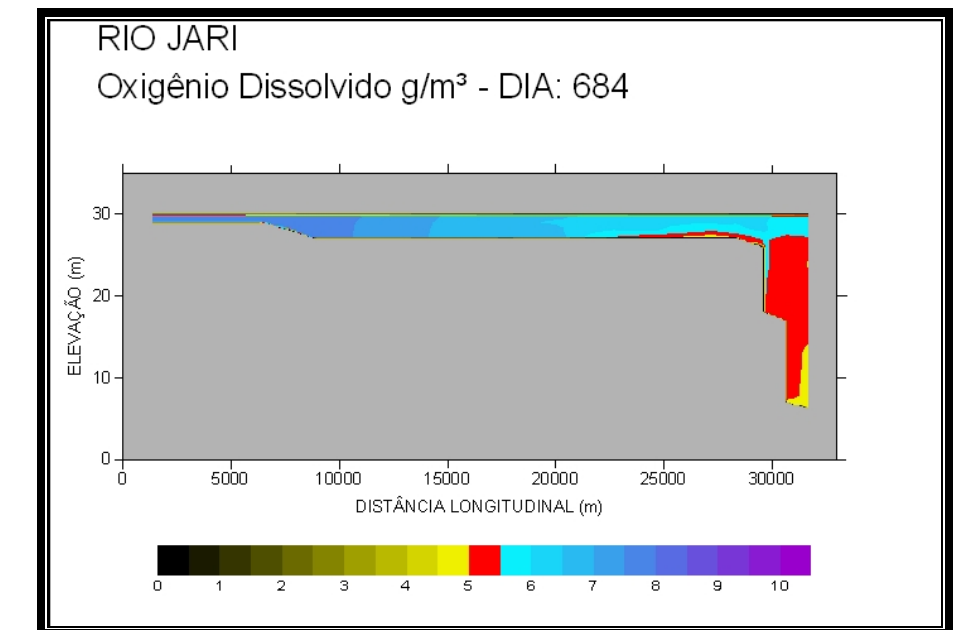
d) Dia gregoriano 15 de maio



e) Dia gregoriano 15 de julho



f) Dia gregoriano 15 de setembro



g) Dia gregoriano 15 de novembro

Gráfico 8.3-83 - Modelagem do Oxigênio Dissolvido na UHE Santo Antônio do Jari.

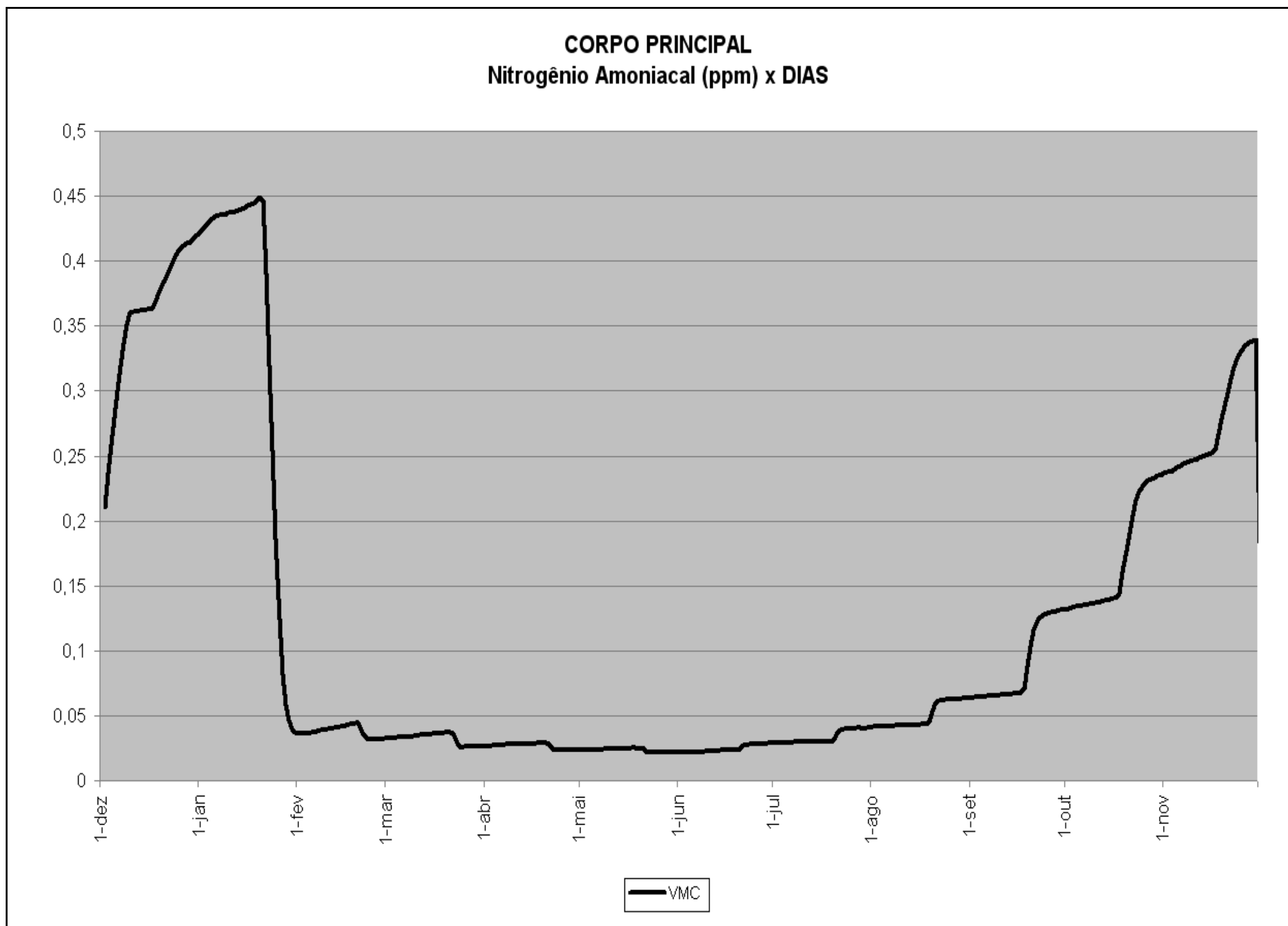


Gráfico 8.3-84 - Modelagem do Nitrogênio Amoniacal na UHE Santo Antônio do Jari.

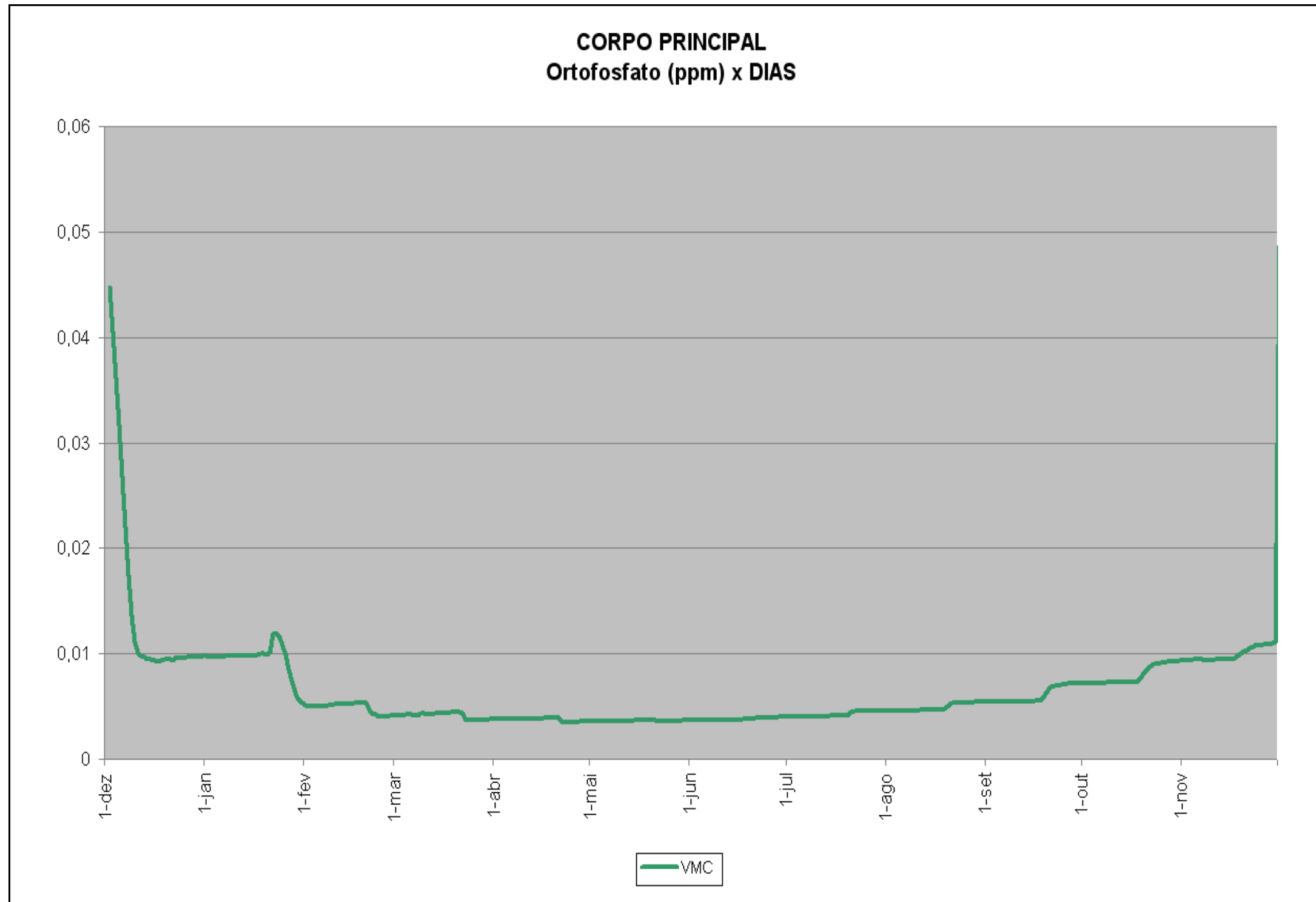
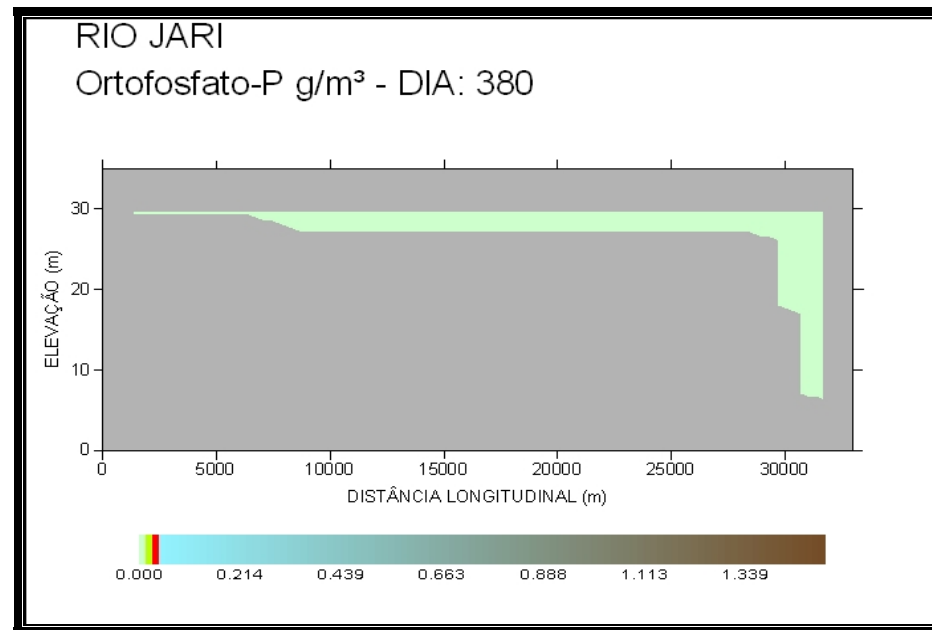
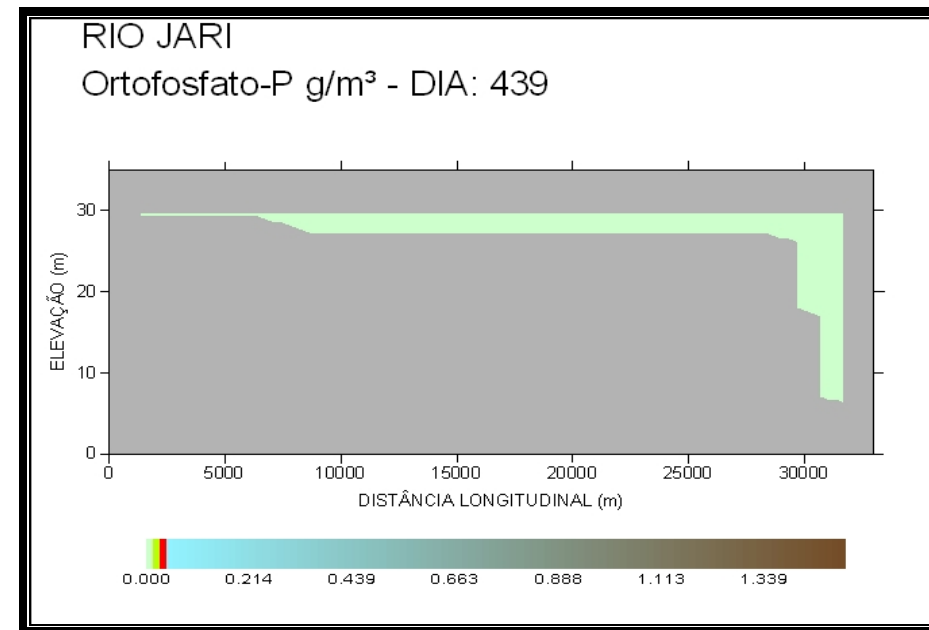


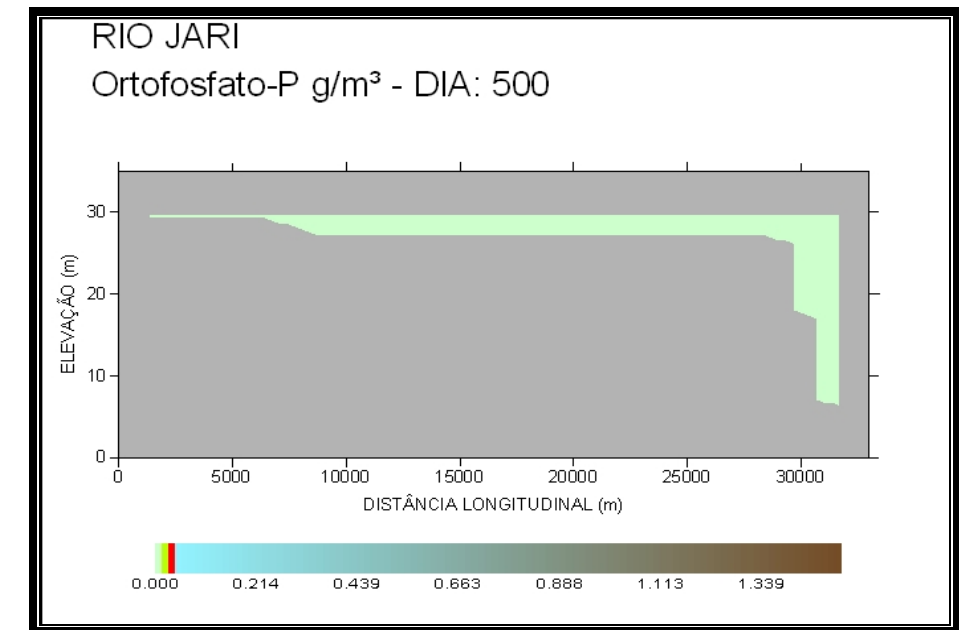
Gráfico 8.3-85 - Modelagem do Ortofosfato na UHE Santo Antônio do Jari.



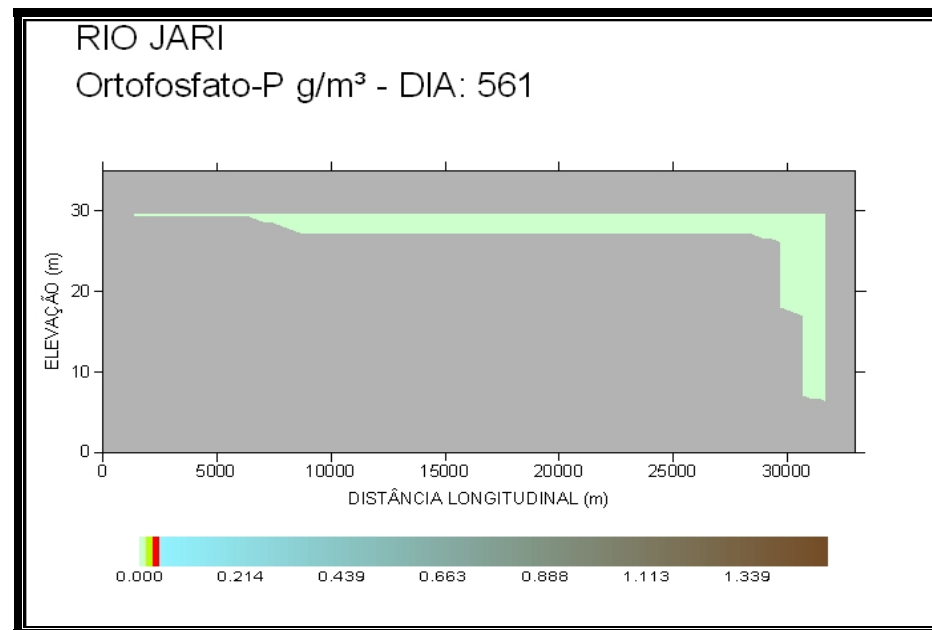
b) Dia gregoriano 15 de janeiro



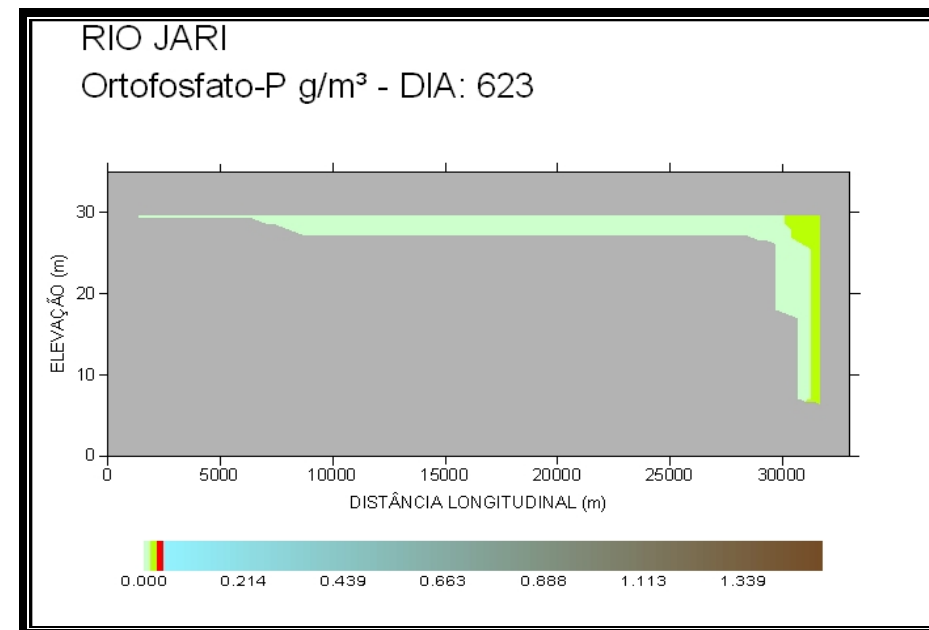
c) Dia gregoriano 15 de março



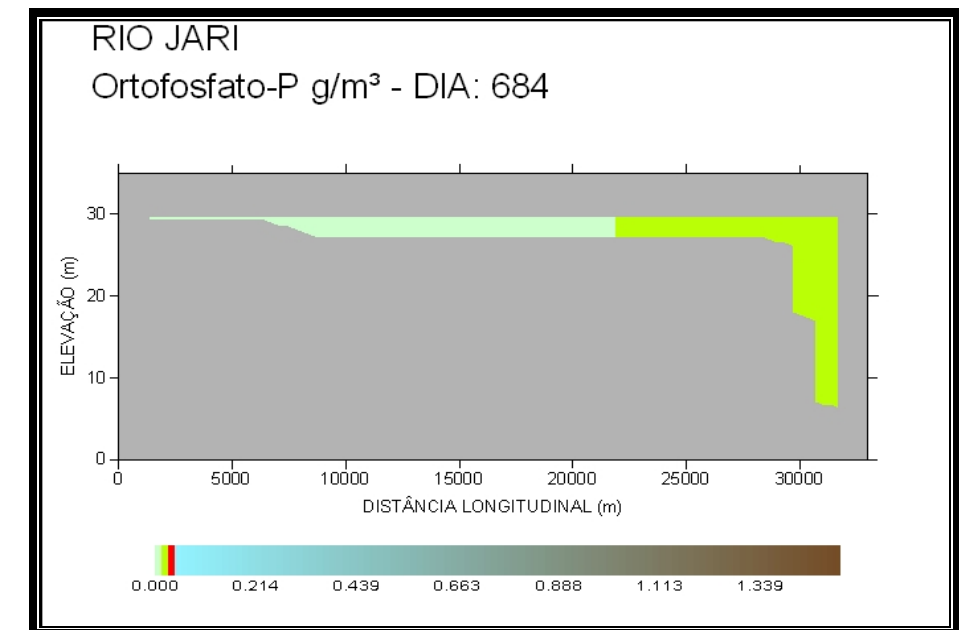
d) Dia gregoriano 15 de maio



e) Dia gregoriano 15 de julho



f) Dia gregoriano 15 de setembro



g) Dia gregoriano 15 de novembro

Gráfico 8.3-85 - Modelagem do Ortofosfato na UHE Santo Antônio do Jari.

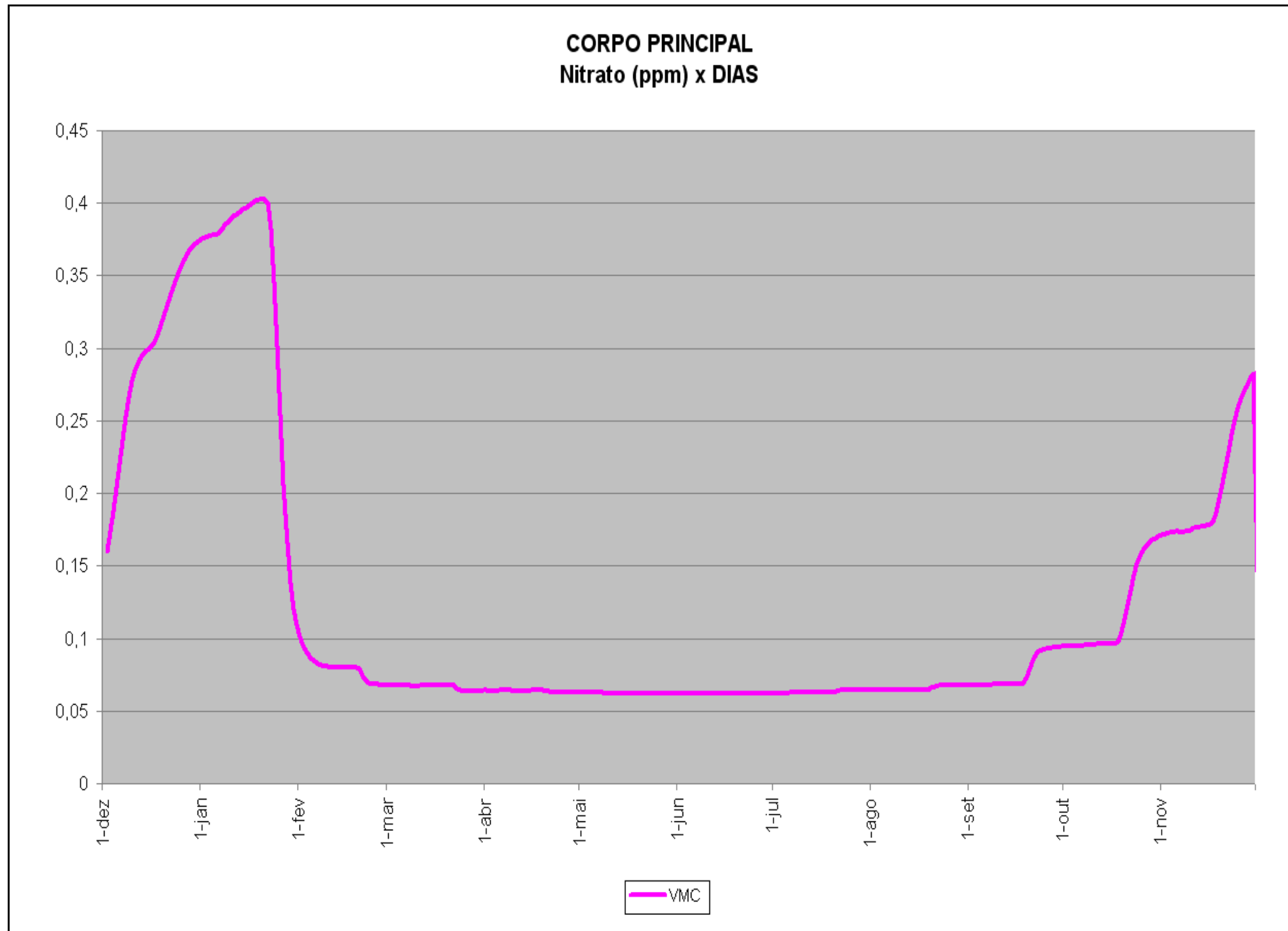
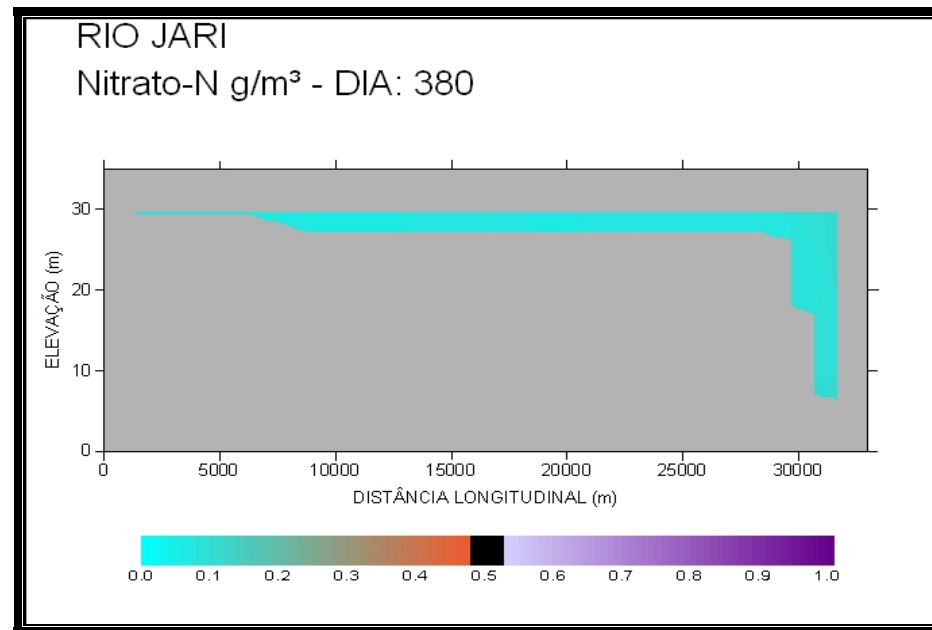
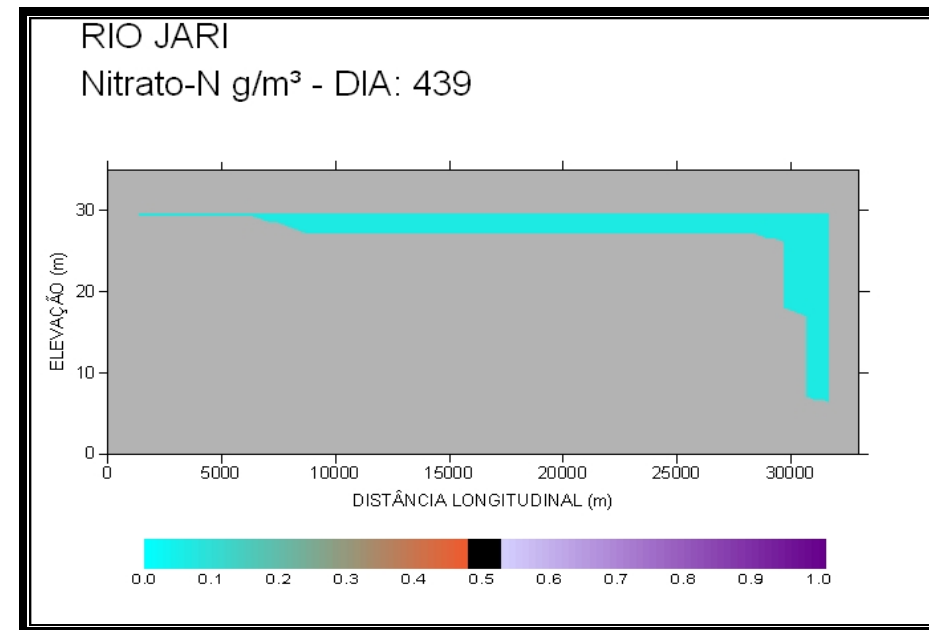


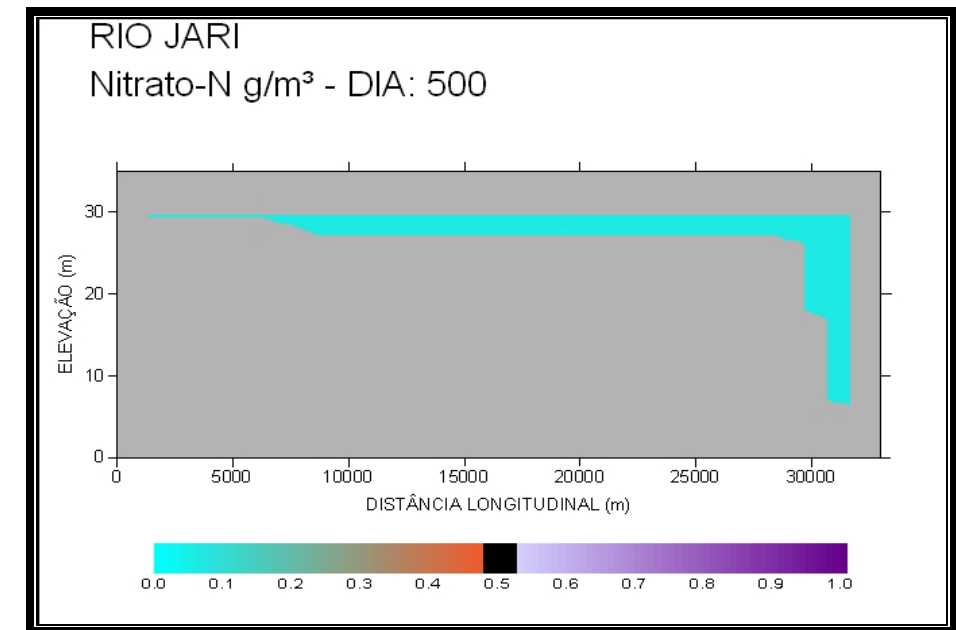
Gráfico 8.3-86 - Modelagem do Nitrato na UHE Santo Antônio do Jari.



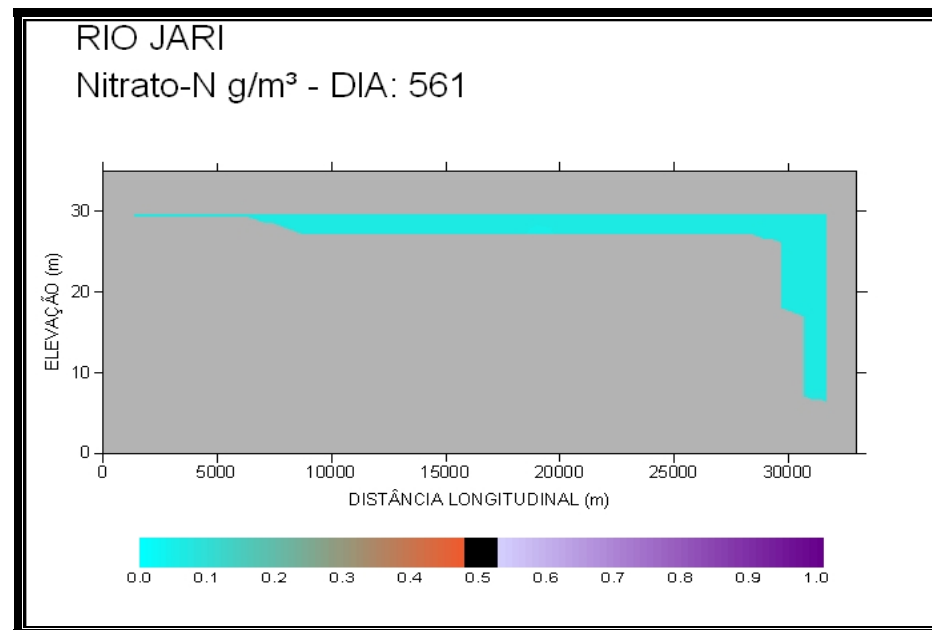
b) Dia gregoriano 15 de janeiro



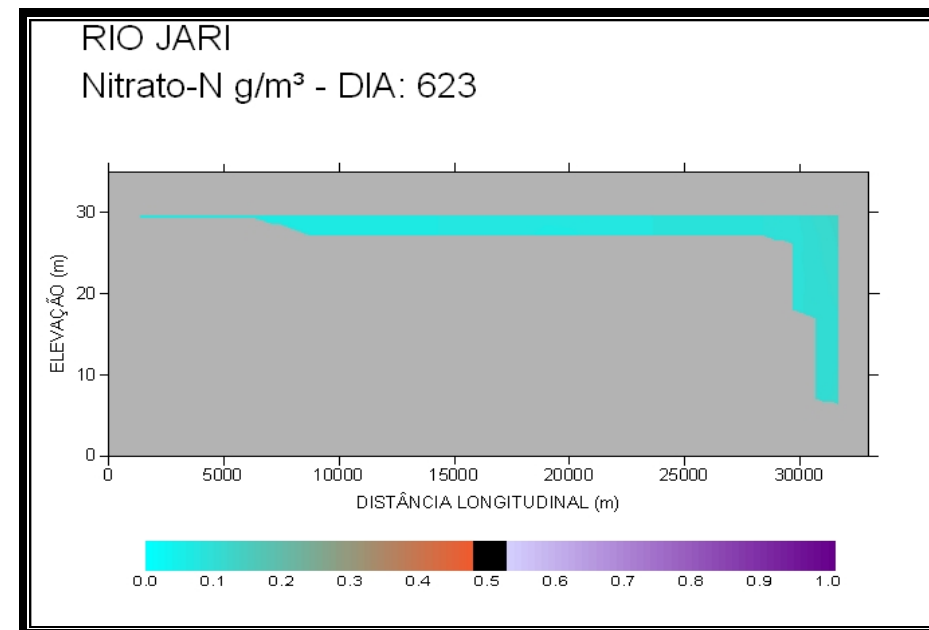
c) Dia gregoriano 15 de março



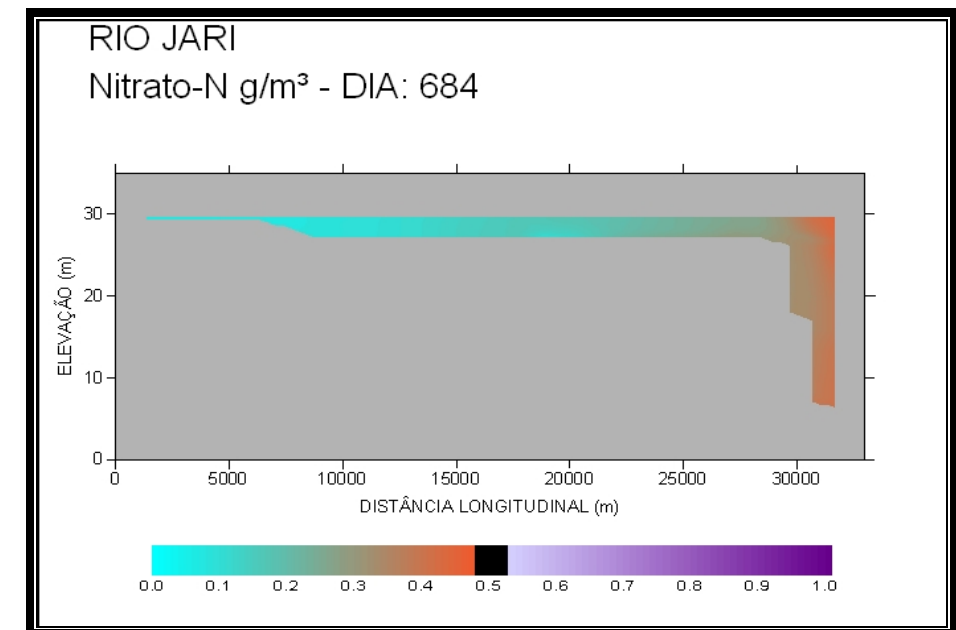
d) Dia gregoriano 15 de maio



e) Dia gregoriano 15 de julho



f) Dia gregoriano 15 de setembro



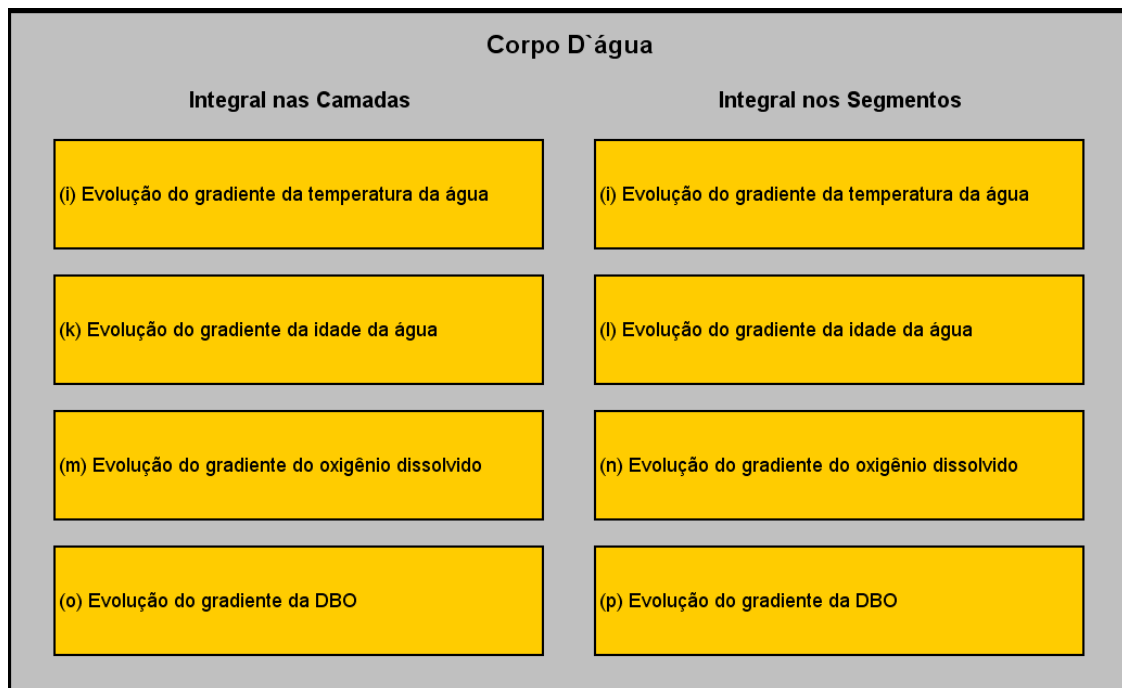
g) Dia gregoriano 15 de novembro

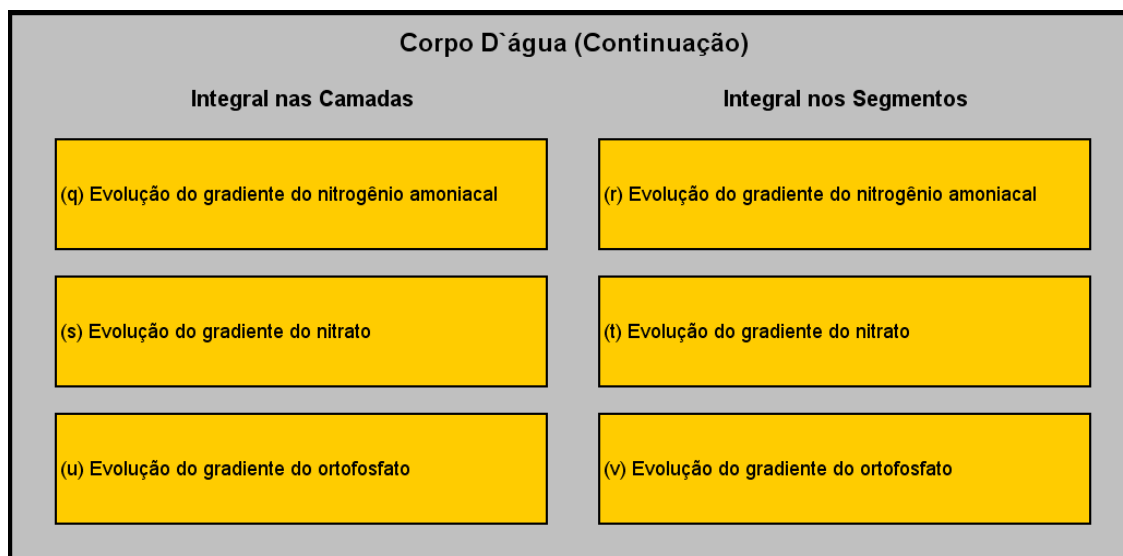
Gráfico 8.3-86 - Modelagem do Nitrato na UHE Santo Antônio do Jari.

ANÁLISE DA ESTABILIZAÇÃO DOS GRADIENTES

Para facilitar o entendimento das feições e comportamentos de estabilização deste reservatório, foi adotada uma técnica de análise global unidimensional para cada parâmetro, onde seus gradientes, nas direções vertical e longitudinal, podem ser visualizados ao longo do tempo. Na figura unidimensional vertical (que representa uma vista em corte), denominada **DUV**, pode-se acompanhar as modificações dos parâmetros na coluna d'água, através das camadas, no passar dos dias. Já na figura unidimensional longitudinal (que representa uma vista de cima), denominada **DUL**, estão as modificações dos parâmetros no estirão do reservatório de montante para jusante, através dos segmentos, no passar do tempo. O **Quadro 8.3-38** apresenta um diagrama explicativo do critério adotado neste trabalho para essas figuras.

Quadro 8.3-38 - Configuração dos gráficos das análises de estabilização dos gradientes





Tempo de Residência (Idade da Água)

O comportamento vertical observado na Figura 11.i revela longos períodos de baixa retenção de água no reservatório e, nas épocas de vazões afluentes menores (novembro a janeiro), ocorre uma elevação do tempo de residência para próximo de dez dias nas camadas inferiores aos 25 metros. Este comportamento é significativo apenas na porção próxima da barragem, como mostra o Gráfico 8.3-87-j.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

No decorrer da estabilização, a massa d'água apresenta valores bastante reduzidos de DBO, inferiores a 5 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2) e persistentes durante os períodos fora da estiagem, Gráfico 8.3-87-k. Com o aumento dos tempos de residência, consequência da diminuição das vazões afluentes nos períodos secos, ocorre elevações nas concentrações de DBO, sobretudo nas camadas superiores. Esse comportamento é reafirmado pela evolução dos gradientes longitudinais observado na Gráfico 8.3-87-l onde é confirmada a resposta do corpo reservatório à permanência das cargas de DBO trazidas pelas vazões afluentes nos períodos mais secos, de setembro a janeiro.

Oxigênio Dissolvido

No decorrer da estabilização, a massa d'água apresenta valores bastante elevados, sobretudo nas camadas superiores. Os teores encontrados superam os 5 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe

2) e são persistentes durante os períodos fora da estiagem, **Gráfico 8.3-87-m**. Com o aumento dos tempos de residência, consequência da diminuição das vazões afluentes nos períodos secos, ocorrem deplecionamentos nas concentrações de oxigênio dissolvido devido ao aumento de efetividade dos processos físico-químicos na massa d'água. Note que a superposição espaço temporal entre os DUVs de DBO e oxigênio dissolvido na baixa vazão afluente é clara e relata que as baixas concentrações de DBO naqueles períodos (**Gráfico 8.3-87-n**) se devem ao consumo de oxigênio (**Gráfico 8.3-87-m**) e vice-versa. Esse efeito é mais crítico nas regiões próximas ao barramento, nas camadas com elevações inferiores aos 25 metros. Esse comportamento é reafirmado pela evolução dos gradientes longitudinais observado na **Gráfico 8.3-87-n** onde, de setembro a janeiro, é confirmada a resposta do corpo reservatório à permanência das cargas de DBO nos segmento próximos da barragem.

Nitrogênio Amoniacal

O que se observa no **Gráfico 8.3-87-o** é resultado dos processos já apresentados para a interação entre o oxigênio dissolvido e a DBO. Nos períodos mais críticos já apontados, o aumento dos teores de nitrogênio amoniacal é resultado do deplecionamento do oxigênio nas camadas mais profundas, abaixo dos dez metros, onde os efeitos da incorporação de oxigênio pela superfície não são mais percebidos. O **Gráfico 8.3-87-p** indica que, do ponto de vista longitudinal, a situação mais crítica encontrada para o nitrogênio amoniacal ocorre na entrada do reservatório, como resultado das cargas afluentes. Entretanto, os valores obtidos sempre são menores que 3,7 mg/L (limite CONAMA 357 para Classe 2, para água com pH inferiores a 7,5), tanto na região próxima à barragem quanto no corpo do reservatório.

Temperatura da Água

Os comportamentos verticais e longitudinais observados nas **Gráfico 8.3-87-q** e **Gráfico 8.3-87-r** revelam que o futuro reservatório não apresentará estratificações térmicas importantes, confirmando o que já foi dito na seção de resultados anteriores. As massas d'água tenderão ao estado homogêneo, com variações de baixa amplitude durante o ciclo anual. Nota-se um ligeiro aquecimento nos períodos de maior retenção de água no reservatório (novembro a janeiro), pois ocorre uma elevação do tempo de residência.

Nitrato

Os comportamentos verticais e longitudinais observados nas **Gráfico 8.3-87-s** e **Gráfico 8.3-87-t** revelam que o comportamento do nitrato é absolutamente complementar ao do nitrogênio amoniacal. Nos períodos de maior tempo de residência e, sobretudo nas camadas mais profundas junto ao barramento, ocorrem as maiores concentrações de nitrato, que são consequência da oxidação das formas amoniacais nestas mesmas regiões e períodos. Não há resultados comprometedores da qualidade da água devido ao nitrato.

Ortofosfato

Não há resultados comprometedores da qualidade da água devido ao ortofosfato segundo os comportamentos verticais e longitudinais observados nos **Gráfico 8.3-87-u** e **Gráfico 8.3-87-v**. Nos períodos de maior tempo de residência e, sobretudo nas camadas mais profundas junto ao barramento, ocorrem as maiores concentrações de ortofosfato.

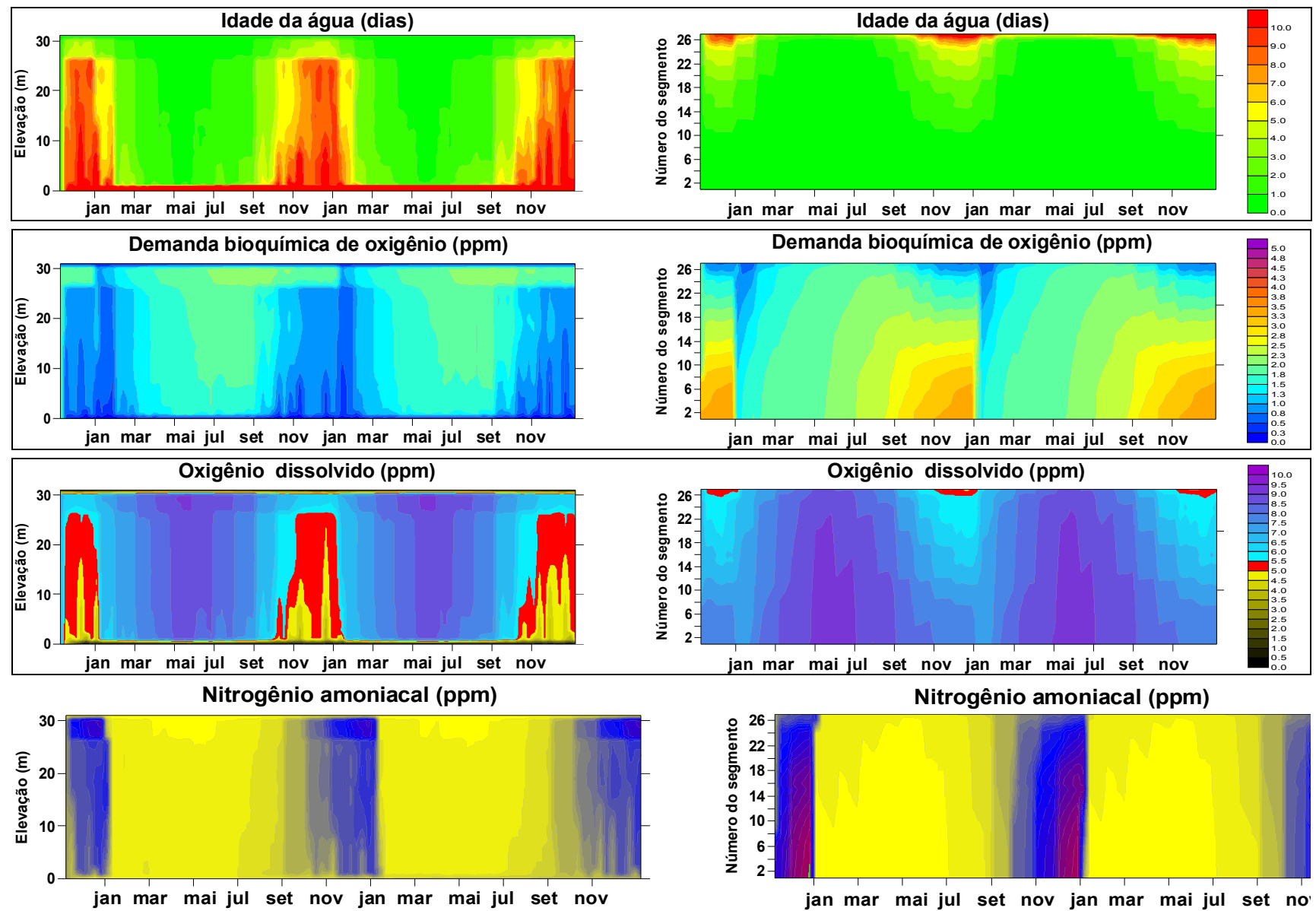


Gráfico 8.3-87 - Modelagem das variáveis físicas e químicas de qualidade da água na UHE Santo Antônio do Jari.

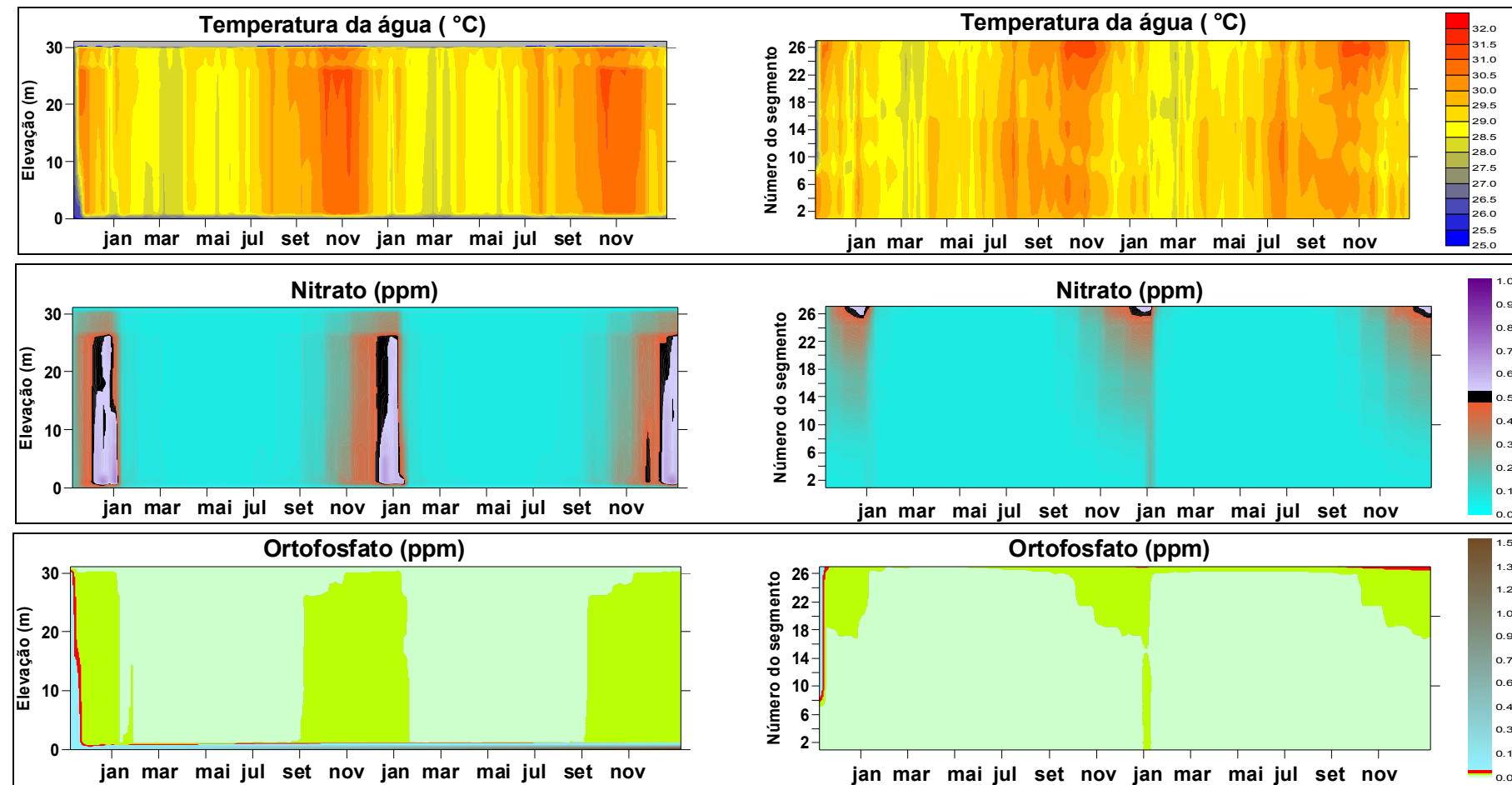


Gráfico 8.3-87 - Modelagem das variáveis físicas e químicas de qualidade da água na UHE Santo Antônio do Jari.

8.3.1.6.2 - Remanso do Reservatório

Para os estudos de remanso do reservatório foi feita a simulação matemática do escoamento com o software HEC-RAS 4.0. Os dados de entrada do modelo são as seções transversais compostas com dados do levantamento batimétrico da calha fluvial e a topografia de margens levantada por perfilamento a laser. As seções transversais utilizadas e o formato das seções são apresentadas no **Anexo 1**.

Etapa de Calibração do Modelo Matemático

Para a fase de calibração do modelo foram utilizados os dados dos perfis instantâneos de linha d'água. Estes perfis são apresentados na **Figura 8.3-4**. O perfil utilizado para calibração do modelo matemático foi o de 26/out/2008.

As cotas observadas na seção S-05, que se situa muito próxima da estação fluviométrica de São Francisco (17150000), da ANA, apresenta valores coerentes com os dados da ANA para os perfis de 09/set e 26/out/2008. Como para estas duas datas escolhidas há uma linha d'água coincidente no fim do trecho simulado, com vazões muito diferentes (601,6 e 1015,1 m³/s), foi utilizada apenas a linha d'água de 26/out para calibração, escolha baseada na hipótese de maior linha d'água possível para o remanso, ou seja, nível d'água mais alto para vazão mais baixa.

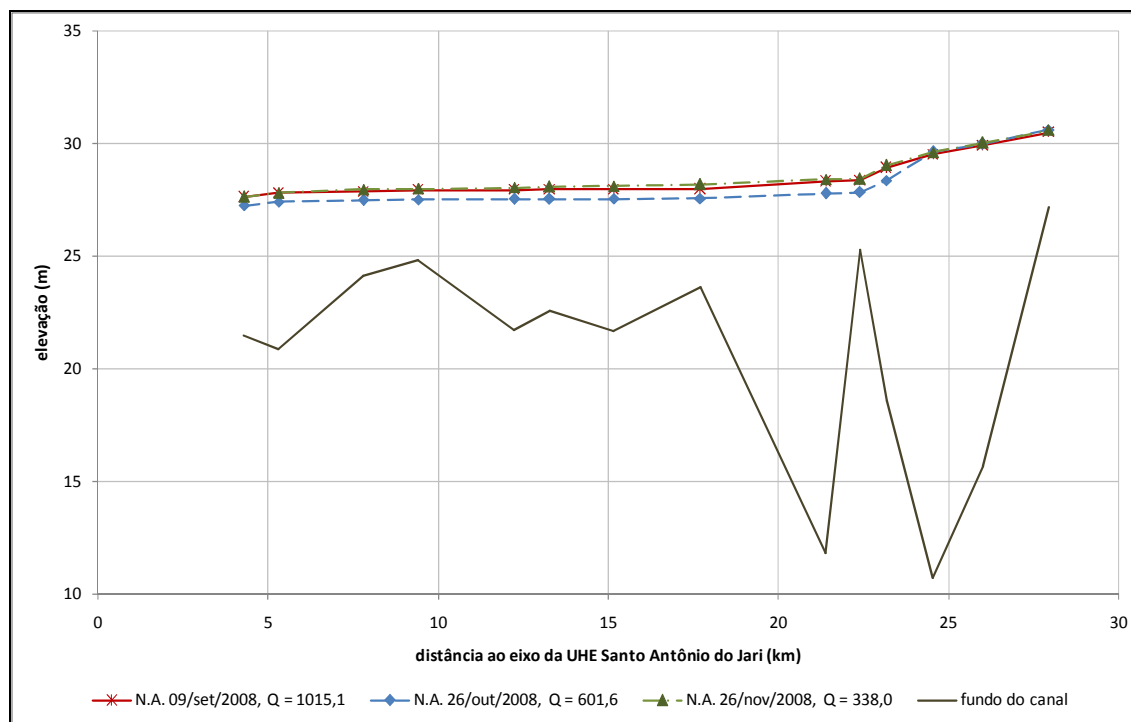


Figura 8.3-4 - Perfis instantâneos de linha d'água levantados no trecho do reservatório, a montante da UHE Santo Antônio do Jari

A linha d'água e o resultado da calibração realizada com o software HEC-RAS são mostrados na **Figura 8.3-5**. Para conseguir realizar a calibração foi necessário obter algumas seções intermediárias com base nos dados de topografia do perfilamento a laser e calha do rio estimada. Foram utilizadas 7 seções intermediárias ao todo, localizadas entre as seções 11 e 14. Os valores de rugosidade da equação de Manning obtidos durante a calibração estão apresentados no **Quadro 8.3-39**.

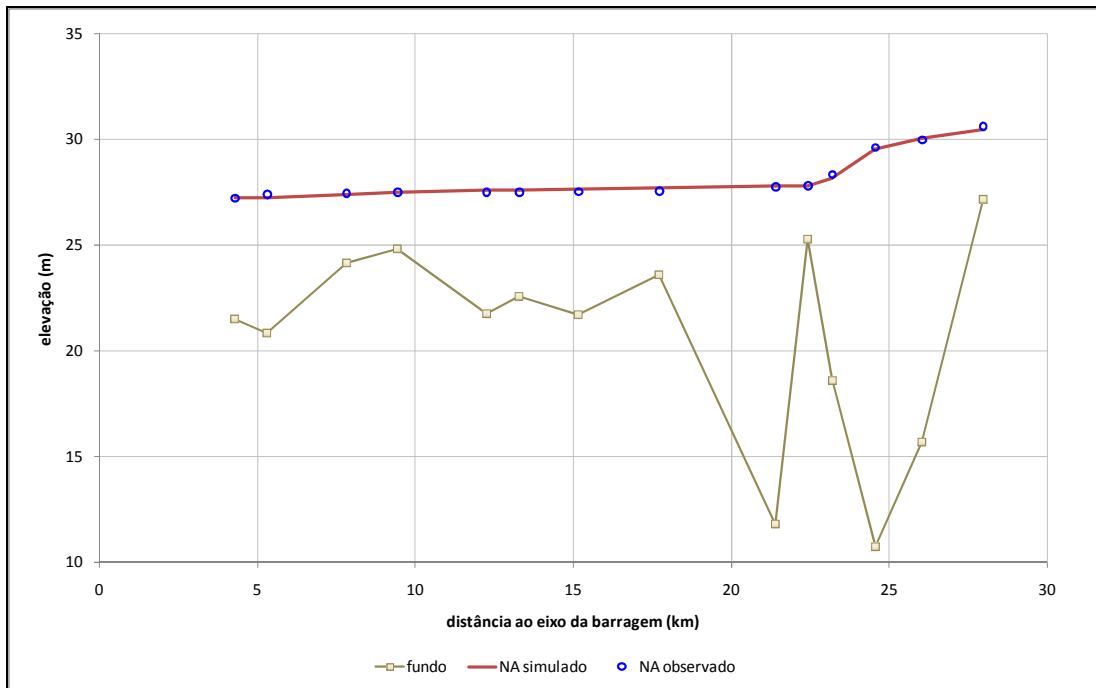


Figura 8.3-5 - Linhas d'água obtidas com a calibração do software HEC-RAS

Quadro 8.3-39 - Valores de rugosidade da equação de Manning, obtidos durante a fase de calibração do HEC-RAS

seção	rugosidade de manning		
	margem esquerda	canal	margem direita
1	0,055	0,030	0,055
2	0,055	0,030	0,055
3	0,055	0,030	0,055
4	0,055	0,030	0,055
5	0,055	0,030	0,055
6	0,055	0,030	0,055
7	0,055	0,030	0,055
8	0,055	0,025	0,055
9	0,055	0,030	0,055
10	0,055	0,030	0,055
11	0,055	0,030	0,055
11,3	0,055	0,040	0,055
11,6	0,055	0,040	0,055
12	0,055	0,030	0,055
12,2	0,055	0,040	0,055
12,5	0,055	0,030	0,055
13	0,055	0,040	0,055

seção	rugosidade de manning		
	margem esquerda	canal	margem direita
13,25	0,055	0,045	0,055
13,5	0,055	0,040	0,055
13,75	0,055	0,040	0,055
14	0,055	0,035	0,055
15	0,055	0,030	0,055
16	0,055	0,030	0,055
17	0,055	0,030	0,055
18	0,055	0,030	0,055
19	0,055	0,030	0,055
20	0,055	0,030	0,055

Cenários de Simulação e Resultados

Após a calibração do modelo foram realizadas simulações para todas as vazões apresentadas no **Quadro 8.3-40**. Para a simulação destas vazões os dados foram distribuídos entre o rio Jari e o afluente, rio Iratapuru, mantendo-se a mesma proporção observada entre as áreas de drenagem dos dois rios, sendo a área de drenagem do rio Iratapuru cerca de 9,5% da área de drenagem do rio Jari no local da UHE Santo Antônio do Jari.

Quadro 8.3-40 - Vazões simuladas para o reservatório da UHE Santo Antônio do Jari

Especificação da vazão utilizada	Identificação do perfil simulado	Vazão na UHE (m ³ /s)	Vazão no rio Iratapuru (m ³ /s)	N.A. barragem (m)
Q7,10	NA 1	45,0	4,28	30,08
10% Q7,10	NA 2	4,5	0,43	30,02
30% Q7,10	NA 3	13,5	1,28	30,03
70% Q7,10	NA 4	31,5	2,99	30,05
Mínima Média Mensal	NA 5	30,0	2,85	30,05
Média das Mínimas Anuais	NA 6	181,4	17,23	30,15
Qmlt	NA 7	1017,0	96,62	30,47
10% Qmlt	NA 8	101,7	9,66	30,11
20% Qmlt	NA 9	203,4	19,32	30,17
30% Qmlt	NA 10	305,1	28,98	30,22
Média das Máximas Anuais	NA 11	2346,0	222,87	30,79
Qmax	NA 12	5261,0	499,80	31,31
Q TR=5	NA 13	3947,0	374,97	31,02
Q TR=10	NA 14	4481,0	425,70	31,18
Q TR=25	NA 15	5155,0	489,73	31,29
Q TR=50	NA 16	5656,0	537,32	31,37
Q TR=100	NA 17	6153,0	584,54	31,44
Q TR=10000 (decamilenar)	NA 18	9433,0	896,14	31,87

Para a simulação considerando a existência da barragem foi utilizada a curva de descarga do vertedouro apresentada no projeto básico. Para a simulação da situação natural do rio, com o escoamento do rio funcionando sem o efeito da existência do reservatório, foi considerada uma seção transversal na cachoeira, obtida a partir dos dados do perfilamento a laser e foi considerado como valor de contorno o escoamento passando pela profundidade crítica no local da cachoeira. Os resultados obtidos nas simulações, para todas as seções transversais e todas as vazões simuladas são apresentados no **Anexo 1**, mantendo-se as mesmas associações de identificação dos NA simulados, de 1 a 18, conforme apresentado anteriormente no **Quadro 8.3-40**. No **Anexo 1** são apresentados os perfis da Linha d'água previstos para as várias vazões após a formação do lago.

Analisando os resultados do estudo de remanso, verifica-se que as Corredeiras do Itapeuara localizadas no final do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari, a montante da seção S-14, são o limitador natural dos efeitos que a barragem da usina exerce sobre os níveis d' água no rio Jari. Já no rio Iratapuru, verificou-se que os efeitos provocados pela UHE são limitados pela corredeira São Raimundo, localizada a montante da seção S-17.

Com relação à Vila de Iratapuru, a análise do comportamento dos níveis d' água nas seções S-16 e S-17, demonstra que a população ribeirinha, que será realocada para cotas acima da El: 34,0, estará protegida contra cheias de recorrência decamilenar.

8.3.1.6.3 - Jusante do Eixo da Barragem

A análise da qualidade da água a jusante do barramento com os estudos de tempo de residência da água foram desenvolvidos pela Leme Engenharia S.A. considerando os efeitos de maré conjugados às variações de vazão ao longo dos diferentes períodos do ciclo hidrológico utilizando estiagens, médias e cheias de referência.

Para a verificação do tempo de residência no trecho de vazão reduzida, foram considerados os resultados dos estudos do trecho de jusante do sítio da UHE Santo Antônio do Jari, baseado em análises dos dados de monitoramento levantados na campanha de hidrometria e na modelagem matemática do escoamento.

Para os estudos de modelagem matemática a jusante da cachoeira de Santo Antônio foram utilizadas as informações disponíveis no projeto básico e dados de campo. Além dos dados

primários, foram obtidos dados de telemetria disponíveis na internet, no sítio da ANA (www.ana.gov.br/portalsnirh).

Inicialmente, foi verificada a gama de vazões do rio Jari no local do aproveitamento e os valores de projeto. A série de vazões médias mensais apresenta valores de 30 m³/s a até 4.741 m³/s. Para efeito deste estudo, cuja preocupação precípua é a de obter o tempo de retenção da água na calha do rio Jari, em frente à vila de Santo Antônio, foram consideradas a vazão mínima e a vazão nominal turbinada máxima. Estes valores foram tomados como base para a montagem dos cenários de simulação por modelagem matemática.

Conforme a ficha técnica do empreendimento, a vazão nominal unitária das turbinas é de 218 m³/s. A UHE Santo Antônio do Jari foi projetada para ter 6 turbinas, o que soma a vazão turbinada máxima de 1.307 m³/s. Para a simulação da vazão residual foi utilizada a vazão mínima da série de vazões médias mensais, de 30 m³/s.

8.3.1.6.3.1 - Dados de Monitoramento

Além das informações constantes no projeto básico, foram obtidos dados de levantamentos de campo realizados no rio Jari, no sítio da UHE Santo Antônio do Jari, no trecho de jusante que, abrange cerca de 4 quilômetros de rio. Foram levantadas 7 seções transversais na calha principal (seções S-A, S-B, S-F, S-G, S-H, S-I e S-J), 3 seções transversais no braço de rio que será utilizado como canal de fuga da usina (S-C, S-D e S-E), e 2 seções transversais em outro braço do rio a montante da confluência da calha principal com o canal de fuga (S-K e S-L). Na **Figura 8.3-6** é apresentada a localização das seções transversais e no **Quadro 8.3-41** são listados os locais onde ocorre algum tipo de monitoramento, além do levantamento topo-batimétrico da seção.

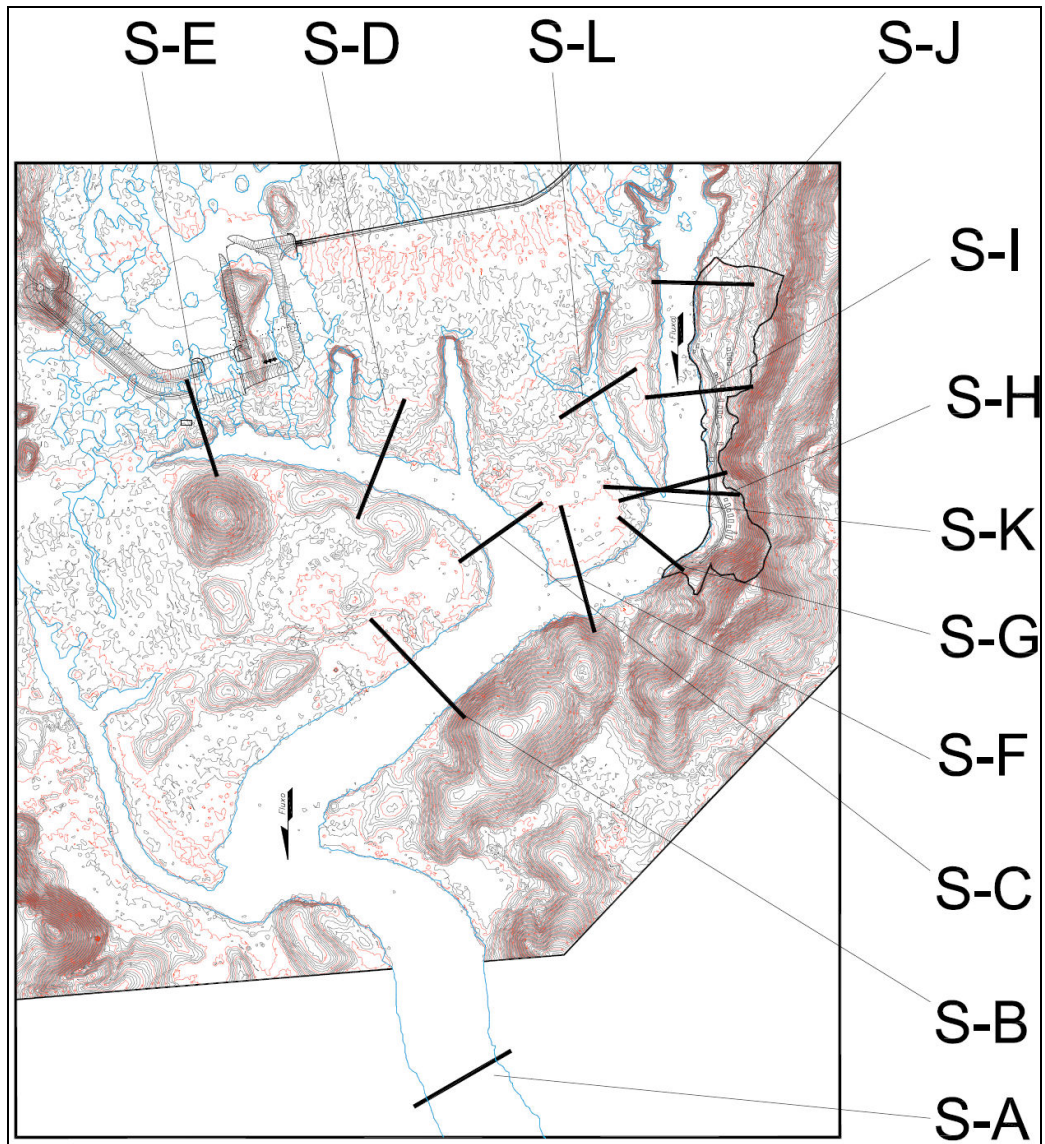


Figura 8.3-6 - Localização das seções transversais utilizadas nos estudos de simulação a jusante da cachoeira de Santo Antônio do Jari

Quadro 8.3-41 - Locais onde há dados de monitoramento

Código	Nome	Latitude	Longitude	Monitoramento
19160000	Santo Antônio do Jari (seção H)	+00:39:47	-052:30:25	cota
19170000	Bananal (seção B)	+00:39:42	-052:30:56	cota, vazão
19180000	Posto Santana (seção A)	+00:40:20	-052:30:49	cota, vazão
19190000	Cajueiro (seção E)	+00:39:13	-052:31:12	cota, vazão
19210000	seção D	+00:39:12	-052:31:03	vazão
19220000	seção C	-00:39:23	-052:30:52	vazão

Efeito de Maré

Para o estudo de maré, utilizaram-se as seções A e H, que estão sendo monitorados a cada 30 minutos, no período de 07:00 às 17:00. Foram feitas simulações com base em cenários definidos previamente, considerando as hipóteses de maré alta e maré baixa, de acordo com a disponibilidade de dados na seção transversal de Posto Santana (seção A).

Cenários de Simulação

Foram montados alguns cenários de simulação, tomando como base vazões de referência do projeto e dados disponíveis do monitoramento de campo. Foram simulados os cenários enumerados a seguir, entendendo-se que estes, são os cenários que permitem avaliar o tempo de detenção no trecho de rio em frente à vila de Santo Antônio:

- **Cenário 1** - vazão total igual à soma da vazão turbinada máxima (1.307 m³/s) e da vazão residual mínima no histórico de vazões médias mensais (30 m³/s). Simulações para maré alta e baixa.
- **Cenário 2** - vazão total igual à menor vazão observada no monitoramento de 2008 (830 m³/s), considerando a menor vazão residual (30 m³/s) escoando na calha principal e o restante passando pela turbina e saindo pelo canal de fuga. Simulações para maré alta e maré baixa.
- **Cenário 3** - simulação de condição natural para a vazão de 1.337 m³/s (turbinada máxima somada à residual de 30 m³/s). Simulações para as condições de maré alta e baixa.
- **Cenário 4** - simulação de condição natural para a vazão de 830 m³/s. Simulações para as condições de maré alta e baixa.

Os cenários de 1 e 2 são investigações do que ocorreria com o escoamento no caso de implantação da barragem. Os cenários 3 e 4 são investigações das condições naturais de escoamento do rio Jari a jusante da cachoeira de Santo Antônio. A vazão de 830 m³/s, para o cenário 4, foi escolhida por ser a menor vazão monitorada até o momento, para a qual existem dados de vazão no trecho estudado e cota na seção A.

8.3.1.6.3.2 - Resultados

Para calibração do coeficiente de rugosidade no modelo matemático, foram feitas simulações sucessivas para testar a sensibilidade do coeficiente de rugosidade. O valor de bibliografia adotado e os valores testados obtiveram resultados praticamente iguais (diferenças inferiores a 3 cm na linha d'água). Este fato indica maior controle do escoamento pelo efeito de maré, pelo nível observado no rio Amazonas na foz do rio Jari, e pela geometria da calha fluvial do que propriamente pelas características de rugosidade do canal.

No **Quadro 8.3-42** e **Quadro 8.3-43** são apresentados os valores adotados como premissa de entrada do modelo matemático, e o resultado da simulação na seção fluvial de interesse deste estudo, rio Jari em Santo Antônio (seção H), além do tempo de residência da água no trecho de rio antes da confluência com o calha fluvial que será o canal de fuga da usina.

Quadro 8.3-42 - Resultados das simulações nos cenários considerando a existência da barragem

Cenário	Maré	Vazão de simulação (m ³ /s)		N.A. jusante (m)*	Resultados de simulação no rio Jari em Santo Antônio (seção H)	
		Turbinada	Residual		N.A. (m)	tempo residência (horas)
1	alta	1.307	30	3,306	3,43	20,3
1	baixa	1.307	30	3,046	3,18	19,5
2	alta	800	30	3,026	3,08	19,2
2	baixa	800	30	1,956	2,04	16,1

* Nível d'água de jusante adotado conforme o monitoramento de cotas e vazões disponível.

Quadro 8.3-43 - Resultados das modelagens nos cenários de condição natural de escoamento

Cenário	Maré	Vazão de simulação (m ³ /s)*			N.A. jusante (m)	Resultados de simulação no rio Jari em Santo Antônio	
		total	calha principal	margem direita		N.A. (m)	tempo residência (minutos)
4	alta	1,337	936	401	3.306	3.44	39
4	baixa	1,337	936	401	3.046	3.19	37
5	alta	830	581	249	3.026	3.08	60
5b	baixa	830	581	249	1.956	2.05	50

* A vazão total foi dividida entre os trechos de acordo com o monitoramento de vazões disponível, sendo que cerca de 70% do escoamento, para esta magnitude de vazões, escoou pela calha fluvial principal do rio Jari, em frente à vila de Santo Antônio.

A análise dos resultados obtidos permite chegar a algumas conclusões acerca do comportamento do escoamento no local:

- Pelos dados disponíveis, o efeito de maré torna-se significativo no período de águas baixas, principalmente para valores de vazão inferiores a cerca de 2.000m³/s. Este efeito de maré, provavelmente, dependerá não só da maré, como também do nível d'água observado no rio Amazonas na foz do rio Jari.
- O cenário em que o tempo de residência foi mais alto na calha do rio Jari em frente à vila de Santo Antônio é para o caso de vazão turbinada máxima escoando pelo canal de fuga (1.307 m³/s) e vazão residual mínima (30 m³/s) em frente à vila de Santo Antônio.
- O tempo de residência simulado para o rio Jari em frente à vila de Santo Antônio, na pior hipótese, passou de cerca de 39 minutos em condições naturais, para cerca de 20 horas com a usina funcionando à vazão turbinada máxima e somente a vazão residual escoando na calha principal do rio Jari em Santo Antônio.
- Neste sentido, considerando ainda os dados da campanha de Limnologia não são esperadas mudanças significativas na condição atual das variáveis físicas, químicas e biológicas do trecho a jusante da cachoeira de Santo Antonio, devido ao barramento.

Mesmos na pior hipótese, onde o tempo de residência da água simulado para o rio Jari em frente à vila de Santo Antônio, passará para cerca de 20 horas com a usina funcionando à vazão turbinada máxima e somente a vazão residual escoando na calha principal, não haverá tempo

suficiente para que se estabeleçam processos decomposição ou oxiredução, que poderiam ocasionar uma depleção de oxigênio dissolvido no corpo d'água.

Os dados simulados pela modelagem prognóstica da qualidade da água do reservatório indicam que o potencial de formação de cenários críticos em todos os parâmetros investigados é muito reduzido. Não há qualquer indicativo de que poderão ocorrer problemas de qualidade da água capazes de restringir seus usos, em nenhuma parcela de seu volume, tanto a montante como a jusante do barramento, por todo ciclo anual. Não há indicativos de violações importantes dos limites da Resolução CONAMA n° 357/05, estabelecidos para águas enquadradas como Classe II.

8.3.1.7 - Conclusão

Numa bacia hidrográfica, a qualidade das águas depende: a) das condições naturais, tendo em vista que, mesmo em áreas totalmente preservadas em suas condições naturais, a qualidade da água sofre interferência do carreamento natural de partículas do solo após eventos de chuva e dissolução de íons de rocha; e b) da interferência antrópica, que afeta a qualidade das águas através do lançamento de efluentes domésticos, industriais e insumos agrícolas. De uma forma geral, as amostragens realizadas ao longo do rio Jari caracterizaram um ambiente lótico, sob influência das alterações sazonais naturais, como aporte de águas pluviais e carreamento da área de drenagem da bacia.

Qualidade da Água

Com base nos variáveis físicas, químicas e bacteriológicas diagnosticadas durante as campanhas dos períodos de seca (outubro/2008), cheia (abril/2008), vazante (agosto/2008), enchente (fevereiro/2009) e cheia (maio/2009) é possível concluir que:

- Tanto o rio Jari quanto seus tributários são homogêneos nos eixos transversais e longitudinais, não apresentando estratificação térmica e química. Os perfis de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade demonstraram claramente que a energia transportada pelos rios é suficiente para misturar toda a coluna de água. Devido à baixa profundidade média do futuro reservatório e ao curto tempo de residência da água, não é esperado que essa condição de homogeneização da massa de água seja alterada. O tempo de residência médio de aproximadamente 6 dias, com pequenas variações anuais, não permitirá

que as camadas superficiais da água se aqueçam formando estratos diferenciados termicamente, quimicamente ou mesmo biologicamente.

- O rio Jari, assim como seus tributários, apresenta elevada transparência, permitindo a entrada de luz por grande parte da coluna de água. Essa é uma característica dos rios amazônicos de águas claras. A reduzida quantidade de sólidos em suspensão é responsável pela pequena turbidez. Soma-se a este fator a alta intensidade luminosa que chega aos ambientes amazônicos. Deste modo é possível concluir que a entrada de energia luminosa pode não ser um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento dos organismos produtores primários nestes ambientes.
- Os perfis de oxigênio dissolvido demonstraram claramente que todas as estações amostradas foram totalmente oxigenadas até as camadas mais profundas. Não foi verificado anoxia em nenhuma das estações amostradas. Esse padrão de oxigenação da massa de água não deverá sofrer alteração, uma vez que haverá supressão da vegetação prévia a inundação do reservatório, conforme demonstrado pelo modelo prognóstico da qualidade da água.
- A condutividade elétrica foi constante em todos os perfis verticais observados. Como é comum para ambientes amazônicos de águas claras, os valores de condutividade foram baixos. Rios de águas claras da Amazônia têm origem em terrenos antigos e bastante desgastados, com isso a disponibilidade de íons para os ambientes aquáticos é reduzida, o que reflete nos baixos valores de condutividade na coluna de água.
- O rio Jari e seus tributários apresentaram caráter neutro de suas águas. Os valores de pH variaram sempre entre 6 e 7. A exceção foi o ponto JAR6, durante a enchente, onde o pH foi levemente ácido (5,5). Não é esperada mudanças em relação ao pH dos ambientes após a construção do empreendimento. O reduzido tempo de residência da água impede o acúmulo de compostos orgânicos e mantém as características lóticicas do ambiente.
- O rio Jari, assim como seus tributários, apresentou pequena disponibilidade de nitrogênio e fósforo, com concentrações, em alguns casos, limitantes ao crescimento do fitoplâncton. Assim como para o nitrogênio, a concentração de fósforo em ecossistemas amazônicos está bastante relacionada ao pulso hidrológico. As características hidráulicas do reservatório da UHE Santo Antônio do Jari serão próximas as de um sistema lótico (com baixo tempo de retenção da água e baixa profundidade média). Tais características do reservatório sugerem que não haverá mudanças no teor de fósforo e nitrogênio total no rio Jari.

- Os dados de DBO indicaram que, em média, 30% do oxigênio é consumido por vias biológicas no rio Jari e seus tributários. O aumento significativo da DBO não é esperado após a construção da UHE Santo Antônio do Jari, uma vez que o reduzido tempo de retenção da água não possibilitará o acúmulo de matéria orgânica a montante da represa.
- Na região amostrada variações sazonais são muito pronunciadas, principalmente nos pontos localizados nos rios Jari, Iratapuru e Piunquara. Entretanto, pouca diferença foi observada entre os pulsos hidrológicos no rio Traíra. Este rio apresentou pouca variação do nível da água o que refletiu na manutenção dos parâmetros limnológicos. Durante a enchente, todos os pontos localizados no rio Jari (exceto JAR7), bem como os pontos do rio Iratapuru, Pacanari e Piunquara foram bastante semelhantes entre si, e principalmente relacionados a valores mais elevados de fósforo total, condutividade, fósforo solúvel reativo, cloretos, turbidez e pH. Durante a cheia, a dispersão dos pontos ao longo do eixo 1 foi maior, sendo os pontos JAR2, JAR3, JAR6, JAR7 e JAR8 mais aproximados, principalmente em relação aos valores de Secchi. Os pontos com valores mais elevados de clorofila foram JAR1, JAR3 e IR2, apesar de JAR2 também ter apresentado valor mais elevados desta variável.
- Os pontos JAR4, JAR5 e PAC1, durante a enchente, foram principalmente relacionados a elevados valores de níquel no sedimento. Entretanto, este padrão não foi observado no período de cheia. Os pontos localizados nos rios Piunquara e Traíra foram bastante semelhantes nos períodos de enchente e cheia, em relação aos constituintes do sedimento. O ponto JAR3 também apresentou elevadas concentrações de fósforo, carbono e nitrogênio no sedimento. Esta foi a estação do rio Jari mais diferenciada em relação as demais, sugerindo que nesta área deve haver fatores locais que favorecem o acúmulo de sedimento nas frações orgânicas e inorgânicas. De maneira geral, os outros pontos apresentam concentrações intermediárias e uma distribuição mais homogênea não sendo possível diferenciar as estações situadas a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antônio.
- Em todas as estações amostradas, o número de coliformes totais e termotolerantes foram reduzidos. Devido às feições líticas do futuro reservatório (tempo de retenção média, aflúncias hidrológicas e de cargas) não deverá ocorrer o aumento nas concentrações de coliforme na água após o represamento.
- Embora as concentrações de nitrogênio inorgânico tenham aumentado no período de cheia, houve redução nas concentrações de ortofosfato na maioria dos pontos, com valores

próximos aos considerados limitantes ao crescimento fitoplanctônico. Em ambas as campanhas o ponto JAR2 apresentou valores bem reduzidos de ortofosfato. Durante o período de cheia foi observada correlação inversa das concentrações de SRP com a profundidade do disco de Secchi. Houve maior disponibilidade luminosa na cheia.

- Com exceção do pH na estação JAR6 (enchente) e da DBO na estação PAC1 (enchente e cheia), todas as outras variáveis em todas as estações estiveram dentro do limite permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para águas da classe 2. Baseado nesta informação e nos dados observados pode-se concluir que o grau de poluição do rio Jari e seus tributários foi extremamente baixo.
- Em geral, as diferenças encontradas estiveram mais relacionadas às variações temporais (sazonais) do que especiais (estações amostrais) ao longo do rio Jari, ou seja, as estações amostrais foram bastante semelhantes durante cada período de coleta. Com base nos resultados obtidos, não há indícios de que as alterações na qualidade da água tenham influência antrópica, mas sim, uma relação com a sazonalidade local.

Modelagem Matemática

Com base no modelo prognóstico foram simulados panoramas possíveis de qualidade da água para o futuro reservatório da UHE Santo Antônio do Jari. A modelagem matemática de qualidade da água utilizada focalizou o comportamento do corpo hídrico recém formado na sua fase de estabilização, ao longo de dois ciclos anuais, que correspondem a um período de 730 dias contínuos.

O reservatório projetado para UHE Santo Antônio do Jari possui feições morfológicas marcantes: estreito, raso e alongado na parte majoritária de seu estirão. Cerca de 90 % de curso longitudinal terá menos de 10 metros de profundidade e apenas o restante poderá alcançar profundidades superiores aos 25 metros, que também é valor característico de reservatórios rasos.

Vale ainda destacar: 1) seus regimes hidrológicos cujas amplitudes da variação das vazões afluentes podem ir de 30 m³/s a 4.760 m³/s e sua média é de 1017 m³/s; 2) os valores reduzidos de cargas afluentes para os parâmetros analisados (DBO, nitrogênio amoniacal, nitrato e ortofosfato), devido a integridade da bacia hidrográfica do rio Jari e seus tributários, cujo alto e médio cursos se desenvolvem dentro de ambientes preservados.

Da conjugação dessas feições morfológicas com os valores médios para afluições hidrológicas e de cargas, espera-se que o reservatório assuma um comportamento muito mais próximo do regime lótico, comportamento dos rios, com alto poder de transporte, mistura, depuração e, sobretudo, renovação de suas águas. A simulação numérica confirmou essa tendência durante a cheia, vazante e enchente e indicou, também, que o reservatório alcança sua estabilização nos primeiros meses do primeiro ciclo anual.

Todos os parâmetros investigados acusaram as futuras feições lóticicas, sendo que os mais expressivos foram o tempo de residência (idade da água), pelo qual foi mostrado que o volume do reservatório se renova a cada dois dias (em média) e a temperatura da água, que não apontou estratificações térmicas para a massa d'água. Os resultados obtidos para os outros componentes seguiram padrão compatível, isto é, altos teores de oxigênio dissolvido e baixas concentrações para os demais.

As maiores amplitudes de variação foram alcançadas na estação seca, quando as vazões afluentes se reduzem para ordem de 30 m³/s. Nessa época, os resultados da modelagem matemática revelam que o futuro ambiente aquático assumirá feições mais lânticas (ou melhor, menos lóticicas). Os tempos de residência poderão atingir períodos da ordem de 10 dias; as águas se aquecem, porém ainda assim não deverá ocorrer estratificação térmica. Nestes períodos secos, os resultados obtidos para DBO, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e nitrato estão perfeitamente correlacionados e indicam a ocorrência de processo de depuração dentro do reservatório, sobretudo nas porções próximas ao barramento.

Portanto, segundo os resultados obtidos na simulação e apresentados nesse trabalho, o potencial de formação de cenários críticos em todos os parâmetros investigados é muito reduzido. Não há indicativos de que ocorrerão problemas de qualidade da água capazes de restringir seus usos, em nenhuma parcela de seu volume, por todo ciclo anual. Não há indicativos de violações importantes dos limites CONAMA 357/05 estabelecidos para águas enquadradas como Classe II.

Uma vez formado o reservatório da UHE Santo Antônio do Jari, recomenda-se monitoramento periódico de suas feições limnológicas e de qualidade da água, conforme descrito a seguir:

- Nas drenagens afluentes mais significativas em pontos fora do reservatório;
- Em pelo menos três posições do estirão, a cada dez metros de profundidade;

- Pelo menos um ponto a jusante.

Esta configuração de monitoramento, embora básica, deverá atender às futuras demandas ambientais associadas à limnologia, qualidade da água e modelagem matemática para esse reservatório. No decorrer do monitoramento, ajustes podem ser feitos em função das observações realizadas, caso haja necessidade.

A análise integrada da qualidade da água e limnologia será apresentada no **item 8.3.2**.

8.3.1.8 - Responsabilidade Técnica

Durante as três primeiras campanhas (outubro de 2007, abril e agosto de 2008), as amostragens foram realizadas sob a coordenação do biólogo Rui José de Miranda Guedes (Diretor de Operações e Logística da PiR2 Consultoria Ambiental), e por uma equipe multidisciplinar **Quadro 8.3-44** para realização de coletas biológicas e químicas. O **Quadro 8.3-45** apresenta todos os responsáveis pelas análises das amostras coletadas nestas campanhas realizadas para a UHE Santo Antônio do Jari.

Quadro 8.3-44 - Equipe técnica responsável pelo tratamento e análise *in situ* das amostras obtidas nas campanhas realizadas em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

EQUIPE TÉCNICA - TRATAMENTO E ANÁLISE <i>IN SITU</i> DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO		
PROFISSIONAL	REGISTRO DE CLASSE	CTFAIDA/IBAMA (*)
Rui Guedes, BSc.	CRBio-2 38170/02	216598
Albert Luiz Suhett, Dr.	-	1582029
Felipe Siqueira Pacheco, Msc	-	1883175

Quadro 8.3-45 - Equipe técnica responsável pelas análises das amostras coletadas em outubro de 2007 (seca), abril de 2008 (cheia) e agosto de 2008 (vazante), na área de influência da UHE Santo Antônio do Jari.

EQUIPE TÉCNICA - ANÁLISES DE LABORATÓRIO			
EMPRESA OU INSTITUIÇÃO	PROFISSIONAL	REGISTRO DE CLASSE	PARÂMETROS ANALISADOS
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Laboratório de Limnologia	Marcos Paulo F. de Barros	CRBio 1521509	Zooplâncton, Fitoplâncton, Pigmentos, Zoobentos e Macrófitas aquáticas
	Claudio Cardoso Marinho	CRQ-3 03413851	Sedimento (Carbono, nitrogênio e fósforo)
Analytical Technology	Ana Paula Ahualli	CRQ-4 04121814	Metais no sedimento
Scitech - Environmental Science and Technology	Ricardo Pollery	CRBio 32221/02	Amônia, nitrito, nitrato, fosfato, nitrogênio total, fósforo total, sulfato, cloreto, TDS, TSS e cor

EQUIPE TÉCNICA - ANÁLISES DE LABORATÓRIO			
EMPRESA OU INSTITUIÇÃO	PROFISSIONAL	REGISTRO DE CLASSE	PARÂMETROS ANALISADOS
Universidade Estadual de Montes Claros (Laboratório de Macrófitas Aquáticas)	Anderson Medeiros dos Santos	CRBio 42.128/2-D	Macrófitas Aquáticas
Caesa (Companhia de Água e Esgoto do Amapá)	Augusto Cesar de Souza Moraes	CRQ - 064.00.519 6ª região	DBO e Coliformes Totais e Termotolerantes (Fecais)

Durante as duas últimas campanhas (fevereiro e maio de 2009), a coleta e processamento *in situ* dos dados físicos, químicos e biológicos foi realizada por uma equipe multidisciplinar da R2N Consultoria Ambiental, sobre a coordenação do biólogo Msc. Nathan Oliveira Barros (Quadro 8.3-46). O Quadro 8.3-47 apresenta todos os profissionais que trabalharam na geração e no processamento dos dados diagnosticados nestas campanhas.

Quadro 8.3-46 - Equipe técnica responsável pela coleta e processamento *in situ* das amostras coletadas nas campanhas de enchente e cheia de 2009 na área prevista para a implantação da UHE Santo Antônio do Jari.

Profissional	Registro de Classe	CTFAIDA/IBAMA
Msc. Nathan Oliveira Barros	CRBio 57283/04-D	1522257
Msc. Felipe Siqueira Pacheco	-	1883175
Msc. Carlos Henrique Eckhardt Duque Estrada	-	1888343
Msc. Laura Martins Gagliardi	-	2204179
Msc. Cleto Kaveski Peres	-	2492995

Quadro 8.3-47 - Profissionais envolvidos no levantamento e processamento dos dados físico, químicos e biológicos.

Equipe técnica envolvida na geração e processamento dos dados			
Profissional	Função	Nível Acadêmico	Instituição
MSc. Nathan Oliveira Barros	Geração e processamento de dados	Mestre	R2N/UFRJ
MSc. Raquel Fernandes Mendonça	Geração e processamento de dados	Mestre	R2N/UFRJ
Dr. Ciro Cezar Zanini Branco	Macroalgas	Doutor	UNESP
Dr. Pitágoras da Conceição Bispo	Processamento de dados	Doutor	UNESP
Dr. Maria Carolina Soarez	Processamento de dados	Doutora	UFJF
Dr. Marcos Paulo Figueiredo Barros	Macroinvertebrados Aquáticos e Bentônicos	Doutor	UFRJ
Vera Lúcia de Moraes Huszar	Fitoplâncton	Doutora	Musel Nacional/UFRJ
Msc. Cleto Kaveski Peres	Macroalgas	Mestre	UNESP
MSc. Carlos Henrique Duque Estrada	Macrófitas aquáticas	Mestre	UFJF
MSc. Priscila Gomes Rosa	Zooplâncton	Mestre	UNIRIO
Msc. Felipe Siqueira Pacheco	Processamento de dados	Mestre	UFJF
Camila L. L. Borges	Fitoplâncton	Mestranda	Musel Nacional/UFRJ
Nicolas Marino	Macroinvertebrados Aquáticos e Bentônicos	Mestrando	UFRJ
Daniely Carius	Macroinvertebrados Aquáticos e Bentônicos	Graduanda	UFRJ
Ronilson Perreira Picanço	Geração de dados	Técnico em Meio-Ambiente	UFJF
Gladson Resende Marques	Análises químicas	Técnico em química	UFJF

ANEXOS

ANEXO 1 - ESTUDO DE REMANSO DO RESERVATÓRIO