



UHE SANTO ANTÔNIO NO RIO MADEIRA

Monitoramento Limnológico
e de Macrófitas Aquáticas
Fase de Enchimento e Estabilização
Relatório Mensal 7

JUNHO 2012



ÍNDICE

1.	Apresentação	1/25
2.	Resultados	2/25
	2.1 - Profundidade e transparência	2/25
	2.2 - Temperatura da água	5/25
	2.3 - Turbidez	9/25
	2.4 - Potencial hidrogeniônico (pH)	13/25
	2.5 - Oxigênio dissolvido	17/25
	2.6 - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	22/25
3.	Equipe técnica	24/25
4.	Referências bibliográficas	25/25

ANEXOS

Anexo 1 -	Detalhamento do enchimento da UHE Santo Antônio
Anexo 2 -	Mapa de localização das estações de monitoramento da campanha mensal - 2382-00-MEN-DE-1001
Anexo 3 -	Laudos abióticos e bióticos (Digital)

1. APRESENTAÇÃO

Visando ao atendimento do Projeto Básico Ambiental (PBA) da UHE Santo Antônio no rio Madeira, foram realizadas dez campanhas de campo, com frequência trimestral, nos períodos de águas altas (março/abril de 2009, abril de 2010 e abril de 2011), vazante (junho de 2009, julho de 2010 e agosto de 2011), águas baixas (outubro de 2009 e setembro de 2010) e enchente (janeiro de 2010 e janeiro de 2011), as quais estão associadas com a fase de pré-enchimento.

Foram incorporados ao Plano de Trabalho do Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio do rio Madeira (2382-00-PTR-RL-0001-04) as solicitações contidas na condicionante 2.11 da LI 540/2011, na LO 1047/2011, no Ofício 825/2011 e no Parecer 75/2011. Esses documentos determinam a realização de campanhas de monitoramento limnológico das variáveis físicas e químicas com periodicidade mensal durante o enchimento e estabilização do reservatório. Até o momento foram realizadas 8 campanhas, referentes aos meses de outubro (17 a 23/10/11), novembro (08 a 11/11/11), dezembro (06 a 12/12/11), janeiro (15 a 18/01/12), fevereiro (02 a 06/02/12), março (11 a 15/03/12), abril (13 a 19/04/12) e maio (14 a 21/05/12).

O enchimento escalonado do reservatório da UHE Santo Antônio ocorreu em 4 etapas, considerando a emissão do Parecer Técnico nº 78/2011/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 15 de agosto de 2011, que recomendou a autorização do enchimento da UHE Santo Antônio, mediante o Plano de Enchimento de Reservatório aprovado nos termos da Nota Técnica nº 32/2011/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA e demais documentos pertinentes ao processo de licenciamento, descritos no item 2 - "Histórico do Processo de Enchimento do Reservatório".

A primeira etapa ocorreu entre 15/09/2011 a 07/11/2011, partindo de uma cota de 49,35 m a 55,50 m; na segunda etapa, elevou-se o nível do reservatório à cota 60,50 m entre os dias 07 e 12 de novembro de 2011; na terceira etapa, atingiu-se 68,40 m entre o período de 21 e 30 de novembro de 2011. No entanto, houve um aumento imediato de 0,60 m na cota no dia 07/12/2011, a fim de viabilizar o Sistema de Transposição de Peixes (da cota 68,40 m a 69,0 m), completando assim a terceira etapa do enchimento. Na quarta etapa, a cota máxima de operação de 70,50 m foi atingida no período de 08 a 23/01/2012, finalizando o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio. O **Anexo 1** mostra o detalhamento do enchimento da UHE Santo Antônio no rio Madeira.

Este relatório avalia os resultados obtidos na terceira campanha de estabilização do reservatório, que ocorreu no período de 13/04/2012 a 19/04/2012 e contemplou as estações situadas no rio Madeira, localizadas a montante (MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01) e a jusante (JUS.01, JUS.02, JUS.03) do eixo da barragem, e as estações nos tributários localizados a montante do reservatório (CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, CEA e CEA.01) (Mapa de localização das estações de monitoramento da campanha mensal - 2382-00-MEN-DE-1001 - Anexo 2).

As variáveis foram analisadas por meio de protocolos internacionalmente reconhecidos, preferencialmente as determinações contidas no "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" da APHA (1998) 21ª edição. As técnicas analíticas tiveram como base as recomendações do programa biológico internacional para ambientes aquáticos (Golterman *et al.* 1978). Foram considerados, entre outros, os fundamentos técnicos descritos por Wetzel & Likens (2000).

2. RESULTADOS

2.1 - PROFUNDIDADE E TRANSPARÊNCIA

Ao penetrar na coluna d'água, a radiação solar sofre alterações na intensidade, na qualidade e na direção, que são influenciadas principalmente pela concentração de materiais dissolvidos e em suspensão na água. O rio Madeira é caracterizado como rio de águas brancas, com elevada carga de sólidos dissolvidos e suspensos, o que faz com que haja baixa penetração de luz (Muntz, 1978).

No rio Madeira, durante o período amostrado, a profundidade média foi de $21,38 \pm 5,42$ m (média \pm DP), variando entre 17 m (MON.05 e JUS.03) e 31 m (MON.02) (Figura 2-1). Os valores obtidos no presente estudo, para montante ($21,4 \pm 5,42$ m; média \pm DP) e jusante ($17,6 \pm 0,5$ m; média \pm DP) foram semelhantes a montante e superiores a jusante, quando comparados com os valores encontrados no mesmo período hidrológico de 2011 (montante: $21,8 \pm 5,45$ m; jusante: $19,3 \pm 1,15$ m, média \pm DP). Contudo, no mesmo período de 2010 os valores de montante foram levemente superiores ($20,0 \pm 2,61$ m; média \pm DP), enquanto os de jusante foram inferiores (jusante: $35,67 \pm 13,42$ m, média \pm DP).

A transparência da água em todas as estações foi de 0,05 m. A baixa transparência do rio Madeira é consequência da alta carga de material em suspensão que este rio carrega. Os valores obtidos no presente estudo foram idênticos aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 e 2011.

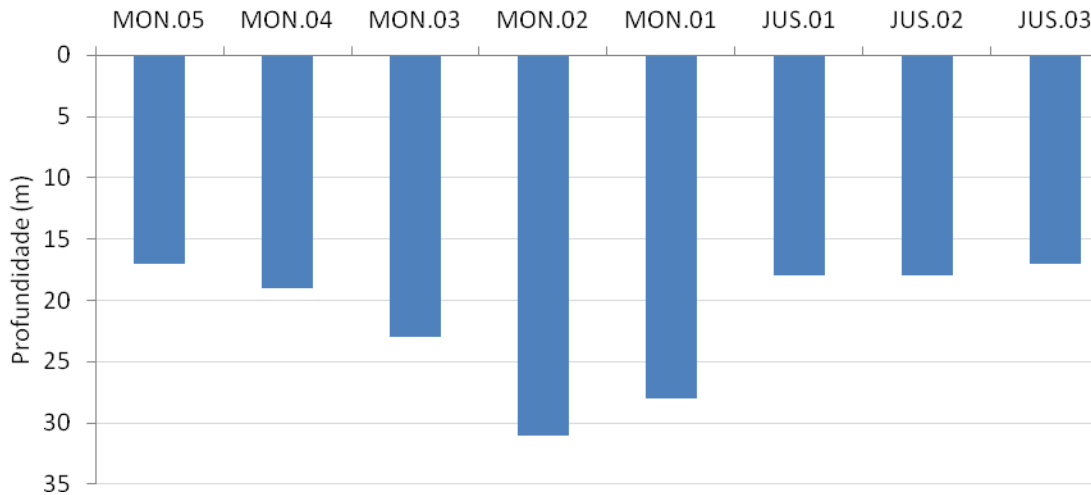


Figura 2-1 - Profundidade da coluna d'água no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

A profundidade dos tributários avaliados variou entre 5,0 m (CEA.01) e 18,0 m (JAT I), com média de $10,13 \pm 4,4$ m (média \pm DP) (Figura 2-2). Os valores obtidos no presente estudo foram superiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($8,3 \pm 1,1$ m, média \pm DP) e semelhantes aos de 2011 ($9,8 \pm 1,0$ m, média \pm DP).

Nos tributários, a transparência da água variou bastante entre as estações, com média de $0,78 \pm 0,52$ m (média \pm DP). O menor valor foi registrado em TEO e CEA (0,05 m), refletindo a influência do rio Madeira nestas estações. Em contrapartida, o maior valor encontrado foi na estação CAR (1,9 m) (Figura 2-3). Os valores obtidos no presente estudo foram semelhantes encontrados no mesmo período de 2010 ($1,0 \pm 0,3$ m, média \pm DP) e de 2011 ($0,8 \pm 0,6$ m, média \pm DP).

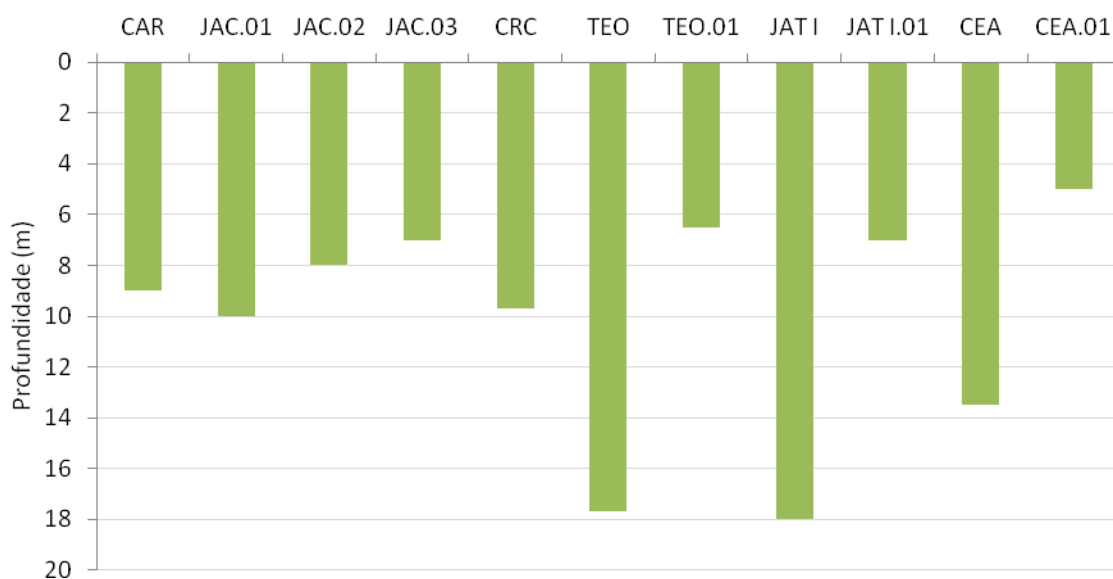


Figura 2-2 - Profundidade da coluna d'água nos tributários em abril de 2012 (águas altas).



Figura 2-3 - Transparência da coluna d'água nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

2.2 - TEMPERATURA DA ÁGUA

No rio Madeira, a temperatura média da água na superfície foi idêntica à do fundo ($28,2 \pm 0,1$ °C, (média \pm DP) e, diferenças, quando presentes, foram menores ou iguais a $0,2^{\circ}\text{C}$ (Figura 2-4). A homogeneidade térmica da coluna d'água é confirmada pelos perfis verticais, os quais também mostraram ausência de variação espacial entre as estações do rio Madeira. Com isso, verifica-se que, durante a estabilização, não houve alterações no perfil de temperatura (Figura 2-5). Esta dinâmica na formação do reservatório pode ser atribuída ao baixo tempo de residência do reservatório na calha central do rio Madeira.

Os valores médios obtidos no presente estudo foi 1°C maior do que os encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($27,0 \pm 0,1$ °C, média \pm DP), mas semelhante aos de 2011 ($27,9 \pm 0,1$ °C, média \pm DP), para a superfície da água.

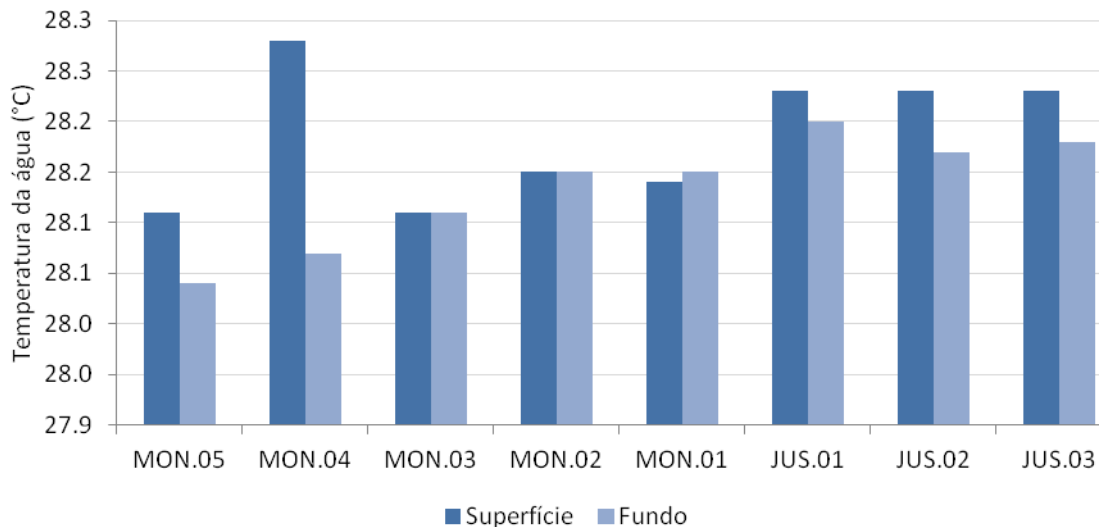


Figura 2-4 - Temperatura da água no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

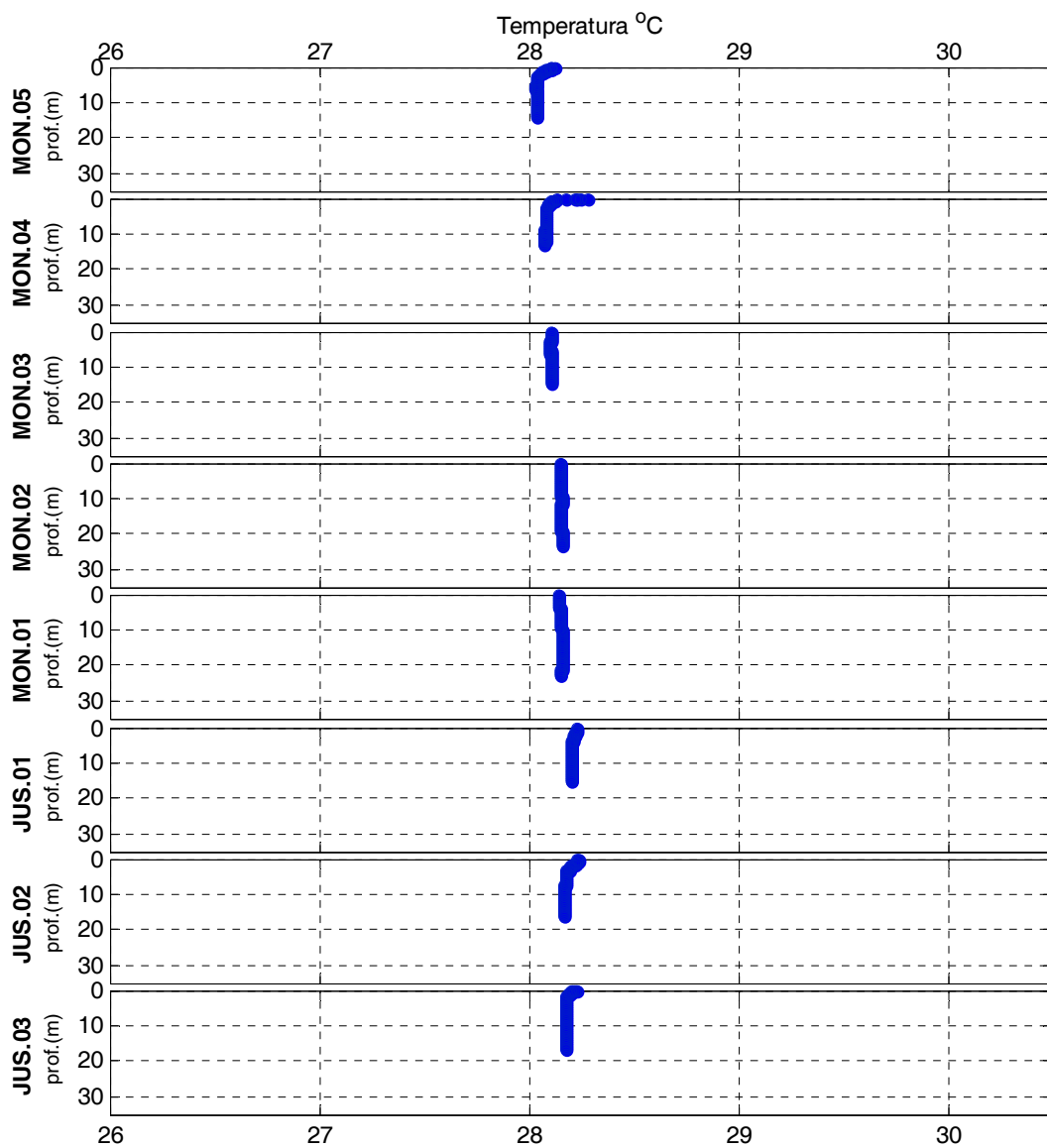


Figura 2-5 - Perfis de temperatura no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

A temperatura da água nos tributários variou entre 25,6°C (CAR) e 31,0°C (JAT I.01), com média de $28,3 \pm 1,4$ °C (média \pm DP) (Figura 2-6). Os valores obtidos no presente estudo foram superiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2011 ($26,7 \pm 01,4$ °C, média \pm DP) e de 2010 ($26,5 \pm 1,4$ °C, média \pm DP).

Os perfis térmicos da campanha de abril indicaram ter havido estratificação térmica nas estações JAT I, JAT I.01, TEO.01 e CEA.01 (Figura 2-7). Os eventos de estratificação térmica já foram observados nos tributários durante o monitoramento da fase de pré-enchimento, sobretudo no período de águas altas. A dinâmica deste evento também pode ser favorecida pelo aumento do tempo de residência em função da formação do reservatório.

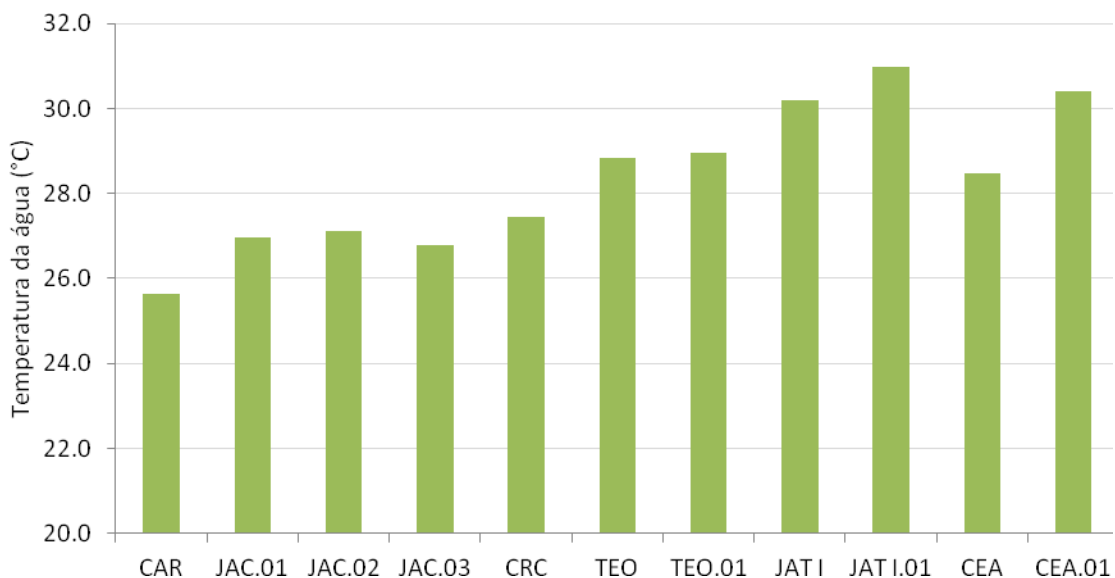


Figura 2-6 - Temperatura da água nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

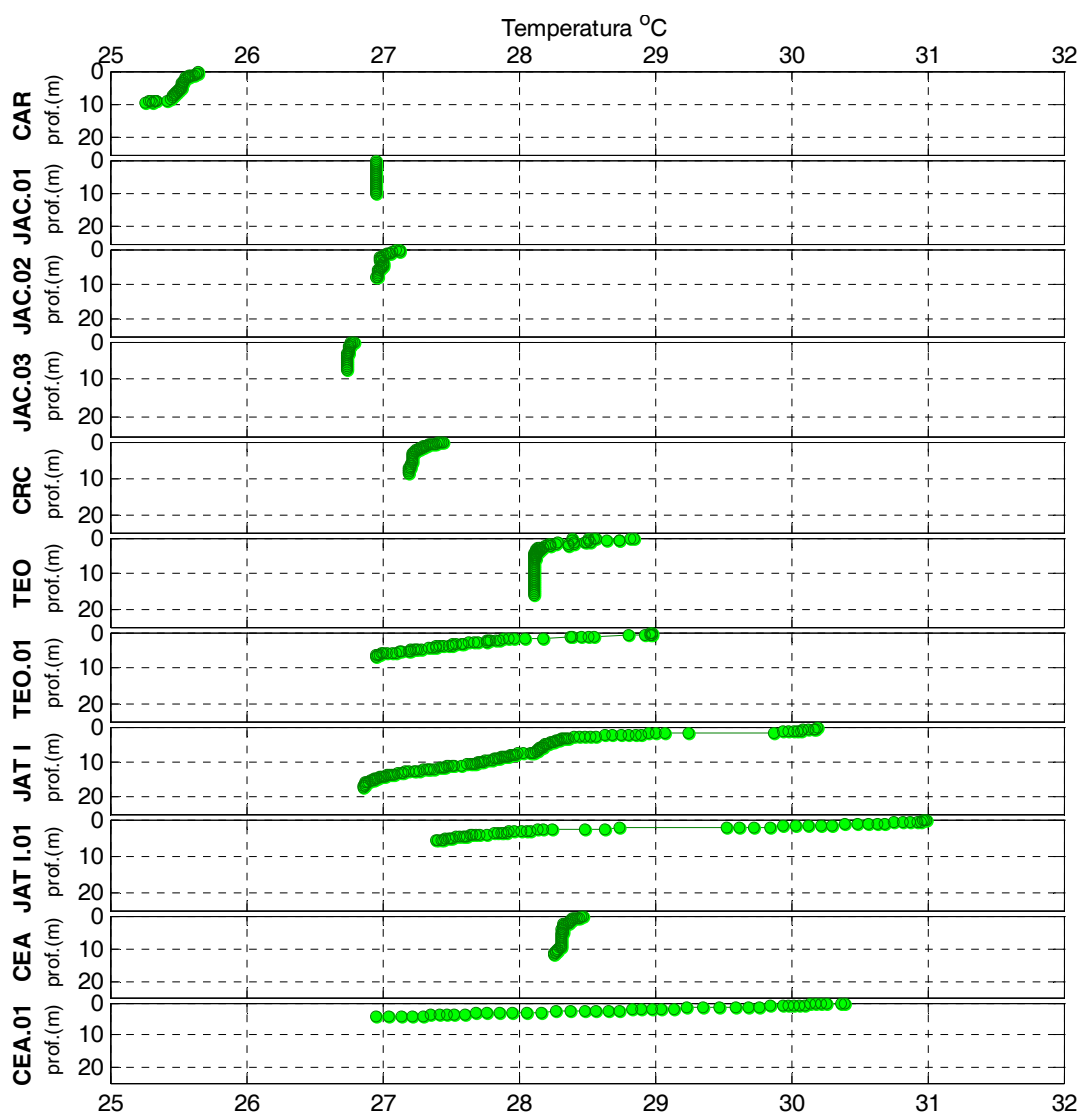


Figura 2-7 - Perfis de temperatura nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

2.3 - TURBIDEZ

No rio Madeira, a turbidez média na superfície foi de $384,9 \pm 49,8$ NTU (média \pm DP), variando entre 305,0 NTU (JUS.03 superfície) e 625,7 NTU (MON.04 fundo) (Figura 2-8). Os valores obtidos no presente estudo foram semelhantes aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 (354 ± 32 NTU, média \pm DP) e um pouco maiores do que os de 2011 ($286,7 \pm 45,5$ NTU, média \pm DP).

Os perfis de turbidez mostraram que houve variação vertical, com altos valores de desvio padrão, o que é normal para esse parâmetro. Houve também uma tendência de acréscimo nos valores em direção ao fundo em todas as estações (Figura 2-9), além de uma variação espacial, com maiores valores a montante da barragem da UHE Santo Antônio e menores a jusante.

A turbidez no rio Madeira é naturalmente alta, atingindo seus maiores valores nos períodos de enchente a águas altas e os menores valores nos períodos de vazante a águas baixas. Por esta razão, nenhuma estação atendeu ao limite de 100 NTU preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água de Classe 2.

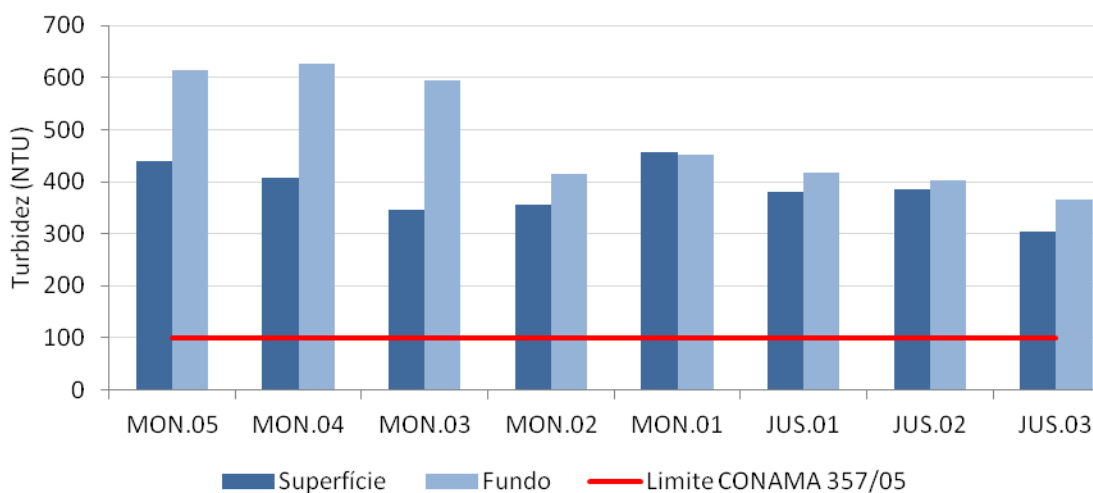


Figura 2-8 - Valores de turbidez no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

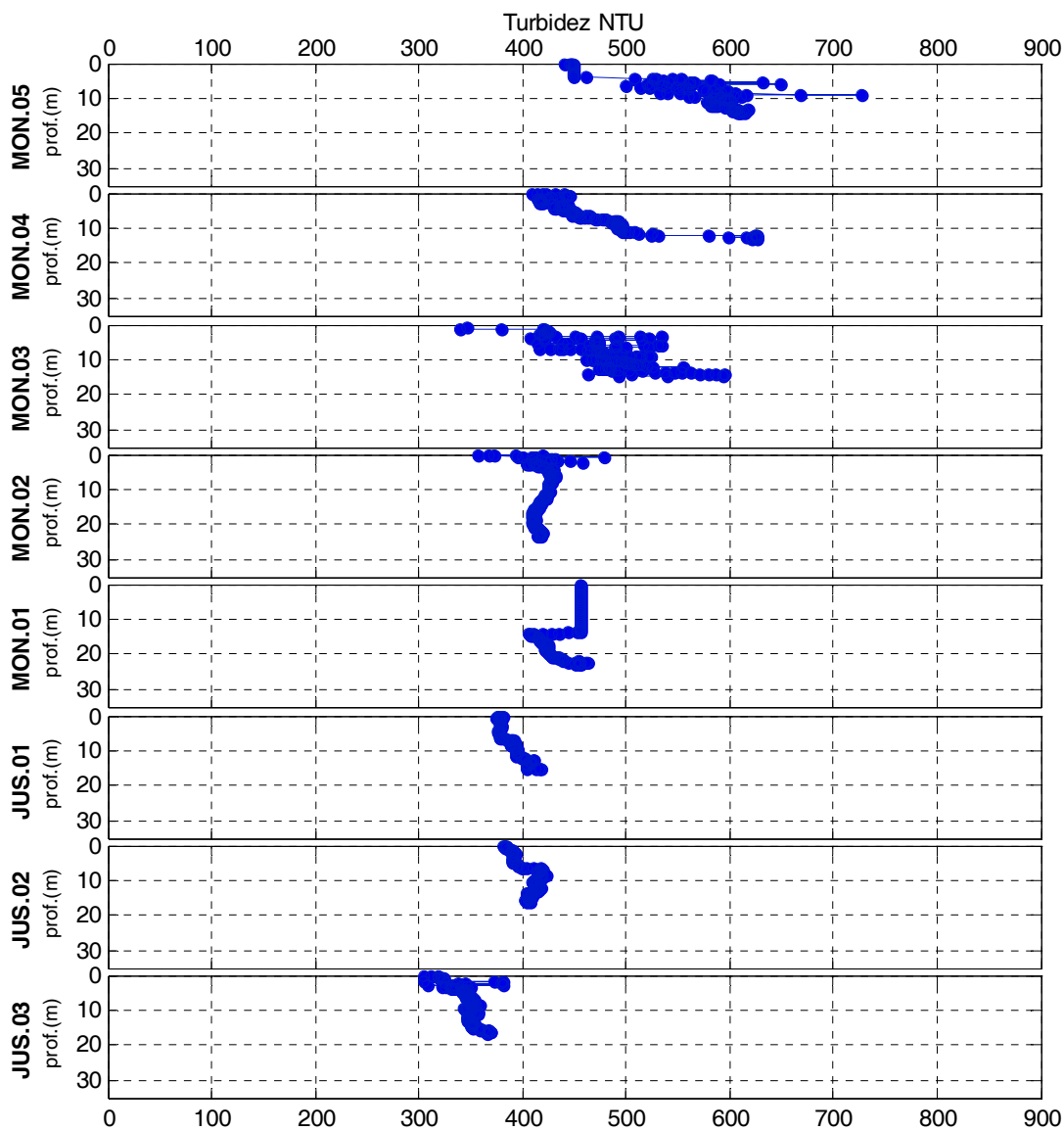


Figura 2-9 - Perfis de turbidez no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

A turbidez média nos tributários foi de $69,5 \pm 97$ NTU (média \pm DP). Houve grande variação espacial, com os valores oscilando entre 4,8 NTU (CAR) e 262,1 NTU (TEO) (Figura 2-10). Grande parte das estações apresentou baixos valores de turbidez, visto que a mediana foi de 15,9 NTU. No entanto, os altos valores encontrados nas estações TEO, JAT I e CEA, que estão sob maior influência do rio Madeira nesta fase, foram responsáveis por elevar a média dos tributários.

Não houve variação de turbidez no perfil vertical das estações localizadas nos rios Jaci-Paraná (JAC.01, JAC.02 e JAC.03), Caripunas (CAR) e Caracol (CRC), todavia, pequena variação foi observada nas estações JAT I.01, TEO.01 e CEA.01, as quais registraram baixos valores de turbidez (Figura 2-11). Por outro lado, é possível notar um acréscimo da turbidez ao longo do gradiente de profundidade nas estações TEO e CEA, o que juntamente com os altos valores medidos, revela dinâmica similar a encontrada nas estações da calha do rio Madeira. A influência deste rio também pode ser observada em JAT I, onde há uma tendência de aumento de da turbidez em uma região entre 4,6 e 14 metros. Isso ocorre devido à densidade da água do rio Madeira, a qual adentrou o igarapé nas profundidades supracitadas. A maior densidade da água do rio Madeira é em função de sua temperatura mais baixa e da maior concentração de sólidos totais. Apesar da grande variação, os valores médios obtidos no presente estudo foram maiores que os encontrados no mesmo período de 2010 ($7,4 \pm 6,3$ NTU, média \pm DP) e 2011 ($44,1 \pm 80,1$ NTU, média \pm DP), já que algumas estações de monitoramento dos tributários passaram a sofrer maior influência das águas mais túrbidas do rio Madeira após a formação do reservatório.

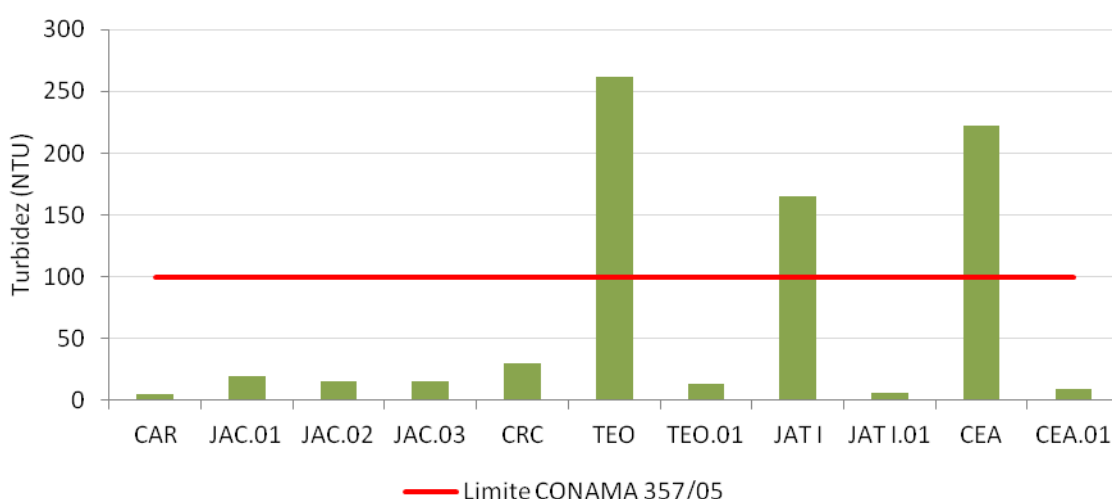


Figura 2-10 - Valores de turbidez nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

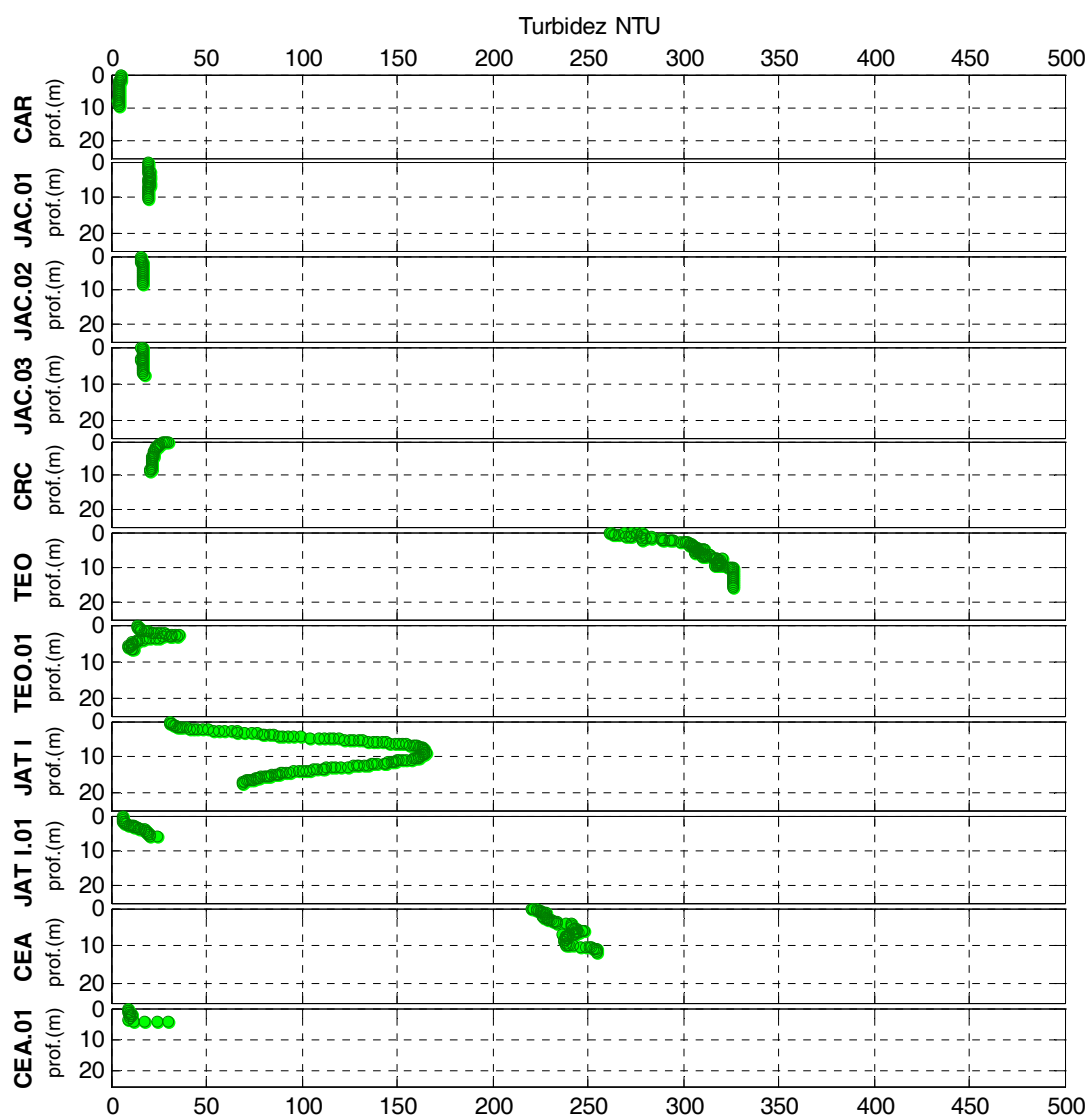


Figura 2-11 - Perfis de turbidez nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

2.4 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

No rio Madeira, o pH foi próximo ao neutro, com valores oscilando entre 6,42 (JUS.01) e 6,91 (MON.03 superfície) e média superficial de $6,54 \pm 0,15$ (média \pm DP) (Figura 2-12). A média no fundo foi semelhante à encontrada na superfície ($6,51 \pm 0,12$; média \pm DP). Os valores obtidos no presente estudo foram um pouco maiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($6,0 \pm 0,1$, média \pm DP) e semelhantes aos de 2011 ($6,7 \pm 0,1$, média \pm DP).

Os perfis de pH evidenciaram pouca variação vertical nas estações do rio Madeira (Figura 2-13), o que se deve à homogeneidade da coluna d'água.

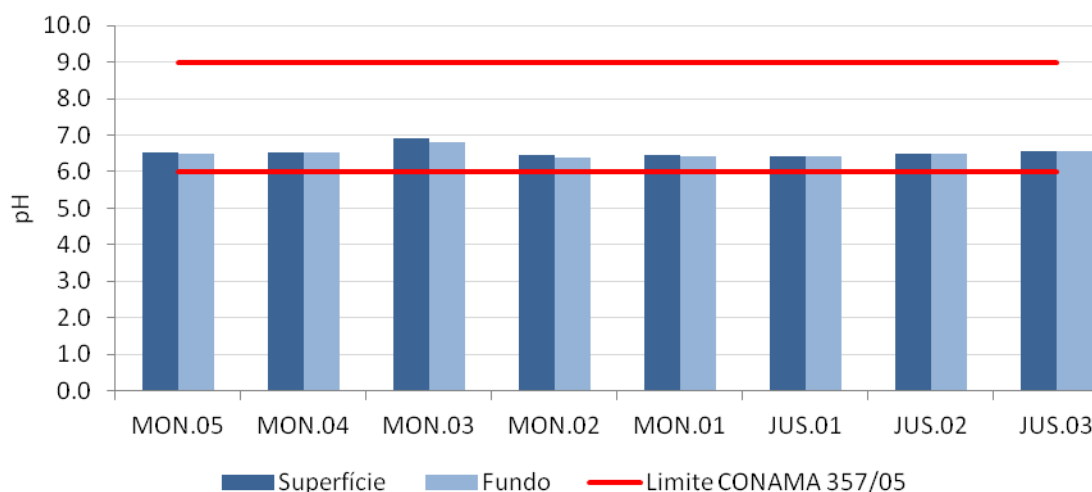


Figura 2-12 - Valores de pH no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

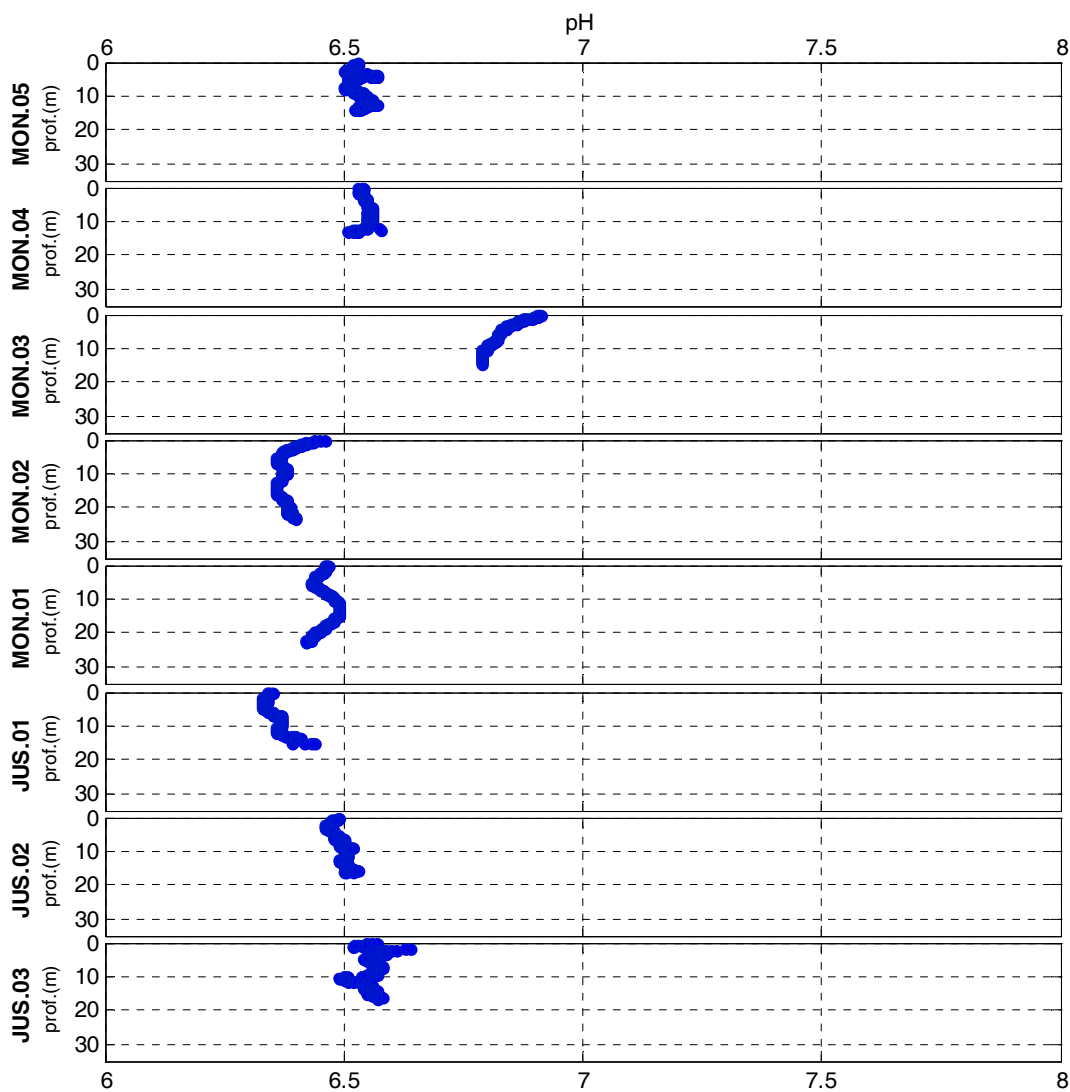


Figura 2-13 - Perfis de pH nos rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

No geral, nos tributários o pH foi levemente ácido a quase neutro, variando entre 4,7 (CAR) e 6,67 (TEO). A média destes sistemas foi de $5,91 \pm 0,65$ (média \pm DP) (Figura 2-14). Os valores obtidos no presente estudo foram menores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($6,7 \pm 0,1$; média \pm DP) e semelhantes aos de 2011 ($6,0 \pm 0,1$; média \pm DP).

Assim como no rio Madeira, os perfis de pH dos tributários apresentaram homogeneidade, sem um padrão definido, com uma leve tendência de diminuição do pH ao longo do perfil vertical das estações CAR, JAC.01, CRC, JAT I e CEA.01. Diferente destas, as estações TEO.01 e JAT I.01 tenderam a aumentar em direção ao fundo (Figura 2-15). Menores valores de pH registrados no fundo podem estar associados à liberação de CO₂ em função da decomposição aeróbica da matéria orgânica.

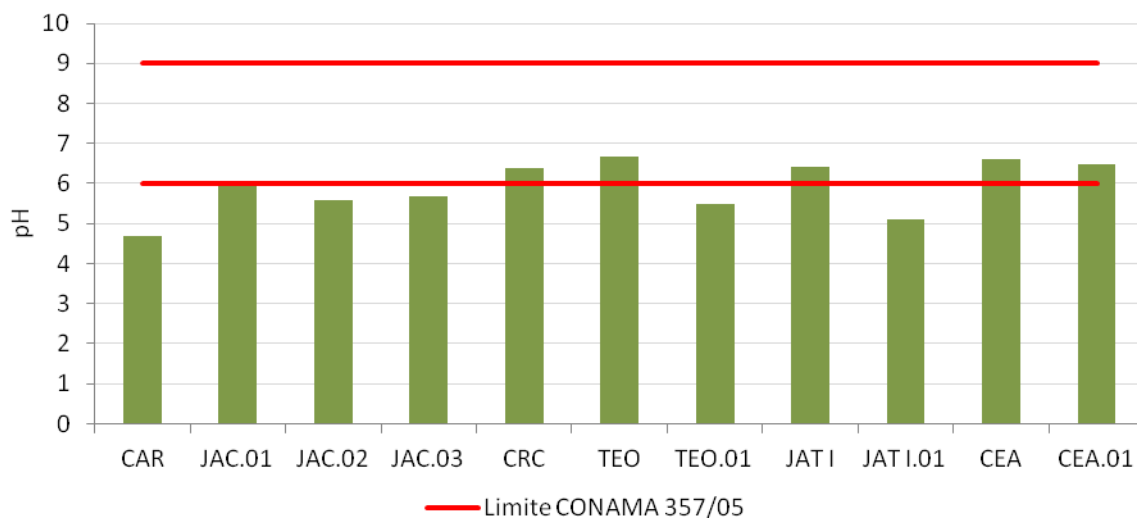


Figura 2-14 - Valores de pH nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

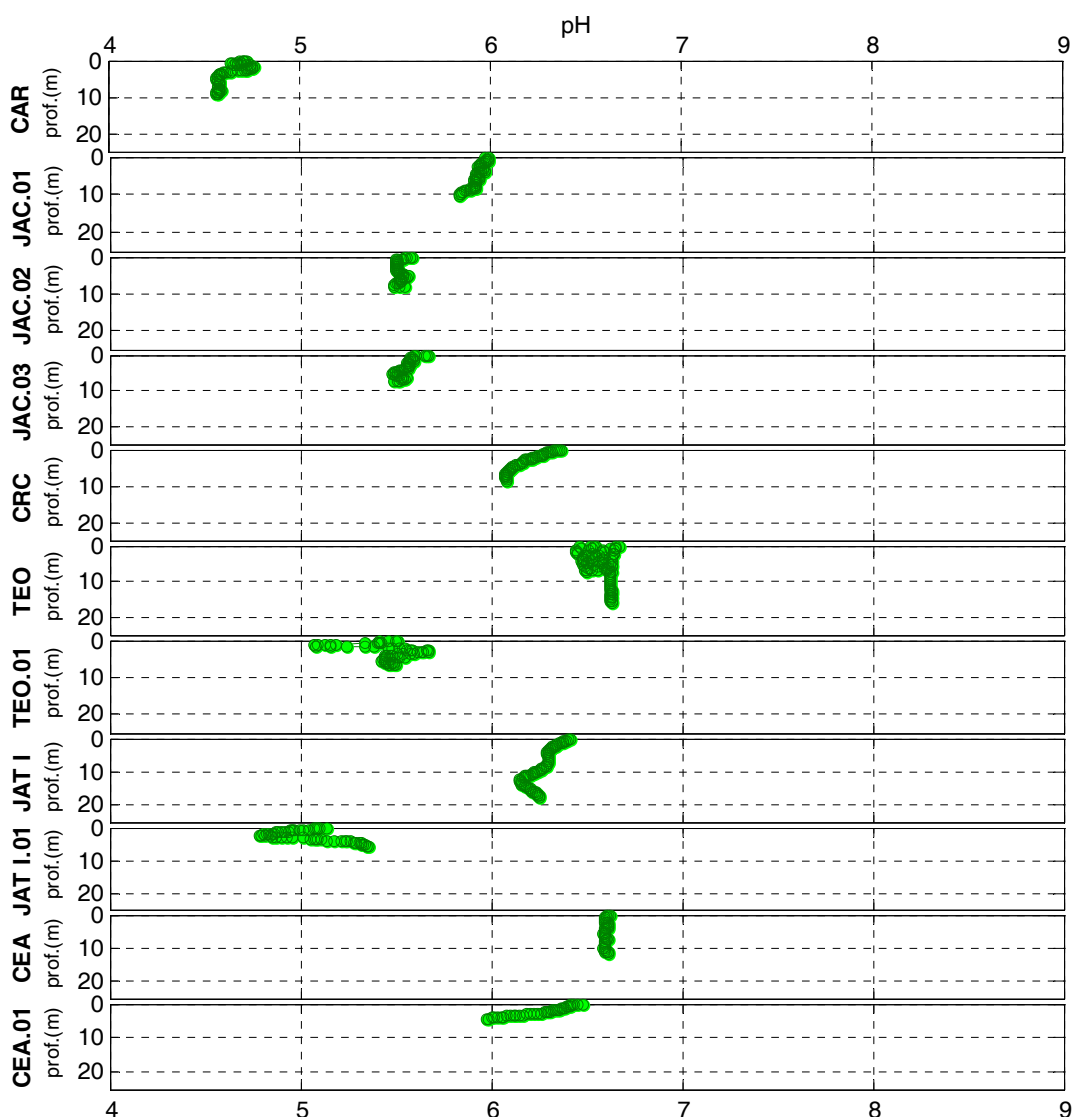


Figura 2-15 - Perfis de pH nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

No rio Madeira, todas as estações respeitaram o intervalo de pH de 6 a 9 previsto no Art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água de Classe 2. Nos tributários, por outro lado, o intervalo supracitado foi respeitado nas estações CRC, JAT I, TEO, CEA e CEA.01. Na estação JAC.01 os valores de pH foram levemente ácidos. Em períodos anteriores na fase de pré-enchimento já foi observado pH mais ácido em outras estações de monitoramento localizadas nos tributários. Conforme relatado na literatura, o caráter ácido é uma condição natural de alguns ambientes aquáticos amazônicos (Melack & Fisher, 1983).

2.5 - OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As principais fontes de oxigênio para ecossistemas aquáticos são a atmosfera e a fotossíntese realizada por algas e macrófitas. No caso de rios, a atmosfera recebe maior destaque, uma vez que a dinâmica fluvial é caracterizada por elevada turbulência e constante troca de gases na interface água-atmosfera (Wetzel, 2001).

No rio Madeira, as concentrações de oxigênio encontradas na superfície ($6,45 \pm 1,38$ mg/L, média \pm DP) foram semelhantes ao fundo ($6,43 \pm 1,52$ mg/L, média \pm DP). Os valores oscilaram entre 5,28 mg/L (MON.01) e 8,51 mg/L (JUS.02 fundo) (Figura 2-16). Os valores obtidos no presente estudo foram superiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($5,0 \pm 0,6$ mg/L, média \pm DP) e de 2011 ($5,7 \pm 0,3$ mg/L, média \pm DP).

Os perfis verticais de oxigênio dissolvido mostraram ausência de estratificação química no rio Madeira, embora ocorra variação espacial. A jusante os valores de oxigênio foram mais elevados do que a montante, devido ao turbilhonamento da água na passagem pelos vertedouros favorecendo o aumento na média global no período avaliado. (Figura 2-17).

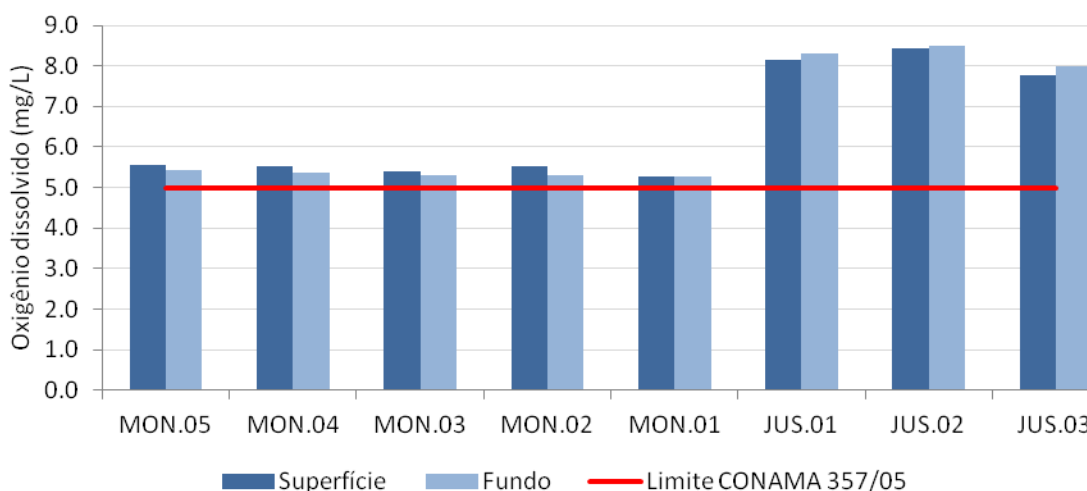


Figura 2-16 - Concentrações de oxigênio dissolvido nos rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

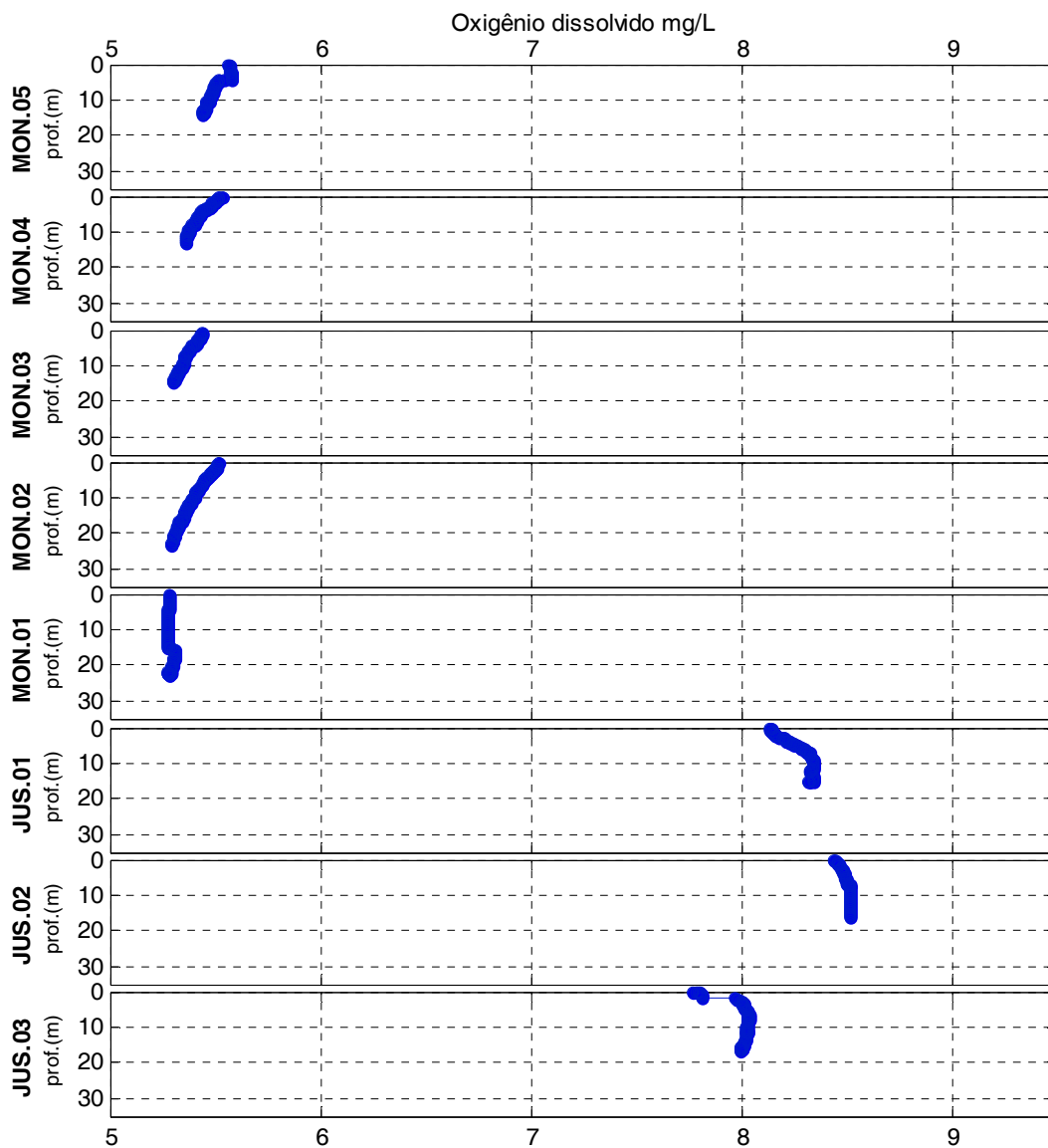


Figura 2-17 - Perfis de concentração de oxigênio dissolvido no rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

Nos tributários, o oxigênio dissolvido variou entre 2,8 mg/L (CAR) e 6,52 mg/L (JAT I.01), com média de $4,63 \pm 1,1$ mg/L (média \pm DP) (Figura 2-18). Os valores médios obtidos no presente estudo foram um pouco maiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($3,8 \pm 1,9$ mg/L, média \pm DP) e de 2011 ($4,2 \pm 0,7$ mg/L, média \pm DP).

Os perfis de oxigênio dissolvido nos tributários mostraram a tendência de redução das concentrações em direção ao fundo na maioria das estações estudadas, porém, heterogeneidade vertical foi observada em 5 das 11 estações amostradas, sendo elas: CAR, TEO.01, JAT I, JAT I.01 e CEA.01. Com o fim do enchimento, o reservatório atingiu sua cota máxima e a água do rio Madeira ocupa agora as estações localizadas próximas à antiga foz neste rio, a exemplo de CEA e TEO. Além disso, como os sistemas perderam a característica lótica, a mistura d'água é reduzida e o rio Madeira promove uma barreira hidráulica à circulação da água destes tributários, aumentando o tempo de residência. O "Prognóstico da Qualidade da Água do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio no Rio Madeira através de Modelagem Matemática - Abril de 2011" previu a ocorrência de estratificação no rio Jaci-Paraná e nos igarapés Jatuarana I e Teotônio (Figura 2-19). Portanto, este fato já era esperado com o enchimento do reservatório, já que essas estações passaram a apresentar característica de lagos, que são ambientes altamente susceptíveis à estratificação térmica e química.

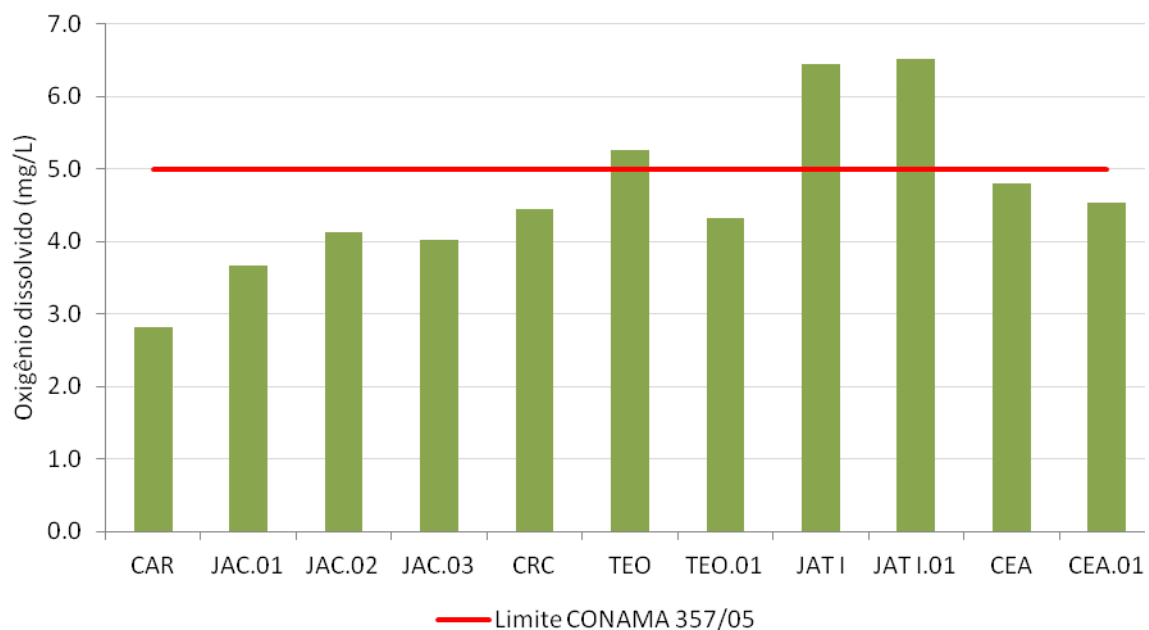


Figura 2-18 - Concentrações de oxigênio dissolvido nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

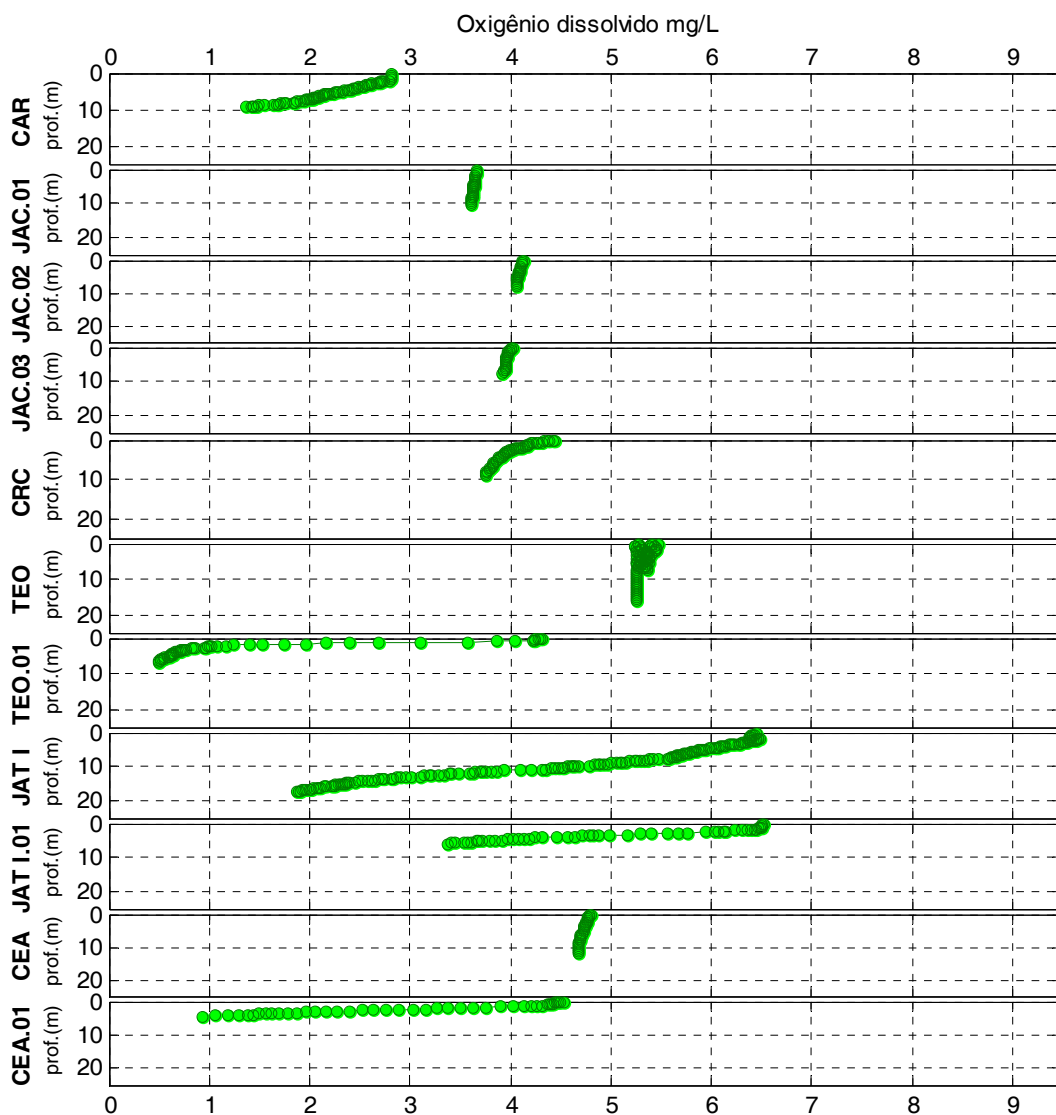


Figura 2-19 - Perfis de oxigênio dissolvido nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

As estações JUS.01, JUS.02 e JUS.03 apresentaram índice de oxigenação maior do que as demais estações do rio Madeira. Essas estações situam-se a jusante da barragem, sendo os altos valores em função da turbulência promovida pela passagem da água pelos vertedouros. De maneira geral, todos os valores de oxigênio respeitaram o limite mínimo preconizado no Art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005 (5 mg/L) para corpos d'água de Classe 2 e os valores de corte de 4,0 mg/L, estabelecido para o rio Madeira no documento "Resposta ao Parecer Técnico nº 26/2011 - COHID/CGENE/DILIC/IBAMA" (protocolado em 27/05/2011, por meio da correspondência SAE/PVH 0515/2011).

Diferentemente das estações do rio Madeira, a exceção das estações TEO em toda a coluna d'água, JAT I e JATI.01 na superfície, a maior parte das amostras coletadas nos tributários não atenderam a referida resolução. O valor de corte de 3,0 mg/L, apresentado no "Resposta ao Parecer Técnico nº 78/2011 e ao Ofício nº 825/2011 - COHID/CGENE/DILIC/IBAMA" (protocolado em 05/10/2011, por meio da correspondência SAE/PVH 1071/2011) estabelecido para o rio Jaci-Paraná (JAC.01 e JAC.03) e Igarapés Teotônio (TEO), Jatuarana I (JAT I), foi respeitado nas estações do rio Jaci-Paraná, em CEA, JAT I e TEO. As estações TEO.01 e CEA.01, localizadas no interior do Iarapé Teotônio e Ceará apresentaram valores de oxigênio <3 mg/L em profundidades menores que 3m, entretanto estas estações possuem menores profundidades, sendo aproximadamente de 6 e 4 metros respectivamente, de modo que as concentrações foram reduzidas gradualmente até a anoxia. Diferente destas estações, JAT I.01 apresentou valores de OD entre 3,4 (fundo) e 6,5 (superfície), mostrando boas condições de oxigenação.

A redução das concentrações de oxigênio na água dos tributários está associada à intensificação da decomposição de matéria orgânica e à redução das trocas com a atmosfera em função da diminuição da velocidade de corrente. Apesar de iniciada a estabilização do reservatório, verifica-se que os Igarapés Teotônio, Jatuarana e Ceará já apresentaram baixos valores de oxigênio durante o período de águas altas de 2010 e echente de 2010 e 2011, quando amostragens foram realizadas nas estações TEO, JAT I e MUC (CEA), indicando que baixas concentrações de OD ocorrem naturalmente nesses sistemas.

2.6 - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) informa a quantidade de matéria orgânica e inorgânica em um corpo d'água susceptível à oxidação por via biológica (APHA, 1998). O cálculo da DBO é feito com base nas concentrações de oxigênio no momento da incubação e cinco dias após a incubação da amostra.

No rio Madeira, houve uma pequena variação espacial, com os valores oscilando entre 0,5 mg/L (MON.01 e MON.02 superfície) e 1,39 mg/L (JUS.03 fundo), com média de $0,67 \pm 0,16$ mg/L (média \pm DP) na superfície e $0,93 \pm 0,23$ mg/L (média \pm DP) no fundo (Figura 2-20). Os valores superficiais obtidos no presente estudo foram semelhantes aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($0,2 \pm 0,3$ mg/L, média \pm DP) e de 2011 ($0,6 \pm 0,3$ mg/L, média \pm DP).

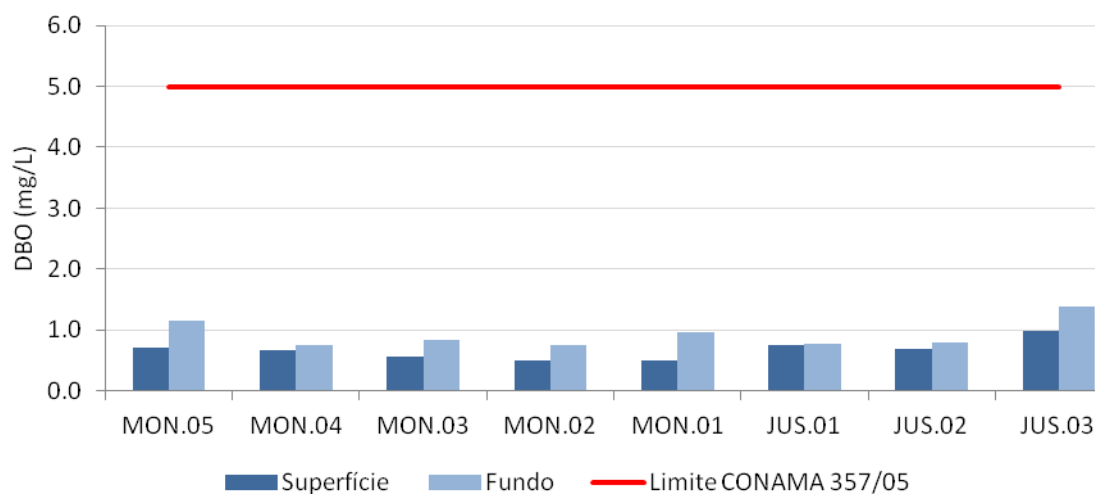


Figura 2-20 - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos rio Madeira em abril de 2012 (águas altas).

Os tributários apresentaram acréscimos nos valores de DBO, com uma média de $1,93 \pm 2,19$ mg/L. Os valores oscilaram entre 0,33 mg/L (TEO) e 7,36 mg/L (CEA.01) (Figura 2-21). Os valores obtidos no presente estudo foram superiores aos encontrados no mesmo período hidrológico de 2010 ($1,5 \pm 2,4$ mg/L, média \pm DP) e de 2011 ($0,6 \pm 0,9$ mg/L, média \pm DP).

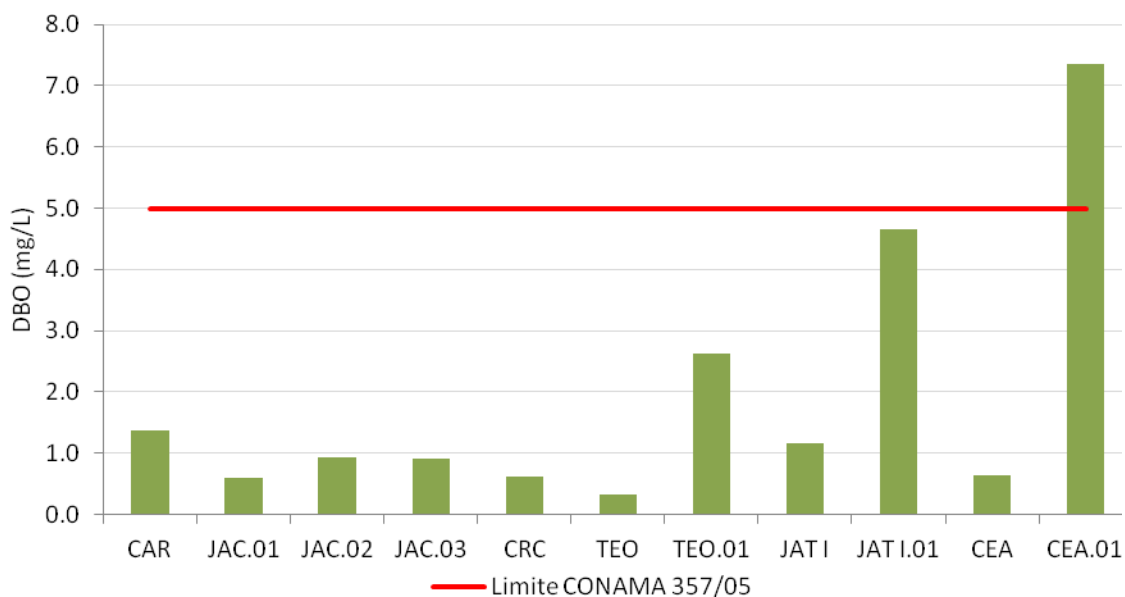


Figura 2-21 - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) nos tributários em abril de 2012 (águas altas).

Todas as estações do rio Madeira e dos tributários, com exceção de CEA.01 (7,36 mg/L) apresentaram valores de DBO abaixo de 5 mg/L, que corresponde ao valor máximo determinado no Art.15 da Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água de Classe 2, tendo sido, portanto, inferiores ao valor de corte proposto (5 mg/L) para os rios Madeira e Jaci-Paraná e Igarapés Teotônio e Jatuarana I.

3. EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação	Função	Registro Geral/ CTF IBAMA
Gina Luísa Boemer	Bióloga, mestre e doutora em Engenharia Ambiental (USP)	Gerente do projeto.	CRBio 35253/04-D IBAMA 590812
João Durval Arantes Junior	Biólogo, mestre em Engenharia Ambiental (USP) e doutor em Ecologia (UFSCar)	Coordenação geral.	CRBio 35214/01-D IBAMA 3942539
Michele Ferreira Lima	Bióloga, mestre em Ecologia (UFJF)	Coordenação do laboratório de campo, análises físicas e químicas e elaboração do relatório.	CRBio 62141/04-D IBAMA 4905761
Anderson da Rocha Gripp	Biólogo, mestre em Ecologia (UFRJ)	Análise dos dados físicos e químicos e elaboração do relatório	IBAMA 2444648
Márcia Vera Grandezi da Silva	Química Industrial (FOC-SP)	Análise dos dados físicos e químicos e coordenação dos trabalhos de campo	
Luiz Evaristo	Engenheiro Florestal (FARO - RO)	Realização de trabalho de campo e manutenção dos sistemas de monitoramento em tempo real.	IBAMA 4123523
Dario Pires de Carvalho	Biólogo, mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente e doutorando (UFRJ)	Realização de trabalho de campo e elaboração do relatório.	CRBio 52942/06-D IBAMA 665014
Rafael Marques Almeida	Biólogo, mestrando em Ecologia (UFJF)	Análise dos dados físicos e químicos e elaboração do relatório.	IBAMA 4785241

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA (1998). Standard methods. 21th Edition. American Public Health Association, Washington, DC.

Golterman, H.L. Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978). Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Oxford: BlackwellScientific Publications, 1978, 213 p.

Melack, J.M.; Fisher, R.T. (1983). Diel oxygen variation and their ecological implications in Amazon flood-plain lakes. *Archiv fur Hydrobiologie*, 98 (4): 422-442.

Muntz, W. R. A. (1978). A penetração da luz nas águas de rios amazônicos. *Acta Amazonica*, 8(4): 613-619.

Wetzel, R. G., (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2001. 1006 p.

Wetzel, R. G. & Likens, G. E. (2001). *Limnological analyses*. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 391 p.

