

**“PROGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE TELES PIRES – NOVOS CENÁRIOS DE ENCHIMENTO”**

**Maio de 2014**

**TP-004/2014**



Rev.	Data	Descrição da revisão		Elaborado por	Verificado por	Autorizado por
0	19-05-14	Elaborado por AM	Verificado por JCM	Autorizado por JCM	CREA 34.040-D	CE AP

**CE - Códigos de emissão**

**EP** Estudo preliminar

**CO** Para comentários

**AP** Para aprovação

**EF** Emissão final

# **“PROGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE TELES PIRES – NOVOS CENÁRIOS DE ENCHIMENTO”**

**TP 004/2014**

## **SUMÁRIO**

- 1 OBJETIVO**
- 2 INTRODUÇÃO**
- 3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO**
- 4 DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS**
- 5 DADOS DE ENTRADA E CONDIÇÕES INICIAIS**
- 6 DESCRIÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO**
- 7 METODOLOGIA PARA A DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CARBONO OXIDÁVEL NA ÁREA DO FUTURO RESERVATÓRIO**
- 8 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS SIMULADOS**
- 9 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO BIDIMENSIONAL PARA O CORPO DO RESERVATÓRIO**
- 10 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO UNIDIMENSIONAL PARA O TRECHO À JUSANTE DO RESERVATÓRIO**
- 11 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**
- 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- 13 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS**



## 1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar o prognóstico da qualidade da água do reservatório da UHE Teles Pires e do estirão de jusante (até a confluência com o rio São Benedito), durante o processo de enchimento, para o cenário proposto de supressão de vegetação e para as condições de enchimento ajustadas ao atual cronograma de implantação, no qual o início do enchimento se dará a partir do dia 28/11/2014.

Este documento dá continuidade aos estudos apresentados nos Relatórios “*Prognóstico da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Teles Pires*” (TP-002/2013 - Referência 1) e “*Prognóstico da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Teles Pires – Modelagem Complementar*” (TP-003/2013 – Referência 2) e apresenta os resultados do cenário simulado no trabalho anterior (CASO PROP02), com enchimento iniciando-se no dia 08/11/2014, juntamente com dois novos cenários (CASOS PROP02 B e CASO 03), nos quais foi considerado o início do enchimento no dia 28/11/2014. No CASO PROP02B, a duração do enchimento foi simulada com 11 dias e, no CASO 03, com 30 dias.

Assim, os três cenários apresentados no presente documento consideram a mesma condição de supressão de vegetação, diferenciando-se apenas na condição de enchimento, com períodos e durações diversos.

O Quadro 1.1 apresenta a descrição dos cenários apresentados no presente documento.

**QUADRO 1.1**  
**Cenário de simulação da modelagem matemática.**

CENÁRIO	DESCRIÇÃO
CASO PROP02	Enchimento do reservatório a partir de 08/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
CASO PROP02B	Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
CASO 03	Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 30 dias.

O Quadro 1.2, a seguir, resume as áreas alagadas (totais) pelo enchimento do reservatório da UHE Teles Pires, em hectares.

**QUADRO 1.2**  
**Áreas alagadas (ha) pelo Reservatório da UHE Teles Pires.**

DESCRIÇÃO - USO DO SOLO	TELES PIRES	PARANAÍTA	MD01	ME02	ME03	ME04	TOTAL
Áreas Degradadas por Mineração	23	8	1	0	0	0	33
Fomação Florestal	2 983	3 072	305	362	881	182	7 785
Pastagem	202	368	24	31	311	113	1 048
Vegetação Secundária (Pastagem Degradada)	91	240	25	90	242	27	716
Refúgios Ictiofauna	0	0	0	0	0	0	0
Pupunha	13	0	0	0	0	0	13
Água	19	249	23	0	0	0	291
Total por Trecho	3 331	3 937	379	484	1 434	321	<b>9 886</b>

As simulações de qualidade da água no reservatório foram realizadas com o modelo bidimensional *CE-QUAL-W2*, desenvolvido pela Waterways Experiment Station, do U.S. Army Corps of Engineers (Referências 3 e 4).

Para a modelagem do trecho do rio Teles Pires situado à jusante da barragem da UHE Teles Pires foi empregado o modelo unidimensional *QUAL-2Kw*, desenvolvido por S.C. Chapra (Referência 5). As cargas aplicadas ao segmento de montante do modelo unidimensional (barragem) foram obtidas das simulações do modelo bidimensional, levando em consideração a posição do descarregador e a qualidade da água nas camadas adjacentes ao mesmo.

## 2. INTRODUÇÃO

Alguns eventos bastante significativos, tais como desvio do rio de seu curso original e o primeiro vertimento, marcam a construção de usinas hidrelétricas, executada em etapas sucessivas.

A formação do lago com o enchimento do reservatório é sem dúvida um marco importante, dentre tantos, 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 que podem chegar a restringir temporariamente outros usos potenciais.

Com o intuito de reduzir a produção de substâncias capazes de degradar a qualidade da água, alguns tratamentos no sentido de reduzir a biomassa a ser mineralizada podem ser dimensionados para os ambientes a serem submersos pelas águas represadas.

Dentro deste contexto de minimização dos impactos decorrentes do enchimento, sobretudo na qualidade da água, destacam-se as operações do desmatamento da área de impacto direto e a limpeza da bacia de acumulação.

O dimensionamento destas operações não é uma tarefa simples, pois diversos fatores geográficos, ambientais, sociais e logísticos devem ser considerados na avaliação das propostas para remoção da vegetação e limpeza da área alagada. É sempre esperado que os planos de ação sugeridos para melhorias na qualidade ambiental sejam plenamente viáveis dentro de seus fatores condicionantes.

No campo da informática, o conjunto de produtos mais eficazes no tratamento de problemas de grandes extensões territoriais é o dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). 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 georreferenciado. 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, tais como a população e a taxa de crescimento de um centro urbano, características agrícolas das regiões de plantio, características físico-químicas e dados de vazão dos efluentes dos polos industriais, dados quali-quantitativos 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 – Referência 6).

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

### 2.1. DESCRIÇÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE TELES PIRES

A UHE Teles Pires terá potência instalada de 1.820 MW e energia firme de 890,7 MW médios. O arranjo concebido para o aproveitamento contempla a implantação da casa de força ao pé da barragem e formação de reservatório a ser operado no regime ao fio d'água.

O barramento do rio Teles Pires formará reservatório com espelho d'água de 135 km<sup>2</sup> na cota 220,44 m (Nível Máximo Normal), ocupando áreas dos municípios de Paranaíta (MT) e

Jacareacanga (PA). O Quadro 2.1, a seguir, apresenta mais algumas informações relevantes da usina.

**QUADRO 2.1**  
**Dados do empreendimento da UHE Teles Pires.**

Nome	UHE Teles Pires
Municípios	MD: Jacareacanga - PA; ME: Paranaíta - MT
Bacia Hidrográfica	Bacia 1; Sub-bacia 17
Localização	Lat.: 9°21'04"S Long.: 56°46'39" O
Potência Instalada	1.820 MW
Energia Firme	890.7 MW médios
Queda Bruta	54.57 m
Qmín	478 m³/s
Qmlt	2.245 m³/s
Qmáx	7.278 m³/s
Q 95	646 m³/s
NA de Montante Mínimo Normal	220.44 m
NA de Montante Máximo Normal	220.44 m
NA de Montante Máximo <i>Maximorum</i>	220.44 m
NA de Jusante Mínimo	161.01 m
NA Normal de Jusante	165.43 m
NA Máximo de Jusante	173.07 m
Volume Total do Reservatório	997.22 x 10 <sup>6</sup> m³
Área do Reservatório (no NA Normal)	135 km²
Perímetro do Reservatório	874.6 km
Profundidade Média do Reservatório	6.6 m
Profundidade Máxima do Reservatório	70.0 m

**Fonte:** Companhia Hidrelétrica Teles Pires S.A. / JGP Consultoria e Participações Ltda.

### 3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO

Neste capítulo encontra-se uma descrição sucinta sobre a região onde se localiza a UHE Teles Pires. Informações mais detalhadas poderão ser encontradas em relatórios anteriores do Projeto, tais como o *Estudo de Impacto Ambiental - EIA UHE Teles Pires* (Referência 7).

As bacias dos rios Teles Pires e Juruena correspondem à bacia dos formadores do rio Tapajós, afluente da margem direita do rio Amazonas.

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires está localizada entre os paralelos de latitude 7°00' e 15°00'S e entre os meridianos de longitude 54°00' e 58°00'W, abrangendo uma área total de 142.660 km<sup>2</sup>.

Até a latitude 11°S, a bacia apresenta forma bastante alongada, sendo reduzida a potencialidade de ocorrência de grandes enchentes. Entre as latitudes de 11° e 7°S, ela passa a ter forma quadrada, sendo maior a possibilidade de ocorrência de vazões elevadas, de curta duração, quando da formação de chuvas intensas.

O rio Teles Pires apresenta uma extensão de 1.431 km e tem suas nascentes nas serras Azul e do Finca Faca, a uma altitude de média de 800 m, a aproximadamente 240 km a nordeste da cidade de Cuiabá, desenvolvendo-se no sentido SE-NW até a confluência com o rio Tapajós, a uma altitude aproximada de 95 m.

Os principais afluentes pela sua margem esquerda, todos localizados no Estado do Mato Grosso, são os rios Verde, Paranaíta, Apiacás e Ximari. Os rios Paranatinga, Caiapó, Peixoto Azevedo são os principais afluentes da margem direita e têm bacias de drenagem no Estado do Mato Grosso; o rio Cristalino, também afluente da margem direita, possui parte da sua bacia no Estado do Pará e parte no Estado do Mato Grosso, e os rios São Benedito e Cururu-Açu têm a totalidade das suas bacias inseridas no Estado do Pará.

O baixo curso do rio Teles Pires se estende desde a confluência com o rio Juruena (km 0), em Barra de São Manuel, até a confluência com o rio São Benedito (km 285). Possui sub-bacia com área de drenagem de 22.916 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.053 km e diferenças de altitude de cerca de 40 m.

No trecho entre a foz e o km 162, onde se situa a cachoeira Morengo, o rio Teles Pires apresenta vale aberto, caracterizado por uma extensa faixa de planície e terraços fluviais, com declividade média da ordem de 0,024 m/km. No trecho entre o km 162 e o km 190, o rio assume um gradiente mais elevado, cerca de 0,731 m/km, passando por uma região de corredeiras, para depois voltar a apresentar planícies e terraços fluviais com declividade média de 0,136 m/km.

Pela margem direita desta sub-bacia, encontra-se o limite sudoeste da terra indígena Munduruku, que se estende para norte das vizinhanças da cachoeira Morengo, ao longo do rio Tapajós até a foz do rio das Tropas. A essa área, segue outra área indígena, Kayabi, cujas aldeias localizam-se na margem direita do rio Teles Pires, estendendo-se desde a cachoeira Morengo até a foz do rio São Benedito, o que torna esse trecho sujeito a legislação especial.

O segmento correspondente ao médio curso se estende da foz do rio São Benedito, km 285, ao km 850, aproximadamente, local a jusante da foz com o rio Verde e próximo à Cachoeira Treze de Maio. A área de drenagem desta sub-bacia é de 82.300 km<sup>2</sup> e seu perímetro é de 1.257 km. O comprimento axial é de 565 km e as diferenças entre cotas são da ordem de 165 m.

No trecho onde o rio Teles Pires rompe a serra dos Apiacás, encontra-se um tramo de queda concentrada que se inicia logo após a foz do rio São Benedito até cerca do km 360, onde a declividade média é de 1,106 m/km. O eixo da UHE Teles Pires está projetado neste trecho.

A seguir, a declividade do rio Teles Pires volta a se reduzir, passando para 0,099 m/km, sendo seu curso marcado pela presença de ilhas fluviais, por um vale largo e plano e pela foz dos rios Cristalino e Peixoto Azevedo, afluentes do Teles Pires pela margem direita.

Entre os km 680 e 850, a declividade volta a se acentuar para um valor da ordem de 0,313 m/km, apresentando corredeiras e pequenos travessões. O vale se estreita em alguns locais, sendo marcado por platôs areníticos em ambas as margens.

O alto curso do rio Teles Pires se estende desde a foz do rio Verde até suas nascentes, correndo sobre a Chapada dos Parecis. Possui área de drenagem de 37.444 km<sup>2</sup> e perímetro de 1.334 km, comprimento axial de 631 km, diferenças entre cotas de aproximadamente 500 m, resultando em uma declividade média de 0,792 m/km.

O primeiro tramo compreende da foz do rio Verde até o único acidente relevante, denominado Salto Magessi, localizado no km 1.230, onde a declividade média é de 0,105 m/km. Próximo às cabeceiras localiza-se a terra indígena Baikiri.

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires apresenta diversificação térmica, em função de seu relevo, composto por vastas superfícies baixas (inferiores a 200 m), extensas chapadas sedimentares (entre 700 e 900 m) e elevadas superfícies cristalinas (situadas entre 900 m e 1200 m de altitude), somadas a uma grande extensão latitudinal (7° e 15° de latitude sul).

Portanto, os fatores geográficos da topografia e altitude são responsáveis pela diversificação térmica, ao passo que os mecanismos atmosféricos atuam no sentido de criar uma uniformidade regional, determinando a distribuição das chuvas, com máximas no verão e mínimas no inverno.

No setor oriental da região durante todo o ano sopram ventos com direção preferencial de NE a E, do anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul, determinando tempo estável em virtude de sua subsidência superior e consequente inversão de temperatura, que são constantes no inverno. No verão sopram ventos variáveis, também estáveis, das pequenas dorsais ou altas móveis, do anticiclone subtropical.

Mudanças repentinas nessa situação de tempo ensolarado são causadas por diferentes sistemas de circulação, dentre os quais se destacam os três seguintes:

- Sistema de correntes perturbadas de oeste, de linhas de instabilidade tropicais (IT), decorrente da entrada de ventos de W a NW trazidos por linhas de instabilidade, com o ar em convergência, formando chuvas e trovoadas. Esse fenômeno é comum no interior do Brasil, especialmente no verão. A origem parece ser resultado do movimento ondulatório que se verifica na Frente Polar Atlântica (FPA), quando em contato com o ar quente da zona tropical. A frequência desse sistema de circulação perturbada de oeste caracteriza os tempos instáveis do verão na Região Centro - Oeste.
- Sistema de correntes perturbadas de norte da convergência intertropical (CIT), que gera chuvas de verão, precipitações no inverno e outono, especialmente nessa última estação, quando a CIT atinge sua penetração máxima no Hemisfério Sul. Na primavera, a influência da CIT é praticamente nula sobre a formação das chuvas na região, uma vez que ela se encontra bem ao norte do Equador. O extremo norte da bacia sofre muita influência dos movimentos dos sistemas convectivos da Amazônia centro meridional para o Brasil Central. As áreas convectivas acompanham o movimento sazonal da zona de convergência intertropical (CIT) assim como o deslocamento e as trajetórias dos sistemas extratropicais, principalmente a propagação das frentes polares no continente sul americano.
- Sistema de correntes perturbadas de Sul, do anticiclone polar e frente polar (FP): esse sistema tem comportamento bem distinto no verão e no inverno; no verão, o aprofundamento e expansão do centro de baixa pressão do interior do continente impõe uma barreira à FP, fazendo com que ela se dissipe ou recue; só raramente ela consegue

vencê-la. Devido a esse fenômeno, as chuvas frontais ficam praticamente ausentes da porção centro-norte da Região. No inverno, com o deslocamento do centro de baixa pressão (Baixa do Chaco) para norte, a FP atinge Mato Grosso com orientação NW – SE, caminhando no sentido NE ou E. Ela provoca em sua passagem, chuvas frontais e pré - frontais em toda região, com duração de 1 a 3 dias. Após a passagem da FP, a Região fica sob a ação do anticiclone polar, com céu limpo, pouca após os quais retornam à região os ventos estáveis e relativamente quentes do anticiclone subtropical.

Apesar da parte norte da Região Centro-Oeste ser atingida no verão, outono e inverno pelas chuvas acarretadas pela CIT, estas chuvas são pouco frequentes e não chegam a influenciar o regime térmico.

Os sistemas de circulação que determinam as condições de tempo e de clima na Região são os sistemas de correntes perturbadas de W a NW das ITs e de S a SW da FPA, geralmente sucedidas pelo anticiclone polar, com tempo bom, seco e temperaturas amenas a frias.

Pela classificação de Köeppen o clima da região é do tipo Aw, ou seja, clima tropical chuvoso de savana, com um trimestre mais seco entre junho e agosto. A temperatura média anual varia em torno de 25 °C, sendo a média do mês mais frio inferior a 16 °C e a do mês mais quente superior a 34 °C, com inverno seco.



## **4. DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS**

### **4.1. O MODELO CE-QUAL-W2**

O modelo CE-QUAL-W2 é resultado de um longo desenvolvimento realizado pela Waterways Experiment Station, do U.S. Army Corps of Engineers, sendo hoje uma ferramenta de uso difundido em todo o mundo (Referências 3 e 4).

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.

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 (U.S. 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, o 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.

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, existem limitações 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.

## 4.2. O MODELO QUAL-2Kw

O modelo Qual-2Kw é aplicado na simulação da qualidade de água em córregos e rios, podendo ser utilizado, por exemplo, para a previsão dos impactos ambientais na qualidade da água proporcionados pela instalação e operação de um determinado empreendimento.

O Qual-2Kw baseia-se em equações diferenciais ordinárias para sistemas unidimensionais e de fluxo constante, podendo ser utilizado para simular o comportamento de diversos indicadores e parâmetros de qualidade da água. Para tais simulações, utiliza-se o programa Microsoft Excel (Windows) como sendo a interface gráfica do software.

O Qual-2Kw, desenvolvido originalmente por CHAPRA, S.C. (2008), da Universidade de Tufts, é uma versão melhorada do modelo Qual-2E (Referência 5). A estrutura de funcionamento do Qual-2Kw parte dos seguintes pressupostos:

- Modelo unidimensional: o canal é bem misturado verticalmente e lateralmente;
- Fluxo constante: o fluxo constante não uniforme não é simulado;
- Balanço diurno de calor: o balanço e a temperatura do calor são simulados em função da meteorologia em condições diurnas;
- Cinética das reações da qualidade da água diurna: todas as variáveis da qualidade da água também são simuladas em uma escala de tempo diurna;
- Entrada dos dados de calor e massa: as cargas pontuais e não-pontuais e os pontos de saída são simulados;
- Modelo segmentado: o Qual-2Kw permite segmentar o corpo d'água em trechos igualmente espaçados. Os carregamentos múltiplos e as saídas podem ser inseridos em todo o segmento em qualquer alcance.
- Distinção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): o Qual-2Kw usa duas formas de DBO para representar o carbono orgânico, uma de oxidação lenta (DBO lenta) e uma de oxidação rápida (DBO rápida). A DBO lenta tem sua concentração aumentada devido à dissolução de detritos, e o decaimento pela hidrólise e oxidação. Já a DBO rápida aumenta de concentração também devido à dissolução de detritos, além da hidrólise da DBO lenta, e reduz de concentração por causa da oxidação e desnitrificação;
- Ambientes anóxicos: o Qual-2Kw engloba situações anóxicas reduzindo as reações de oxidação a zero em níveis baixos de oxigênio. Além disto, a desnitrificação é modelada como uma reação de primeira ordem que ocorre em concentrações baixas de oxigênio;
- Algas inferiores: o modelo simula diretamente o agrupamento de algas inferiores. Estas algas têm a estequiometria variável de Nitrogênio e Fósforo;
- Redução da luz: a redução da luz é calculada em função do fito-plâncton, dos detritos e dos sólidos inorgânicos;
- pH: a alcalinidade e o carbono inorgânico total são simulados, sendo o pH do rio simulado com base nestas duas quantidades;
- Patógenos: a remoção do patógeno é determinada em função da temperatura, da luz e da sedimentação.

Pelo fato do software Qual-2Kw considerar o rio como uma junção de diversos segmentos (com dimensão determinada no momento de criação de cada modelo), limita-se a precisão dos dados de saída a essas divisões. Ou seja, os dados são fornecidos pontualmente apenas nas interseções dos segmentos e não em qualquer local do rio. O curso d'água é dividido em número de elementos computacionais e, para cada elemento, é feito um balanço hidrológico em termos de fluxo ( $m^3/s$ ), balanço energético em termos de temperatura e balanço de massa em termos de concentração.

A discretização do sistema a ser modelado e a calibração com dados com dados experimentais, é fundamental para que haja consistência entre as simulações e a realidade e, com isso, a modelagem possa ser efetivamente usada como ferramenta em processos decisórios. A

confiabilidade dos dados observados, o domínio das condições hidráulicas e morfológicas da bacia, a exata localização dos pontos de descarga e retirada das indústrias e municípios circunvizinhos são fatores fundamentais para uma calibração bem feita.

Quanto maior o nível de conhecimento sobre a área a ser modelada, mais precisa será a calibração, a ser concluída na definição de uma boa correlação entre os dados calculados e observados. A análise da situação da bacia se dá em função dos resultados obtidos na calibração, permitindo a consistência no gerenciamento dos recursos e no processo de tomada de decisões sobre o sistema fluvial.

## 5. DADOS DE ENTRADA DOS MODELOS

Esta seção relaciona os dados necessários à definição da topologia do reservatório e à caracterização hidrológica, climatológica e de qualidade da água utilizadas na modelagem para a estimativa espaço-temporal de incorporação de biomassa durante o enchimento. Descreve também o processo de preparação dos dados específicos para a execução dos modelos CE-QUAL-W2 e QUAL-2Kw, a partir das informações básicas.

As informações utilizadas para realização deste trabalho foram obtidas do *Estudo de Impacto Ambiental – UHE Teles Pires* (Referência 7) e dos *Estudos de Viabilidade – UHE São Manoel* (Referência 8), além do mapeamento da cobertura vegetal e da restituição aerofotogramétrica do reservatório, fornecidos pelo empreendedor.

### 5.1. MODELO CE-QUAL-W2

#### 5.1.1. DADOS GEOMORFOLÓGICOS

##### 5.1.1.1 DADOS REQUISITADOS PELO CE-QUAL-W2

Para aplicação do modelo CE-QUAL-W2, o reservatório deve ser dividido longitudinalmente em segmentos, cada um deles divididos, por sua vez, em camadas verticais desde o fundo até o nível d'água. 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).

##### 5.1.1.2 PROCEDIMENTOS

Para a representação no modelo, o reservatório foi dividido em 6 trechos. O primeiro corresponde à porção principal do reservatório sobre a calha do rio Teles Pires, enquanto que os outros cinco se referem aos afluentes, um na margem direita (MD01) e quatro na margem esquerda (Rio Paranaíta, ME02, Ribeirão Oscar de Miranda (ME03) e Ribeirão Vileroy (ME04)).

O reservatório foi dividido na vertical em 13 camadas com 5 metros de altura, cobrindo a faixa entre as elevações 160,00 m e 220,44 m.

Para a discretização na horizontal foram utilizadas curvas de nível disponibilizadas pelo cliente e seções topobatimétricas obtidas do *Estudo de Impacto Ambiental – UHE Teles Pires* (Referência 7). A divisão dos trechos foi determinada de acordo com as características hidráulicas e gerou segmentos no rio Teles Pires de comprimento médio de 5.600 m. Ressalta-se que existem segmentos maiores ou menores a este valor, de acordo com as características hidráulicas do trecho.

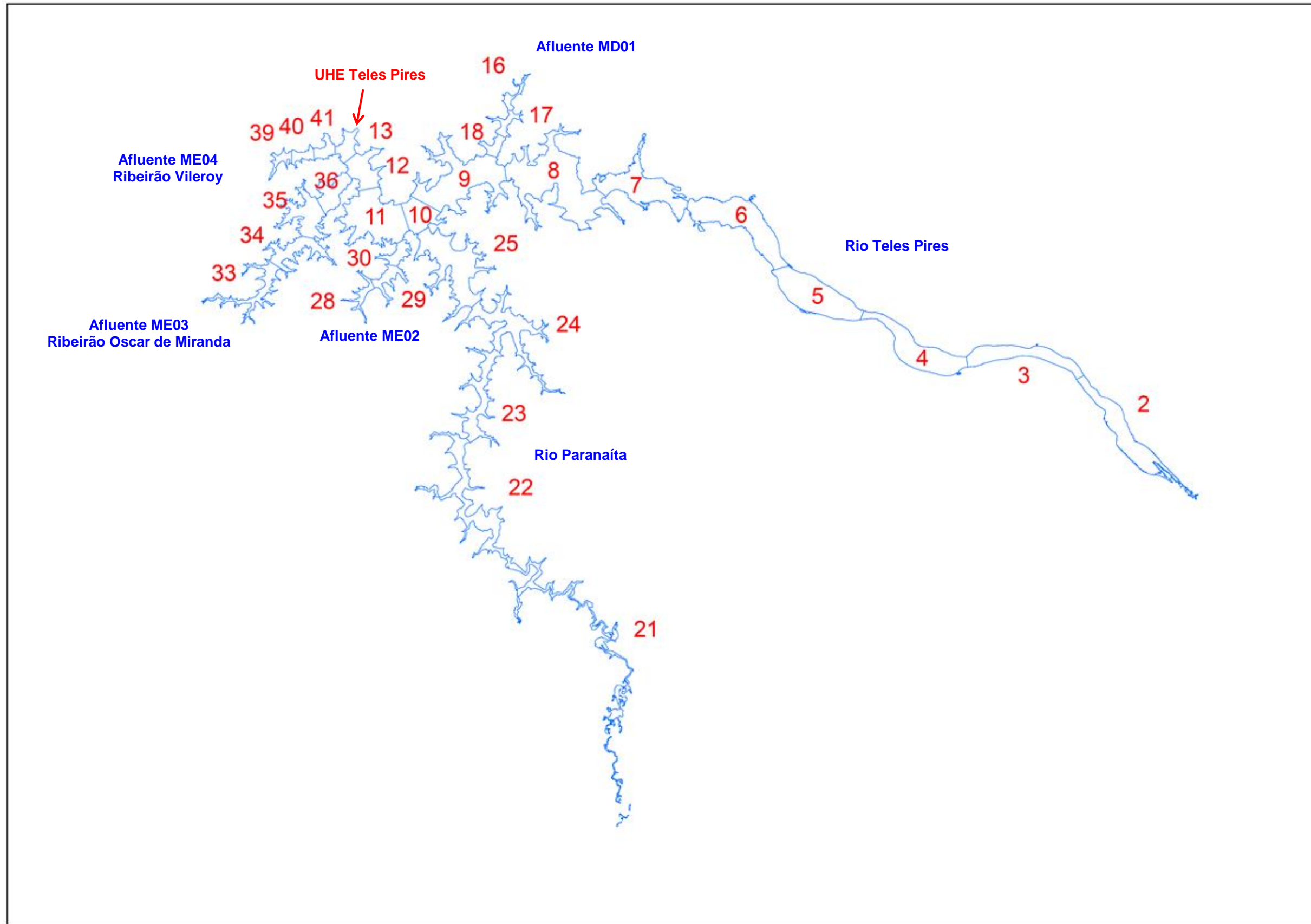
Foram obtidos, no total, 30 segmentos dos 42 formadores do grid computacional. Os demais 12 segmentos são utilizados pelo modelo para resolução do sistema e, portanto, não têm

significação geográfica. O Quadro 5.1 abaixo mostra os nomes dos trechos, a numeração, o comprimento e a área dos segmentos. Os limites dos segmentos são apresentados, para a curva de nível 220,44 m, na Figura 5.1, a seguir.

**QUADRO 5.1**  
**Comprimento e Área dos segmentos.**

<b>Rio Teles Pires</b>		
<b>Segmentos</b>	<b>L (m)</b>	<b>A (km<sup>2</sup>)</b>
2	10215	4.14
3	7499	4.91
4	7438	4.78
5	5828	5.07
6	7441	7.65
7	5890	7.92
8	8388	15.81
9	5368	11.65
10	1598	3.27
11	4348	9.44
12	2238	3.38
13	1647	1.67
<b>Afluente MD01</b>		
16	2906	0.73
17	1721	1.03
18	1346	0.98
<b>Rio Paranaíta</b>		
21	29770	5.77
22	10904	7.14
23	6387	4.47
24	5346	6.17
25	6169	9.57
<b>Afluente ME02</b>		
28	2755	0.99
29	1802	1.57
30	1663	1.34
<b>Afluente ME03 - Ribeirão Oscar de Miranda</b>		
33	5993	2.88
34	2668	3.30
35	2163	4.35
36	2537	2.63
<b>Afluente ME04 - Ribeirão Vileroy</b>		
39	2274	0.82
40	1350	0.87
41	1325	1.12

**FIGURA 5.1**  
Segmentação da Área do Reservatório da UHE Teles Pires.



Para cada segmento, foram determinadas as áreas inundadas em 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.

A combinação dos dados de comprimento e área de cada segmento do corpo principal possibilitou a representação volumétrica da discretização adotada neste trabalho, ilustradas nas Figuras 5.2 e 5.3, apresentadas a seguir.

Como pode ser visto na Figura 5.2, os maiores volumes, ao longo do curso longitudinal do reservatório, estarão concentrados na metade mais à jusante, onde também ocorrem as maiores profundidades, chegando a 60 m na região próxima ao eixo da barragem. Na parte mais à montante, as profundidades médias giram em torno de apenas 5 m.

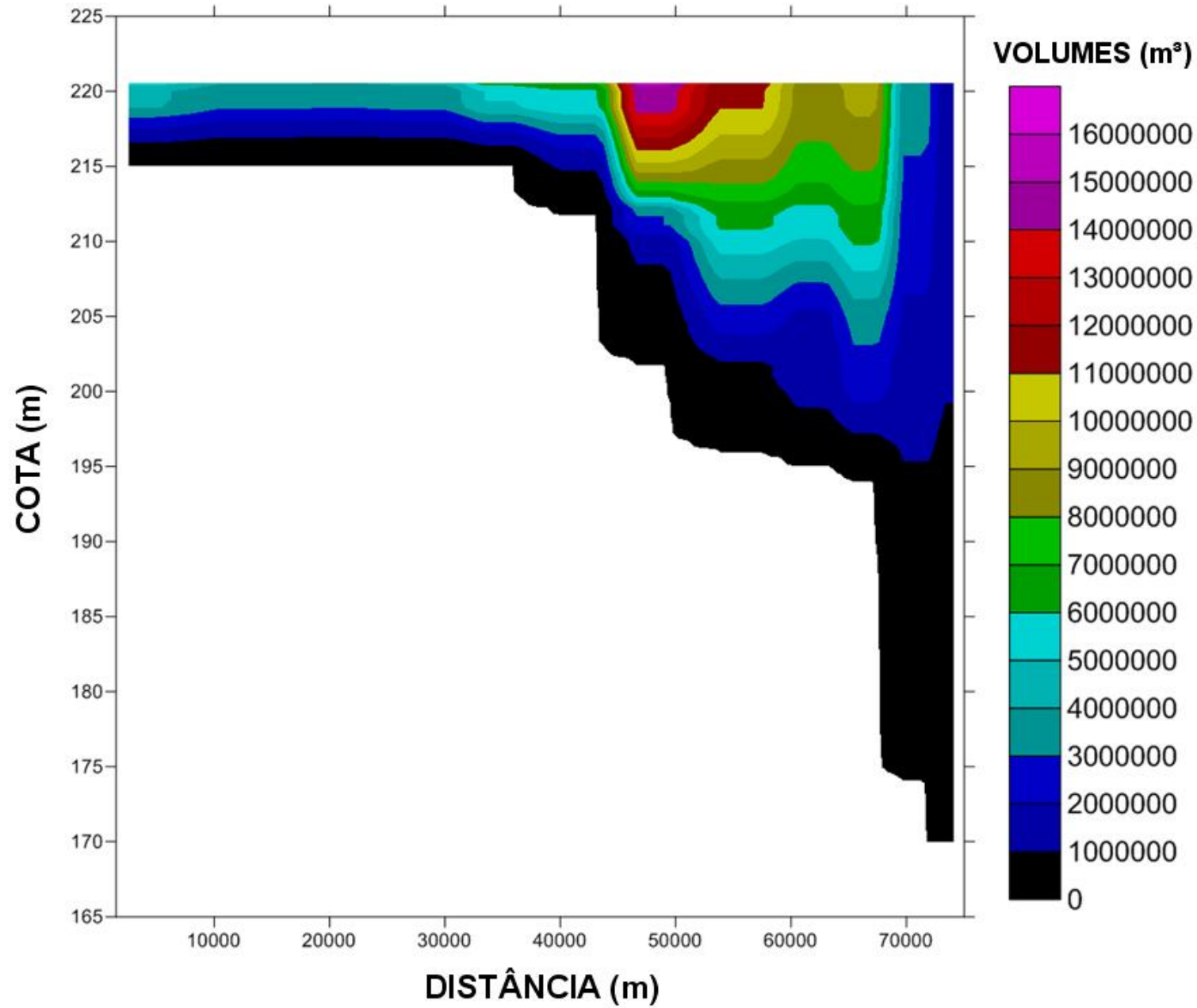
A Figura 5.3 apresenta de forma mais assertiva a distribuição de volumes. Esta Figura foi obtida através do particionamento primário do volume do reservatório onde, a partir do valor da mediana dos volumes dos elementos (1544900 m<sup>3</sup>), o reservatório foi dividido em dois ambientes: o primeiro é definido pela reunião dos elementos com volumes inferiores à mediana e o segundo com os volumes superiores à mesma. Pode-se observar que a região azul, embora cubra toda a extensão do reservatório, comporta apenas 11% da massa d'água. Por ser estreita, essa região, é marcada por regimes de fluxo ditados pelas vazões afluentes do rio Teles Pires e os processos que ocorrem na dimensão longitudinal são dominantes sobre aqueles que ocorrem nas demais direções.

Como esperado, os maiores volumes encontram-se mais próximos à superfície, onde a largura do rio é maior, com 89% do volume. Nesta região devem ser importantes os efeitos das vazões defluentes pelas estruturas da barragem e aqueles decorrentes das variações climáticas sazonais (ventos e frentes frias).



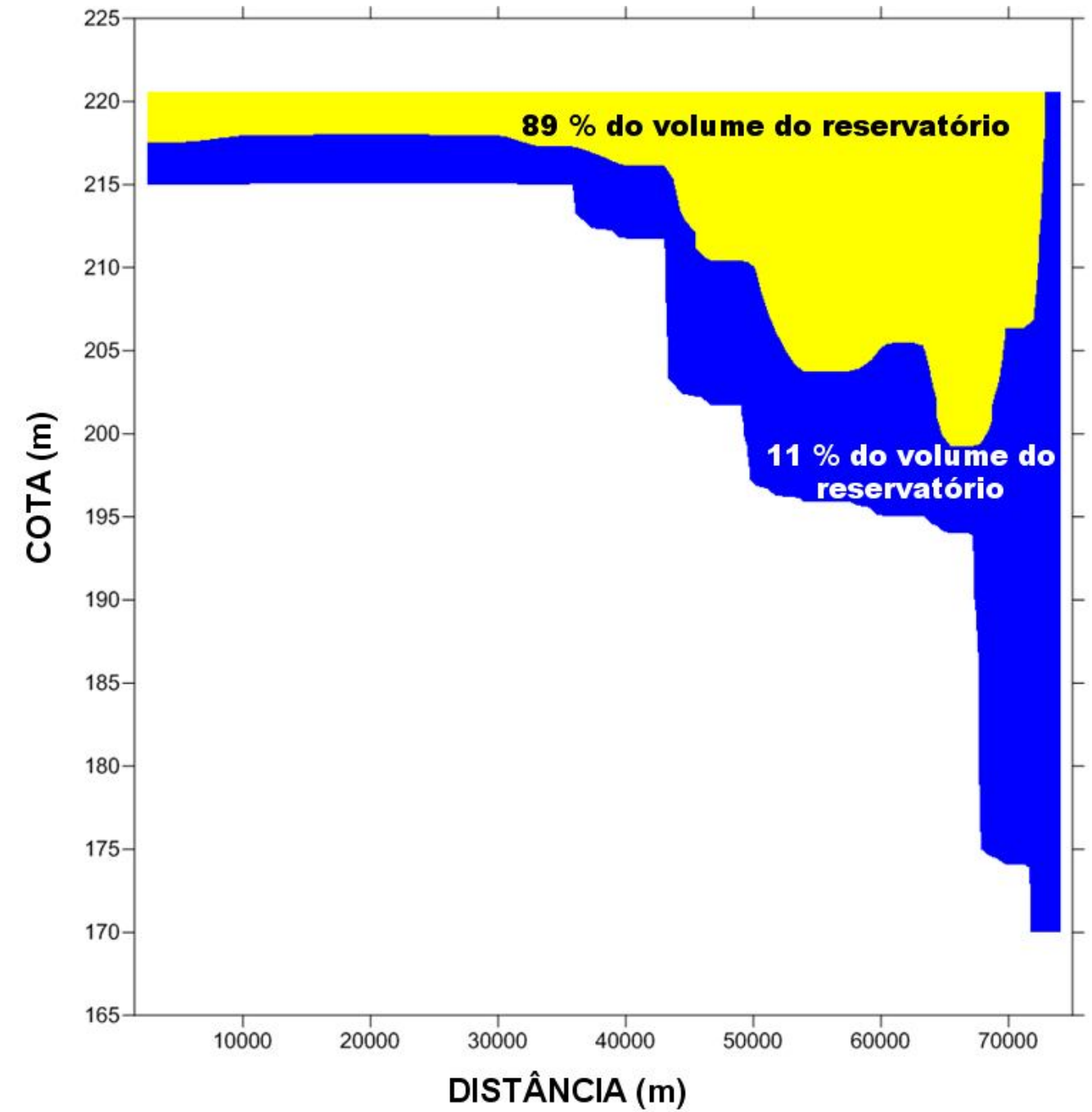
**FIGURA 5.2**  
Representação Volumétrica do Corpo Principal da UHE Teles Pires

**DISTRIBUIÇÃO DE VOLUMES  
NO  
RESERVATÓRIO DA UHE TELES PIRES**



**FIGURA 5.3**  
Distribuição Volumétrica do Corpo Principal da UHE Teles Pires.

**PARTIÇÃO PRIMÁRIA DE VOLUMES  
NO  
RESERVATÓRIO DA UHE TELES PIRES**



## 5.1.2. DADOS HIDROLÓGICOS

### 5.1.2.1 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.

### 5.1.2.2 PROCEDIMENTOS

A série de vazões afluentes diárias à UHE Teles Pires empregada na modelagem foi obtida a partir dos dados do posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo (17380000), empregando-se proporcionalidade entre as respectivas áreas de drenagem. Foram utilizados os anos de 2011 e 2012, que possuem características de um ano médio. Para os afluentes, foi feita a multiplicação por um fator proporcional à área de drenagem de cada corpo hídrico.

As vazões de enchimento foram fixadas através de uma regra operativa elaborada para garantir uma vazão defluente mínima para jusante, tomada como sendo a  $Q_{7,10}$ , de aproximadamente 560 m<sup>3</sup>/s.

Para o CASO PROP02, as simulações foram realizadas ao longo de 426 dias, indo do dia 312 (08 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO PROP02B, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO 03, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 30 dias.

O Quadro 5.2 abaixo e o Quadro 5.3, mais adiante, mostram os valores característicos das vazões afluentes e defluentes utilizadas na modelagem.

**QUADRO 5.2**  
**Vazões Afluentes Máximas, Mínimas e Médias (m<sup>3</sup>/s).**

ENCHIMENTO – ANO MÉDIO	RIO TELES PIRES	AFLUENTE MD01	RIO PARANAÍTA	AFLUENTE ME02	AFLUENTE ME03	AFLUENTE ME04
<b>MÁXIMA</b>	5861.6	4.6	254.4	5.2	8.1	1.9
<b>MÍNIMA</b>	549.4	0.4	23.8	0.5	0.8	0.2
<b>MÉDIA</b>	2223.8	1.7	96.5	2.0	3.1	0.7
<b>DESVIO PADRÃO</b>	1614.2	1.3	70.1	1.4	2.2	0.5

**QUADRO 5.3**  
**Vazões Defluentes Máximas, Mínimas e Médias.**

ENCHIMENTO - ANO MÉDIO	VAZÕES (m <sup>3</sup> /s)
<b>MÁXIMA</b>	6135.8
<b>MÍNIMA</b>	560.0
<b>MÉDIA</b>	2299.9
<b>DESVIO PADRÃO</b>	1789.0

### 5.1.3. DADOS METEOROLÓGICOS

#### 5.1.3.1 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 celsius);*
- *A temperatura do ar no ponto de orvalho (graus celsius);*
- *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).*

#### 5.1.3.2 PROCEDIMENTOS

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos a partir da estação Alta Floresta, situada no aeroporto da referida cidade e pertencente à INFRAERO, para os anos de 2010 a 2012. O Quadro 5.4, abaixo, apresenta os valores de máximos, mínimos, médias e desvios padrão da série adotada na modelagem.

**QUADRO 5.4**  
**Dados meteorológicos máximos, mínimos, médias e desvios padrão.**

ESTATÍSTICAS	TEMPERATURA DO AR (°C)	TEMPERATURA DO PONTO DE ORVALHO (°C)	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	DIREÇÃO DO VENTO (graus)	COBERTURA DE NUVENS
<b>MÁXIMO</b>	29.0	25.0	6.3	23.1	5.2
<b>MÍNIMO</b>	19.6	16.0	0.2	1.5	0.1
<b>MÉDIA</b>	25.4	21.0	2.8	4.7	2.3
<b>DESVIO PADRÃO</b>	25.4	22.0	2.3	4.1	2.3

### 5.1.4. DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

#### 5.1.4.1 PARÂMETROS SIMULADOS

Os parâmetros de qualidade da água simulados foram:

- *Temperatura da Água (Tag, graus celsius);*
- *Idade da Água (Age, dias);*
- *Sólidos Suspensos (SST, mg/L);*
- *Oxigênio Dissolvido (OD, mg/L);*
- *Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO, mg/L);*
- *Nitrogênio Amoniacal (NH<sub>3</sub>, mg/L);*
- *Nitrato (NO<sub>3</sub>, mg/L);*
- *Ortofosfato (PO<sub>4</sub>, mg/L).*

#### 5.1.4.2 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.*

#### 5.1.4.3 PROCEDIMENTOS

Os dados tomados como base para as estimativas das concentrações dos constituintes simulados foram extraídos de doze campanhas realizadas pelo *Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água* (Referência 9), de abril de 2012 a abril de 2013.

O Quadro 5.5, a seguir, mostra as estações constantes do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água do Projeto Básico Ambiental da UHE Teles Pires. Na Figura 5.4, mais adiante, pode-se observar a localização das mesmas.

Para a simulação propriamente dita foram utilizados os dados da estação P04, para o rio Paranaíta, da estação P08, para o rio Teles Pires e da estação P09, para o Ribeirão Oscar de Miranda (Afluente ME03). Para os demais afluentes, para os quais não havia dados disponíveis, considerou-se comportamento similar ao Ribeirão Oscar de Miranda.

**QUADRO 5.5**  
**Estações de Monitoramento do Plano de Monitoramento Ambiental.**

Estação	Rio	Coordenadas	Localização / Descrição
P01A	Teles Pires	21L - 524496 - 8968549	Jusante do eixo do empreendimento. Ambiente Lótico com presença de corredeiras. Fundo rochoso.
P02A	Teles Pires	21L - 526427 - 8960174	Montante do eixo do empreendimento, a jusante do rio Paranaíta.
P02B	Teles Pires	21L - 525080 - 8962607	Segmento 15 do modelo matemático do EIA/RIMA, próximo à foz do rio Oscar de Miranda, a jusante da foz do rio Paranaíta.
P02C	Teles Pires	21L - 524468 - 8964295	Segmento 19 do modelo matemático do EIA/RIMA, próximo à foz do rio Oscar de Miranda, a jusante da foz do rio Paranaíta.
P03	Paranaíta	21L - 532413 - 8950536	Localizado no rio Paranaíta, próximo a ponte de madeira da MT 206. Área com vegetação alta e densa nas margens, com várias propriedades rurais.
P04	Paranaíta	21L - 538650 - 8937587	Localizado no rio Paranaíta, com fundo rochoso, a montante do futuro remanso. Área margeada com vegetação alta e densa, com exploração de atividade pecuária.
P05A	Teles Pires	21L - 531615 - 896321	Localizado a montante do futuro empreendimento, próximo a um conjunto de pequenas quedas d'água, numa região com vegetação alta e densa, rochosa e lótica.
P05B	Teles Pires	21L - 533215 - 8963773	Segmento 9 do modelo matemático do EIA/RIMA, a montante da foz do rio Paranaíta.
P06	Teles Pires	21L - 547143 - 8961857	Localizado no rio Teles Pires, com vegetação alta e densa no seu entorno, fundo rochoso e profundidade média de 12 m.
P07	Teles Pires	21L - 564092 - 8952731	Localizado a montante da balsa do rio Teles Pires, numa região de água lética, com vegetação alta e densa na região marginal. Profundidade média de 13 m.
P08	Teles Pires	21L - 575346 - 8944430	Montante da área de alagamento do futuro reservatório, próximo ao rio Santa Helena.
P09	Oscar Miranda	21L - 524249 - 8963775	Córrego Oscar de Miranda, próximo à confluência com o rio Teles Pires.
P10	Vileroy	21L - 524267 - 8965782	Rio Vileroy, próximo à confluência com o rio Teles Pires.
P11	São Benedito	21L - 496542 - 8993674	Ponto localizado próximo à confluência dos rios São Benedito e Teles Pires, no município de Paranaíta. Acesso pela margem esquerda.
P12	Apiacás	21L - 493252 - 8984496	Ponto localizado próximo à confluência dos rios Apiacás e Teles Pires, a jusante da UHE Foz do Apiacás, no município de Paranaíta. Acesso pela margem direita.

A partir dos dados medidos nas campanhas de campo foram geradas séries diárias dos parâmetros para utilização no modelo. O Quadro 5.6, a seguir, apresenta os valores observados dos parâmetros de qualidade da água, utilizados como base para a geração das séries diárias necessárias à simulação.

**QUADRO 5.6**  
**Parâmetros de qualidade da água medidos durante as campanhas de monitoramento.**

DATA	OD (mg/L)			DBO (mg/L)			NO3 (mg/L)			NH4 (mg/L)			PO4 (mg/L)			SST (mg/L)			TEMP. DA ÁGUA (mg/L)		
	P04	P08	P09	P04	P08	P09	P04	P08	P09	P04	P08	P09	P04	P08	P09	P04	P08	P09	P04	P08	P09
abr/12	5.69	8.81	9.83	4.90	3.50	4.20	0.02	0.02	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	0.03	<0.023	109.0	76.0	91.0	25.64	27.61	26.31
mai/12	8.56	6.84	6.94	3.20	2.50	3.50	<0.01	0.08	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	0.03	<0.023	91.0	70.0	76.0	27.40	27.44	24.42
jun/12	6.65	6.50	7.31	3.30	0.10	3.70	0.02	0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.023	0.03	109.0	76.0	91.0	25.90	27.60	25.50
jul/12	9.00	9.90	8.87	3.40	5.70	2.80	0.05	0.06	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	70.0	75.0	48.0	25.74	27.63	23.10
ago/12	8.41	8.06	7.93	1.60	1.10	2.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	84.0	53.0	68.0	26.88	27.98	24.15
set/12	7.55	6.25	5.28	3.40	0.50	3.50	<0.01	<0.01	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	21.0	36.0	11.0	29.25	28.82	24.72
out/12	4.69	7.69	6.30	4.70	0.80	0.70	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	36.0	22.0	45.0	27.81	28.54	25.09
nov/12	6.67	6.05	7.40	0.40	1.00	1.00	<0.01	0.05	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	64.0	68.0	66.0	28.40	26.70	24.69
dez/12	6.70	6.30	6.40	0.70	0.60	1.10	0.02	0.04	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	69.0	30.0	46.0	26.20	27.61	25.16
jan/13	6.79	7.34	6.24	4.50	1.50	2.20	0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	72.0	54.0	43.0	24.16	26.13	25.23
fev/13	5.43	6.09	5.96	1.09	2.99	0.66	0.02	0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	23.0	42.0	56.0	25.54	26.69	25.22
mar/13	3.04	4.35	7.41	6.57	5.70	1.90	0.02	0.05	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	29.0	43.0	32.0	30.50	30.00	28.10
abr/13	2.58	3.90	7.62	3.90	2.60	2.60	<0.01	<0.01	0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.023	<0.023	<0.023	11.0	42.0	75.0	26.90	30.60	29.40

No quadro acima se observa que os valores encontrados no monitoramento apontam concentrações aceitáveis de OD na maior parte do tempo, com algumas exceções no rio Teles Pires (P08) e no rio Paranaíta (P04), onde ocorrem valores menores a 5,0 mg/L.

Para a DBO, tem-se o mesmo comportamento: valores aceitáveis na maioria do tempo, com algumas exceções, com concentrações acima de 5,0 mg/L nas estações P04 e P08.

Em algumas situações, as concentrações de OD e DBO que apresentaram comportamento fora da normalidade, foram substituídas pelos valores medidos em estações próximas ou por médias de registros anteriores e posteriores, mais coerentes com as características observadas pelo monitoramento até então.

Os parâmetros Nitrato (NO3) e Nitrogênio Amoniacal (NH4) não apresentaram concentrações relevantes em todas as campanhas realizadas.

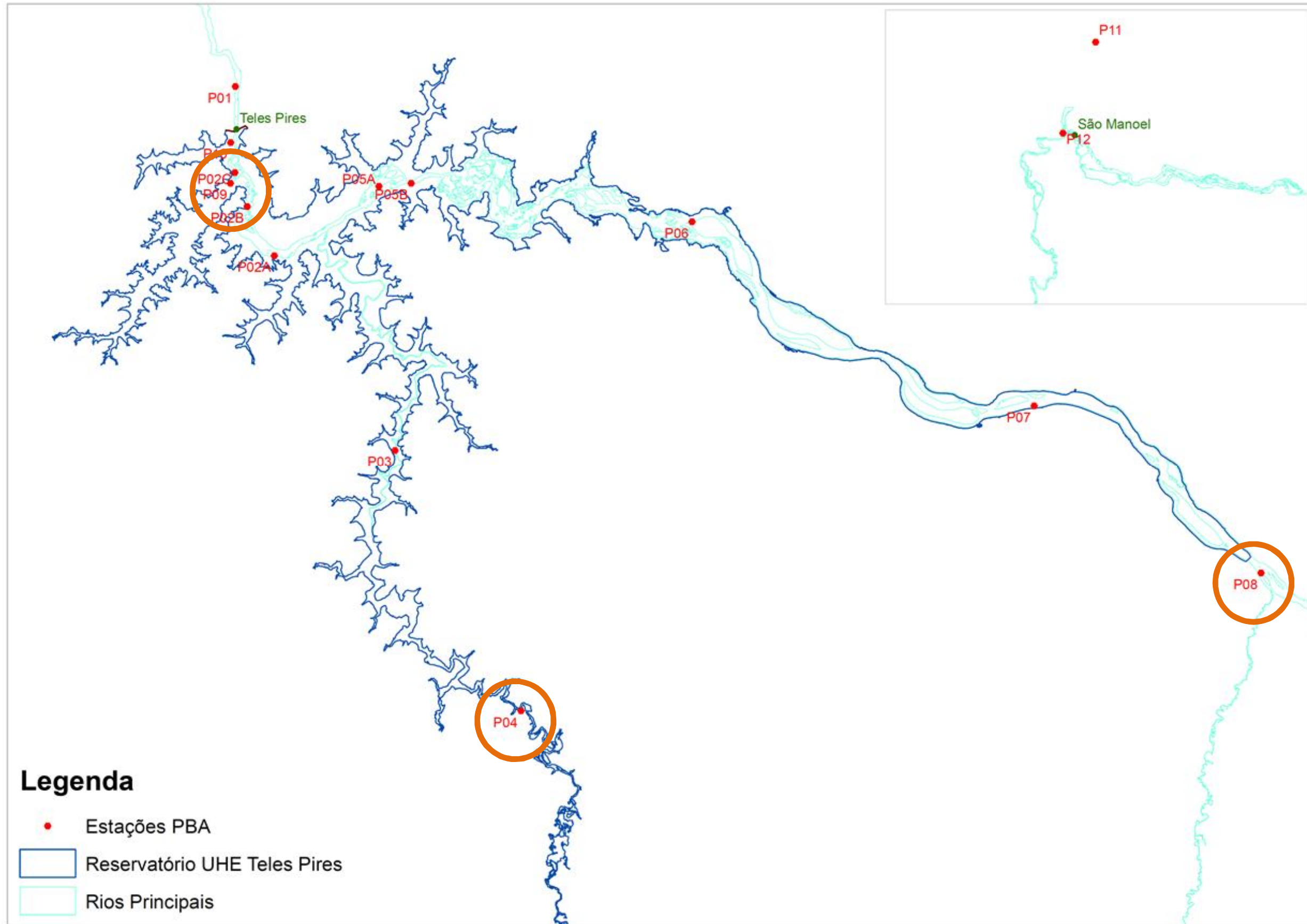
E, para o Ortofosfato (PO4), que corresponde a uma fração do Fósforo Total, ocorreram valores expressivos em pelo menos uma campanha, nas três estações monitoradas. Os valores obtidos para este parâmetro foram iguais ao limite estabelecido para o Fósforo Total pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.



FIGURA 5.4

Estações de Monitoramento de Qualidade de Água do Programa Básico Ambiental da UHE Teles Pires – destaque para as estações utilizadas na modelagem.



### 5.1.5. DADOS PARA ESTIMATIVA DA BIOMASSA

#### 5.1.5.1 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados para a estimativa da biomassa a ser inundada na região do reservatório:

- *Arquivos shape com distribuição das tipologias vegetais na área do futuro reservatório.*

#### 5.1.5.2 PROCEDIMENTOS

A retirada total ou parcial de vegetação da região alagada e a limpeza de áreas da bacia de acumulação podem ser mais ou menos eficazes na manutenção da qualidade da água em patamares satisfatórios.

Para que a modelagem com o CE-QUAL-W2 simulasse os efeitos das retiradas nas regiões identificadas como prioritárias durante o enchimento, foi feito um trabalho de referenciamento de todas as informações quantitativas e/ou qualitativas de vegetação disponíveis para o sistema de orientação do modelo, isto é, as quantidades e variedades vegetais foram posicionadas nos seus respectivos segmentos da malha computacional.

Uma conjugação entre CAD e SIG foi adotada para determinação destas áreas prioritárias, combinando diversos fatores geográficos, ambientais, sociais e logísticos. As biomassas das diversas formações vegetais presentes na bacia de acumulação foram, portanto, estimadas a partir de interpretação dos dados de cobertura vegetal existentes.

- *Parâmetros da cobertura vegetal a ser alagada*

Os modelos matemáticos de previsão da qualidade da água de reservatórios necessitam de parâmetros específicos da biomassa vegetal que são obtidos por meio de um procedimento metodológico distinto do usualmente aplicado para inventários florestais ou estudos fito-sociológicos.

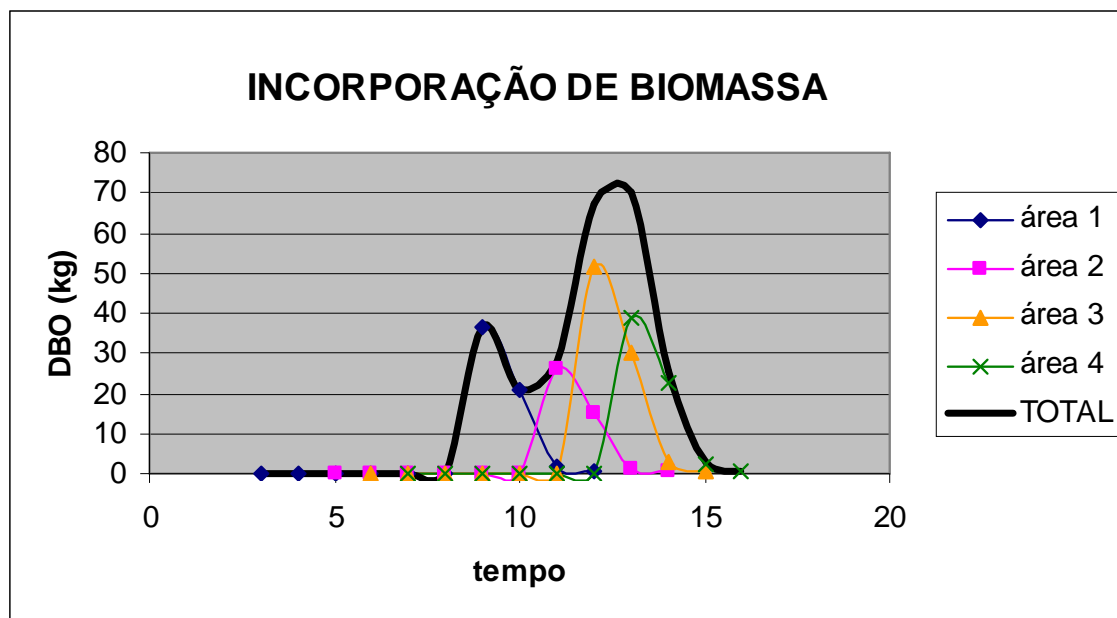
Estes modelos requerem informações detalhadas sobre a distribuição da biomassa nos diversos estratos da cobertura vegetal, com especial atenção às partes finas e de rápida decomposição da planta. Em síntese, os estudos de fitomassa direcionados aos modelos de qualidade da água devem dar tanta ou maior atenção às partes finas (galhos finos, folhagem, serrapilheira), desconsideradas nos inventários de potencial florestal.

Os estudos florestais mais recentes elaborados para a UHE Teles Pires (Referência 10) apresentaram bom detalhamento da bacia de acumulação, delimitando as áreas ocupadas por cada uma das formações vegetais consideradas, e foram fundamentais para que a estimativa da biomassa lábil fosse calculada com maior precisão.

A dinâmica da mineralização da biomassa alagada baseia-se em coeficientes, que determinam que, ao final de 30 dias após a morte da planta, 65% de seu material lábil é transferido para o meio líquido, e, decorridos em torno de 55 dias do início da mineralização, 100 % do material está transferido para o meio aquoso. Foi também levado em consideração que a decomposição de uma planta não se inicia tão logo suas raízes sejam afogadas. As plantas costumam resistir ainda algum tempo até que se iniciem os processos de mineralização da biomassa. Para esse trabalho foram arbitrados seis dias de sobrevivência do vegetal submerso, baseados na observação de campo em outros enchimentos, já que não há informações acadêmicas a esse respeito, Soares & De Filippo (2001 – Referência 11). A Figura 5.5 ilustra o processo de incorporação da biomassa durante o enchimento.



**FIGURA 5.5**  
**Curva de incorporação de biomassa.**



#### 5.1.6. CONDIÇÕES INICIAIS E CONDIÇÕES DE CONTORNO

No trabalho realizado procurou-se fixar para os modelos condições iniciais e de contorno compatíveis com as observações disponíveis de qualidade da água, hidrologia, meteorologia, etc. Além disso, foi dada ênfase especial à caracterização da geometria do domínio e das estruturas hidráulicas existentes.

As principais dimensões das estruturas de liberação de água durante o enchimento (tomada d'água, túneis de desvio e vertedouro) foram corretamente representadas nos arquivos de entrada do modelo.

As condições iniciais de temperatura e das concentrações dos parâmetros investigados foram fixadas de acordo com os valores médios calculados sobre a base de dados existente, conforme apresentado no Quadro 5.7 abaixo. Ressalta-se que, como a modelagem do enchimento do reservatório é um problema transiente, os resultados obtidos não dependem muito das condições iniciais.

**QUADRO 5.7**  
**Condições iniciais de temperatura e concentrações dos parâmetros investigados.**

TEMPERATURA (°C)	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (mg/L)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L)	NITROGÊNIO AMONÍACAL (µg/L)	NITRATO (µg/L)	ORTOFOSFATO (µg/L)
28.0	84.0	7.00	1.00	0.02	0.01	0.02

A referência para a data de início de enchimento foi o dia 28 de novembro. Cabe lembrar que os dados meteorológicos utilizados variaram, a partir dessa data, dia a dia, de acordo com as observações da estação meteorológica de Alta Floresta.

## **5.2. MODELO QUAL 2Kw**

### **5.2.1. DISCRETIZAÇÃO DO MODELO UNIDIMENSIONAL PARA O TRECHO DE JUSANTE**

A região estudada pelo modelo unidimensional vai do eixo da barragem da UHE Teles Pires até o trecho localizado logo após a confluência com o rio São Benedito, totalizando aproximadamente 60 km. Esta região foi dividida em 20 trechos, de acordo com as seções topobatimétricas disponíveis e respeitando características e singularidades hidráulicas, de forma a representar mais fielmente o comportamento hidrodinâmico do rio Teles Pires nesta região.

A Figura 5.6 a seguir mostra a divisão dos trechos empregada na modelagem unidimensional de jusante.

**FIGURA 5.6**  
Divisão dos trechos do estirão de jusante da UHE Teles Pires.



### 5.2.2. PARÂMETROS HIDRÁULICOS

Para a definição dos parâmetros hidráulicos dos trechos do modelo *Qual-2kw*, foram utilizadas seções topobatimétricas obtidas do Estudo de Remanso obtido dos Estudos de Viabilidade da UHE São Manoel (Referência 8), complementadas com seis novas seções levantadas no trecho à jusante da UHE São Manoel até o trecho logo após com a confluência do rio São Benedito.

Os parâmetros hidráulicos estão associados a equações potenciais que descrevem a velocidade e a profundidade do escoamento a partir de uma vazão conhecida, para cada trecho. As referidas equações são descritas por:

$$v = a \times Q^b$$

e

$$H = c \times Q^d$$

onde:

$v$  = velocidade do escoamento, em m/s;

$Q$  = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

$H$  = profundidade do escoamento, em m;

$a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  = parâmetros da equação.

O Quadro 5.8 abaixo lista os parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  para os 20 trechos do modelo.

**QUADRO 5.8**  
**Parâmetros Hidráulicos dos trechos.**

Nº TRECHO	Coeficientes Hidráulicos			
	$a$	$b$	$c$	$d$
1	0.0335	0.2504	113.8847	0.0461
2	0.0340	0.4359	114.2866	0.0448
3	0.0190	0.5260	113.8187	0.0448
4	0.0017	0.6492	113.6263	0.0450
5	0.0013	0.6714	113.7186	0.0449
6	0.0051	0.5809	115.2294	0.0427
7	0.0087	0.5167	117.0628	0.0401
8	0.0307	0.4361	118.0143	0.0387
9	0.0917	0.2866	118.4418	0.0376
10	0.0966	0.2965	118.0452	0.0333
11	0.0317	0.5384	119.3008	0.0273
12	0.0989	0.4636	121.0222	0.0250
13	0.1543	0.2322	116.0136	0.0293
14	0.1241	0.2697	110.8507	0.0336
15	0.0694	0.5138	100.8928	0.0430
16	0.0018	0.7625	91.2462	0.0522
17	0.0171	0.5743	91.6823	0.0514
18	0.0210	0.4685	91.9108	0.0509
19	0.0467	0.3972	91.9437	0.0506
20	0.0725	0.2824	82.8988	0.0623

### 5.2.3. DADOS HIDROLÓGICOS

Os dados hidrológicos utilizados no modelo unidimensional foram obtidos da série de vazões defluentes do modelo bidimensional. Além disto, foram incluídas as vazões dos rios Apicás e São Benedito, afluentes mais significativos no trecho estudado, calculadas por proporcionalidade de áreas de drenagem.

Os Quadros 5.9 e 5.10 mostram os valores característicos das séries de vazões adotadas na modelagem.

**QUADRO 5.9**  
**Valores característicos da série de vazões do rio Teles Pires adotadas para o trecho de jusante (Defluências do Modelo Bidimensional).**

Série de Vazões Afluentes (m <sup>3</sup> /s)			
Mínima	Média	Máxima	Desvio Padrão
560.0	2299.9	6135.8	1789.0

**QUADRO 5.10**  
**Valores característicos da série de vazões dos afluentes adotadas para o trecho de jusante.**

Rio	Mínima	Média	Máxima	Mediana	Desvio Padrão
dos Apicás	714.5	2719.8	7361.4	2091.7	1925.9
São Benedito	166.9	635.3	1719.5	488.6	449.9

### 5.2.4. DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados utilizados no modelo unidimensional para o trecho de jusante foram os mesmos adotados no modelo bidimensional de montante e estão descritos no item 5.1.3.

### 5.2.5. DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os dados de qualidade da água utilizados no modelo unidimensional foram obtidos do resultado das defluências do modelo bidimensional, exceto o OD, que sofreu uma correção em função da reaeração promovida pelos dispositivos de descarga. O Quadro 5.11, a seguir, resume os valores característicos dos parâmetros utilizados no modelo unidimensional de jusante.

**QUADRO 5.11**  
**Valores característicos dos dados de qualidade da água.**

CENÁRIOS	VALORES CARACTERÍSTICOS	Temperatura (°C)	SST (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NH4+ (mg/L)	NO3- (mg/L)	PO4-3 (mg/L)
PROP02	MÍNIMO	25.9	16.3	7.5	0.0	0.01	0.02	0.02
	MÉDIA	27.5	46.9	8.0	1.0	0.07	0.06	0.03
	MÁXIMO	29.3	73.5	8.9	15.8	0.18	0.14	0.03
	MEDIANA	27.4	45.2	8.0	0.1	0.07	0.05	0.03
	DESVIO PADRÃO	0.8	14.9	0.2	2.3	0.04	0.03	0.00

A qualidade da água dos afluentes situados à jusante da barragem da UHE Teles Pires (rios dos Apiacás e São Benedito) foi considerada de boa qualidade. Desta forma, foram utilizadas concentrações de OD e DBO compatíveis com rios de baixo grau de poluição: 1,0 mg/L e 7,0 mg/L, para DBO e OD, respectivamente, para os dois rios.

Para o cálculo do percentual de reaeração foi utilizada a equação proposta por *Butts and Evans*, 1983 (Referência 12):

$$r = 1 + 0,38 \times a \times b \times H \times (1 - 0,11 \times H) \times (1 + 0,046 \times T)$$

onde:

$r$  é a relação entre o déficit de Oxigênio Dissolvido acima e abaixo da barragem;

$H$  é a diferença de nível d'água, em m;

$T$  é a temperatura da água, em °C;

$a$  e  $b$  são os coeficientes de correção de acordo com a qualidade da água e o tipo de vertedouro.

Para este trabalho foram utilizados os valores de  $a = 0,65$  e  $b = 0,05$ , relacionados a águas com alto grau de poluição e vertedouros com comportas, caso da UHE Teles Pires.

Os valores de reaeração obtidos nesse processo foram validados com base em observações realizadas durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, no rio São Marcos, conforme apresentado no Relatório “*Estudos de Modelagem da Qualidade da Água do Futuro Reservatório da UHE Batalha e do Trecho à Jusante*” (Referência 13).

## 6. DESCRIÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

O enchimento do reservatório da UHE Teles Pires irá alterar as condições ambientais do rio Teles Pires e do rio Paranaíta, bem como de alguns de seus tributários, durante um curto período, modificando temporariamente suas condições hidrológicas e de qualidade da água.

Desta forma, o Plano de Enchimento controlado se mostra necessário, uma vez que, por meio dele, será realizado o acompanhamento do processo de enchimento e seu reflexo em cada um dos ambientes a serem transformados.

O enchimento do reservatório da UHE Teles Pires terá a duração aproximada de 11 dias (ano hidrológico médio) e será efetuado através do tamponamento dos túneis de desvio.

O sistema de desvio da UHE Teles Pires consiste em um esquema com três túneis de desvio ao longo da margem esquerda do rio. O seu dimensionamento foi realizado para desviar uma vazão de 8.239 m<sup>3</sup>/s, associada a uma cheia com tempo de recorrência de 50 anos. Foram adotados três túneis cuja seção transversal possui formato cogumelo, com as seguintes dimensões principais: 16,0 m de altura, abóbada com 15,0 m de diâmetro, largura de 13,6 m na base e bermas com 0,7 m de largura nas paredes laterais.

O canal de aproximação desses túneis possui uma soleira junto ao rio na elevação 156 m com uma rampa para a elevação 149 m logo a montante do emboque destes túneis. O canal de saída possui uma rampa a partir da elevação 147,5 m até a elevação 155 m, mantendo-se nessa elevação até atingir o leito do rio.

Os três túneis de desvio possuem comprimento da ordem de 300 metros e estruturas de emboque construídas em concreto. Cada estrutura de emboque dos túneis possui dois vãos com 5,75 m de largura e 14,0 m de altura. Entre a seção de saída da estrutura de emboque, que possui formato arco retângulo com fundo na elevação 149,5 m, e a seção do túnel com o fundo na elevação 147,5 m, há uma transição com comprimento de 30 metros.

As cotas para os decks das estruturas de controle do fechamento dos túneis de desvio são definidas nas elevações 185 m para a torre do túnel de desvio T1 (túnel da direita hidráulica), 204 para a torre do túnel de desvio T2 (túnel intermediário) e 211 para a torre do túnel de desvio T3 (túnel da esquerda hidráulica).

As ranhuras de montante dos três túneis são apropriadas para uma comporta do tipo vagão, manobrada por meio de um guindaste móvel. Uma única comporta vagão será utilizada para o fechamento dos túneis 1 e 2, requerendo o transporte desta comporta de um túnel ao outro. Para o túnel 3, será utilizada uma comporta vagão semelhante, porém reforçada para suportar uma carga hidráulica maior.

As ranhuras de jusante dos três túneis de desvio são apropriadas para o posicionamento de comportas do tipo ensecadeira, que serão capazes de suportar a carga hidráulica correspondente ao nível de água máximo normal no reservatório (EL. 220,44 m) totalizando o número de seis comportas do tipo ensecadeira. Estas comportas serão baixadas com auxílio do guindaste, em condições sem fluxo, ou seja, requerendo que a comporta vagão esteja fechada no vão em que se deseja realizar o fechamento.

No esquema proposto atualmente, o túnel 1 será fechado antecipadamente, e o túnel 2 será fechado poucos dias antes do fechamento final do túnel 3.

No Projeto Básico, estava prevista a construção de um orifício restritor no túnel 1, que seria reaberto antes do fechamento do túnel 3. O fechamento final do túnel 1 seria realizado somente após o nível do reservatório ser suficiente para garantir a passagem da vazão sanitária pelo vertedouro.

Em função do retardamento da data prevista para fechamento final, entrando no início da época úmida, o orifício demonstrou ser pouco adequado para permitir uma sequência conveniente para



fechamento dos túneis. Por esta razão, foi proposto um dispositivo dedicado para a manutenção da vazão sanitária, a ser construído junto ao vertedouro, e dotado de uma comporta vagão para corte de fluxo.

Em paralelo, foi avaliada a possibilidade de se utilizar a comporta vagão de corte de fluxo existente na estrutura de fechamento do túnel 3. Devido à grande seção da comporta, esta operação seria inviável sem a possibilidade de se operar em aberturas parciais, ou seja, controlando a vazão através da comporta.

Em todos os casos está sendo prevista a utilização de comporta vagão para o corte do fluxo definitivo do dispositivo, assim que o nível do reservatório for suficiente para extravasar a vazão sanitária pelo vertedouro.

Entretanto, buscou-se evitar a operação da comporta em aberturas parciais, controlando o fluxo. Este cuidado tem como razão o risco de vibrações em aberturas parciais, que por períodos prolongados poderiam comprometer a comporta, bem como seu fechamento final.

Por outro lado, tratando-se de comportas com vedação a montante, sabe-se que os esforços hidráulicos são bastante reduzidos, tornando estas comportas menos sensíveis aos problemas que poderiam ocorrer em aberturas parciais, exceto na eventualidade em que não haja expulsão do jato, gerando uma região de instabilidade imediatamente a jusante da comporta.

A vazão sanitária foi definida pela Agência Nacional de Águas através da Resolução Nº 501, de 11 de Julho de 2011 e deverá manter a vazão mínima de 560 m<sup>3</sup>/s.

A manobra que diz respeito à manutenção da vazão sanitária diz respeito unicamente ao fechamento da segunda comporta do túnel 3.

A sequência de fechamento se inicia pelo vão esquerdo da estrutura de emboque do túnel de desvio 3. Nessa etapa o fluxo estará escoando pelo vão direito do túnel de desvio 3.

Quando o reservatório atingir a elevação 201,27 m, a comporta do túnel 3 deverá ser fechada ao tempo que as comportas do vertedouro são abertas para iniciar a operação do vertedouro. A curva de descarga considerando a abertura total das comportas do vertedouro com quatro vãos de 16,40 m de largura.

A partir da elevação 201,27 m a vazão será descarregada totalmente pelos quatro vãos do vertedouro e se processará, efetivamente, o início do enchimento do reservatório, com o fluxo sendo descarregado totalmente pelo vertedouro.

## **7. METODOLOGIA PARA A DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CARBONO OXIDÁVEL NA ÁREA DO RESERVATÓRIO**

### **7.1. INTRODUÇÃO**

Para a determinação da quantidade de carbono oxidável na área do reservatório foram utilizadas as *shapes* de vegetação fornecidas pelo empreendedor (Companhia Hidrelétrica Teles Pires), com a seguinte classificação de tipologias vegetais:

- Formações Florestas Submontanas;
- Formações Florestas Aluviais;
- Refúgios Vegetacionais;
- Vegetação Secundária;
- Formações Pioneiras;
- Agricultura com Culturas Permanentes;
- Pastagem;
- Mineração;
- Depósito de Sedimentos; e
- Corpo D'Água.

### **7.2. METODOLOGIA**

#### **7.2.1. DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE CARBONO PRESENTE NA BIOMASSA**

A Biomassa florestal ou fitomassa é a quantidade, expressa em unidade de massa, do material lenhoso contido em uma unidade de área da floresta (Araújo et al., 1999 - Referência 14). Biomassa é a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Em termos florestais, a biomassa pode ser toda a massa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma. A porção arbórea da biomassa de origem vegetal pode ser chamada de fitomassa florestal ou fitomassa arbórea (Sanquetta e Balbinot, 2004 – Referência 15).

As estimativas de fitomassa atualmente disponíveis na literatura dos diversos tipos florestais da Amazônia vêm de estudos que utilizam métodos diretos e indiretos. O consenso existente entre os grupos de pesquisadores que trabalham com biomassa é de que é impossível estimar a biomassa acima do nível do solo na Amazônia por meio do método direto, daí a necessidade de aprimorar os métodos indiretos para se chegar a uma estimativa confiável. O ideal é desenvolver um modelo estatístico para cada tipo florestal e para cada sítio, sendo que, para estudos de mudanças climáticas, é aconselhável priorizar as áreas de maior intervenção humana (Higuchi e Carvalho Jr., 1994 – Referência 16).

A questão da Fitomassa acima do nível do solo está praticamente resolvida com os modelos estatísticos existentes, que são bastante consistentes e precisos para estimar a fitomassa individual de espécies florestais da Amazônia. Os teores de água e de carbono na árvore e em seus vários compartimentos (tronco, galho grosso, galho fino, folha e flor/fruto) também estão disponíveis (Higuchi e Carvalho Jr., 1994 – Referência 16).

A Fitomassa vegetal existente na área do reservatório da UHE Teles Pires foi calculada a partir do método indireto, através de modelos de regressão desenvolvidos para florestas tropicais, inclusive a floresta amazônica. Para o cálculo da fitomassa acima do solo foi utilizado o modelo

matemático alométrico proposto por Higuchi et al. (1998 – Referência 17) e corrigido pelo modelo proposto por Feldspausch et al (2011 – Referência 18), onde foram medidos a altura e o diâmetro das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal. A Fitomassa para cada componente foi estimada a partir das equações apresentadas no Quadro 7.1, abaixo.

**QUADRO 7.1**  
**Equações para estimativa de Fitomassa fresca e seca (toneladas).**

Componente	Equação Alométrica	Autor
Árvores 5 ≤ DAP < 20cm	$LnPF = -1,754 + 2,665 \ln D$	Higuchi <i>et al</i> (1998) e corrigido por
		Feldspausch <i>et al</i> (2011)
Árvores DAP ≥ 20cm	$LnPF = -0,151 + 2,170 \ln D$	Higuchi <i>et al</i> (1998) e corrigido por
		Feldspausch <i>et al</i> (2011)
Palmeiras	$PS = (\exp(-6,3789 - 0,877 * \ln(1/DAP^2) + 2,151 * \ln(H)))/1000$	Saldarriaga, 1988

PF = Fitomassa fresca em toneladas; PS = Fitomassa seca em toneladas; ln = logaritmo natural; D = diâmetro em centímetros; H = altura em metros; Exp = Exponencial.

A Fitomassa seca foi estimada a partir da subtração da concentração média de água, em madeiras da região, da biomassa úmida. O percentual de concentração de água utilizado na extração da Fitomassa fresca foi da ordem de 40% para todas as árvores, como recomendado por Higuchi e Carvalho Jr. (1994 – Referência 16), ficando o cálculo assim definido:

$$PS = PF \times (1 - Tu)$$

Onde:

- *PS* é a Fitomassa;
- *PF* é a Biomassa Fresca;
- *Tu* é o valor de umidade em valor absoluto (0,40).

As concentrações de água nas partes da árvore foram:

- 38,9% para troncos;
- 39,4% para galhos grossos (diâmetro de base maior que 10 cm);
- 42,8% para galhos finos;
- 52,4% para folhas; e
- 63,3% para flores e/ou frutos.

E a contribuição de cada parte da árvore ao seu peso total foi de:

- 64,7% para tronco (incluindo a casca);
- 17,8 % para galhos grossos;
- 14,5% para galhos finos;
- 2,0% para folhas; e
- 1,0% para flores e/ou frutos.

Ambos os modelos apresentaram desvios menores que 5% em relação à média e serão aplicados para verificar a maior eficiência dos mesmos para a estimativa da fitomassa.

Segundo a literatura, o teor de carbono elementar presente na matéria seca (Fitomassa) de diferentes partes da árvore está em torno de 50%: para cada tonelada de matéria seca, aproximadamente 0,5 tonelada é formada de carbono.

Assim, para a conversão das estimativas de Fitomassa de árvores individuais e de povoamento, obtidos com base no peso de matéria seca, em estimativas de carbono, se aplicou a seguinte expressão:

$$\text{Carbono} = \text{Fitomassa Seca} \times 0,5$$

O carbono referente à biomassa morta foi obtido diretamente do inventário florestal da UHE Teles Pires. No Quadro 7.2, abaixo, encontram-se os valores de carbono total por tipologia vegetal inventariada.

**QUADRO 7.2**

**Carbono Total por Tipologia Vegetal na área do Reservatório da UHE Teles Pires (ton/ha).**

Tipologia Vegetal	Biomassa Verde			Biomassa Morta	Carbono Total (ton/ha)
	Fitomassa Fresca (ton/ha)	Fitomassa Seca (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	
Floresta Ombrófila Densa Submontana	435.29	262.34	131.17	11.61	142.78
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	430.72	259.41	129.65	16.14	145.79

#### 7.2.2. DISCRETIZAÇÃO DA BIOMASSA VIVA ACIMA DO SOLO

A biomassa viva acima do solo, ou biomassa verde, compreende os troncos (fuste), os galhos grossos, os galhos finos, as folhas, as flores e os frutos. Para discretizar a biomassa calculada para cada formação vegetal estudada na área de influência do aproveitamento tomou-se por base o resultado dos estudos realizados por Higuchi e Carvalho Jr. (1994 – Referência 16).

O Quadro 7.3, a seguir, mostra a distribuição do carbono total na biomassa verde por tipologia vegetal inventariada na área do reservatório da UHE Teles Pires.

**Quadro 7.3**

**Distribuição do Carbono Total Presente na Biomassa Verde para as Tipologias Vegetais da UHE Teles Pires (ton/ha).**

Tipologia Vegetal	Biomassa Fresca (ton/ha)	Biomassa seca (ton/ha)	Carbono Total (ton/ha)	Divisão do Carbono Total na Biomassa Verde (ton/ha)					
				Tronco	Galhos Grossos	Galhos Finos	Folhas	Casca	Flores e Frutos
				56.30%	17.80%	14.50%	2.00%	8.40%	1.00%
Floresta Ombrófila Densa Submontana (ton/ha)	435.29	262.34	131.17	73.85	23.35	19.02	2.62	11.02	1.31
Floresta Ombrófila Densa Aluvial(ton/ha)	430.72	259.41	129.65	72.99	23.08	18.80	2.59	10.89	1.30

### 7.2.3. QUANTIFICAÇÃO DO CARBONO OXIDÁVEL NA PARCELA RAPIDAMENTE DEGRADÁVEL

Para a determinação da quantidade de carbono oxidável presente em cada parcela vegetal, foram consideradas as taxas determinadas nos estudos de biodegradação realizados em laboratório para o EIA/RIMA da UHE Porto Primavera (Referência 19), que foram as seguintes:

- Folhas: 20,0%;
- Galhos Finos: 11,0%;
- Cascas: 8,2%;
- Serrapilheira (biomassa morta): 25,0%.

Os cálculos foram efetuados a partir do Quadro 7.3, nos quais se desconsiderou a matéria vegetal integrante do tronco e dos galhos grossos, tendo em vista as baixas taxas de biodegradação normalmente verificadas nestes substratos.

O Quadro 7.4, a seguir, resume o conteúdo de carbono oxidável disponível nas parcelas rapidamente degradáveis em cada uma das formações vegetais estudadas para a área de influência do aproveitamento da UHE Teles Pires.

A partir desse Quadro, e considerando as áreas correspondentes a cada formação vegetal, pode-se determinar a quantidade total de carbono oxidável afogado no reservatório, para estimativa da carga de demanda bioquímica de oxigênio associada.

**QUADRO 7.4**  
**Determinação do Carbono Oxidável Total no Reservatório da UHE Teles Pires (Por Formação Vegetal - Apenas nas Parcelas Rapidamente Biodegradáveis).**

Formação Vegetal	Carbono Oxidável nas Parcelas Rapidamente Degradáveis (ton/ha)				Carbono Oxidável Total (ton/ha)
	Galhos Finos	Folhas	Casca	Serrapilheira	
	11.00%	20.00%	8.20%	25.00%	
Floresta Ombrófila Densa Submontana (ton/ha)	2.09	0.52	1.01	2.90	6.53
Floresta Ombrófila Densa Aluvial (ton/ha)	2.07	0.52	1.00	4.04	7.62

### 7.2.4. CÁLCULO DA DENSIDADE MÉDIA DO CARBONO DEGRADÁVEL NOS SEGMENTOS DO MODELO BIDIMENSIONAL

Para o modelo bidimensional foi feito o cálculo da densidade média do carbono degradável para cada segmento, para cada faixa de segmentação na vertical, compreendida entre as cotas 160,00m e 220,44m, considerando as tipologias vegetais e/ou uso de solo presentes em cada faixa, sendo adotados os valores de carbono oxidável apresentados no Quadro 7.5, abaixo.

**QUADRO 7.5**  
**Valores de Carbono Oxidável adotados na modelagem.**

USO DO SOLO / TIPOLOGIA VEGETAL	CARBONO OXIDÁVEL TOTAL (ton/ha)
Formações Florestas Aluviais	7.62
Formações Florestas Submontanas	6.53
Vegetação Secundária	4.57

USO DO SOLO / TIPOLOGIA VEGETAL	CARBONO OXIDÁVEL TOTAL (ton/ha)
Formações Pioneiras	4.57
Refúgios Vegetacionais	4.57
Agricultura	0.80
Pastagem	0.80
Áreas Antropizadas	2.90

Como o Inventário Florestal da UHE Teles Pires só contemplou as principais formações florestais, para os demais tipos vegetacionais e usos do solo foram feitas correlações a partir de dados disponíveis na literatura.

Os valores para a Vegetação Secundária foram obtidos considerando-se uma porcentagem de 60% do carbono oxidável para a Floresta Aluvial, baseado no *Diagnóstico do Uso da Terra e Cobertura Vegetal das Áreas de Influência dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio* (Referência 20).

Para as tipologias Formações Pioneiras e Refúgios Vegetacionais, foram considerados os mesmos valores adotados para a Vegetação Secundária.

Para Agricultura e Pastagem os valores de carbono oxidável foram obtidos a partir dos dados disponíveis no *Estudo de Impacto Ambiental da AHE Serra do Facão* (Referência 21).

E, finalmente, para as Áreas Antropizadas, referentes à Mineração e ao Depósito de Sedimentos, foram considerados valores iguais à serrapilheira da tipologia Floresta Submontana.

Ressalta-se que a maior parte das áreas a serem alagadas refere-se às tipologias florestadas, contempladas pelo inventário.

#### 7.2.5. INCLUSÃO DA CARGA PROVENIENTE DO RESÍDUO DO DESMATAMENTO NA MODELAGEM

Para o cenário proposto, a contabilização de uma eventual ineficiência nas ações de limpeza e remoção das cargas orgânicas foi feita por meio da adoção de uma fisionomia descrita como “Resíduo de Desmate”.

Para esta fisionomia, o valor do coeficiente de carbono lábil considerado foi de 50% do carbono oxidável presente nos galhos finos, cascas, folhas e frutos de cada tipologia.

Assim, foram adotados, respectivamente, os coeficientes de 1,81 ton/ha e 1,79 ton/ha, para as fisionomias Floresta Densa Submontana e Floresta Densa Aluvial.

## 8. DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS SIMULADOS

O cenário de supressão de vegetação apresentado no presente documento foi escolhido a partir de simulações anteriores descritas em relatórios específicos já citados.

Os três cenários apresentados a seguir diferem-se apenas na condição de enchimento, com períodos e durações diversos.

O Quadro 8.1 apresenta os cenários simulados.

**QUADRO 8.1**  
**Cenário Proposto Simulado.**

CENÁRIO	DESCRIÇÃO
CASO PROP02	Enchimento do reservatório a partir de 08/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
CASO PROP02B	Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
CASO 03	Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, <b>retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires</b> , considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 30 dias.

O Quadro 8.2, a seguir, apresenta os quantitativos das áreas totais de floresta alagada e as áreas consideradas para o CASO PROP02, também considerados nos CASO PROP02B e CASO 03.



**QUADRO 8.2**  
**Áreas alagadas discriminadas por tipo.**

CENÁRIO	DESCRIÇÃO - USO DO SOLO	TELES PIRES	PARANAÍTA	MD01	ME02	ME03	ME04	TOTAL GERAL
ÁREAS TOTAIS	Áreas Degradadas por Mineração	23	8	1	0	0	0	33
	Formação Florestal	2 983	3 072	305	362	881	182	7 785
	Pastagem	202	368	24	31	311	113	1 048
	Vegetação Secundária (Pastagem Degradada)	91	240	25	90	242	27	716
	Refúgios Ictiofauna	0	0	0	0	0	0	0
	Pupunha	13	0	0	0	0	0	13
	Água	19	249	23	0	0	0	291
	<b>TOTAL POR TRECHO</b>	<b>3 331</b>	<b>3 937</b>	<b>379</b>	<b>484</b>	<b>1 434</b>	<b>321</b>	<b>9 886</b>
CASO PROP02	Áreas Degradadas por Mineração	23	8	1	0	0	0	33
	Formação Florestal	2 598	0	0	0	0	0	2 598
	Pastagem	202	368	24	31	311	113	1 048
	Vegetação Secundária (Pastagem Degradada)	55	0	0	0	0	0	55
	Refúgios Ictiofauna	0	0	0	0	0	0	0
	Pupunha	13	0	0	0	0	0	13
	Água	19	249	23	0	0	0	291
	<b>TOTAL POR TRECHO</b>	<b>2 910</b>	<b>625</b>	<b>48</b>	<b>31</b>	<b>311</b>	<b>113</b>	<b>4 038</b>
<b>% DE ÁREAS REMANESCENTES (FORMAÇÃO FLORESTAL + VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA)</b>		<b>86%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>31%</b>

No Quadro 8.3, abaixo, pode-se observar os valores de carbono oxidável, considerados para os casos simulados, para cada trecho do reservatório (rio Teles Pires e tributários) e para cada faixa na vertical do modelo.

**QUADRO 8.3**  
**Quantitativos totais de carbono oxidável para o cenário proposto de supressão de vegetação.**

<b>CASO PROP02</b>						
<b>FAIXA</b>	<b>TOTAL principal (ton)</b>	<b>TOTAL tributários (ton)</b>	<b>TOTAL FAIXA (ton)</b>	<b>% TOTAL principal</b>	<b>% TOTAL tributários</b>	<b>% TOTAL FAIXA</b>
0 a 195	729	161	890	1%	0%	2%
195 a 200	700	569	1270	1%	1%	3%
200 a 205	1804	833	2637	4%	2%	5%
205 a 210	3674	2973	6648	7%	6%	13%
210 a 215	9801	6044	15845	19%	12%	31%
215 a 220.44	10798	12592	23390	21%	25%	46%
<b>TOTAL GLOBAL</b>	<b>27507</b>	<b>23172</b>	<b>50678</b>	<b>54%</b>	<b>46%</b>	<b>100%</b>

## 9. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO BIDIMENSIONAL PARA O CORPO DO RESERVATÓRIO

### 9.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados do modelo bidimensional para o corpo do reservatório.

No item 9.2 são feitas as análises durante a fase de enchimento, entre as cotas 160,0 m e 220,44 m, e no período subsequente ao mesmo. Para isto, foram escolhidos cinco parâmetros cuja importância é relevante na avaliação de questões de qualidade de água associadas à incorporação de fitomassa afogada. São eles: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Amônico, Nitrato e Ortofosfato.

No item 9.3 são feitas as análises de estabilização do reservatório, incluindo, além dos parâmetros citados acima, a Temperatura da Água, a Idade da Água e os Sólidos Suspensos Totais.

E, finalmente, no item 9.4 são feitas as análises de envoltórios de frequência de ocorrência e de máximos e mínimos para os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido.

Ressalta-se que nas análises efetuadas as unidades  $\text{g/m}^3$  e  $\text{mg/L}$  são equivalentes.

Para o CASO PROP02, as simulações foram realizadas ao longo de 426 dias, indo do dia 312 (08 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO PROP02B, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO 03, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 30 dias.

### 9.2. RESULTADOS – ANÁLISE DO ENCHIMENTO

Este item apresenta os resultados da modelagem para alguns dos constituintes simulados durante a cronologia da elevação do nível do reservatório até a cota 220,44 m, com o intuito de avaliar as capacidades de suporte e depuração do corpo d'água durante este período e o subsequente, totalizando aproximadamente 430 dias de simulação para o CASO PROP02 e 410 dias de simulação para os CASOS PROP02B e CASO 03.

Uma terminologia foi criada com o intuito de facilitar a leitura e/ou compreensão das análises dos resultados obtidos. Seus termos estão listados a seguir:

- *TRECHO TELES PIRES = corpo principal na calha do rio Teles Pires.*
- *TRECHO MD01 = braço do reservatório na calha do afluente situado na margem direita.*
- *TRECHO PARANAÍTA = braço do reservatório na calha do rio Paranaíta.*
- *TRECHO ME02 = braço do reservatório na calha do 2º afluente situado na margem esquerda (montante para jusante).*
- *TRECHO ME03 = braço do reservatório na calha do 3º afluente situado na margem esquerda (Ribeirão Oscar de Miranda).*

- *TRECHO ME04 = braço do reservatório na calha do 4º afluente situado na margem esquerda (Ribeirão Vileroy).*

Para cada trecho de rio modelado, seguindo a ordem descrita, estão as séries cronológicas dos valores médios dos parâmetros em cada compartimento (**VMC**):

- ***VMC** = valores médios dos parâmetros em cada compartimento (corpo principal e braços tributários), calculados a partir da ponderação das concentrações num dado instante, pelos volumes das células da malha computacional.*

A análise do **VMC** equivale a uma análise zero dimensional dos compartimentos do reservatório. O **VMC** representa um valor médio que aplicado a todo o volume do compartimento reproduz, num dado instante, a concentração do constituinte que seria obtida distribuindo-se a carga total por todas as células da malha.

Nas Figuras apresentadas a seguir, a primeira linha apresenta gráficos com a evolução cronológica das concentrações médias (**VMC**) do parâmetro em análise, para o cenário proposto (CASO PROP02).

O início do enchimento do reservatório foi considerado no dia 08/11/2014 para o CASO PROP02 e no dia 28/11/2014 para os CASOS PROP02B e 03, com duração de 11 dias nos dois primeiros e de 30 dias, no CASO 03. As datas do fim do enchimento (dia 19/11 para o CASO PROP02, dia 09/12 para o CASO PROP02B e dia 28/12 para o CASO 03) encontram-se indicados por uma linha tracejada amarela nos gráficos dos VMCs.

Na segunda linha estão apresentadas as figuras que mostram a variação espacial das concentrações dos parâmetros analisados em cada compartimento do reservatório, para o dia de simulação correspondente ao dia mais crítico para os cenários simulados.

## 9.2.1. TRECHO TELES PIRES

### 9.2.1.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Figura 9.1, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de DBO no rio Teles Pires, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que o adiamento do início do enchimento, que passa do dia 08/11, no CASO PROP02, para o dia 28/11 nos CASOS PROP02B e 03, propicia melhora nas concentrações deste parâmetro, que passam de 3,1 mg/L no CASO PROP02 para 2,6 mg/L nos CASOS PROP02B e 03. Esta melhora se deve principalmente ao aumento da diluição das cargas provocado pelas maiores vazões afluentes observadas nos dois últimos casos.

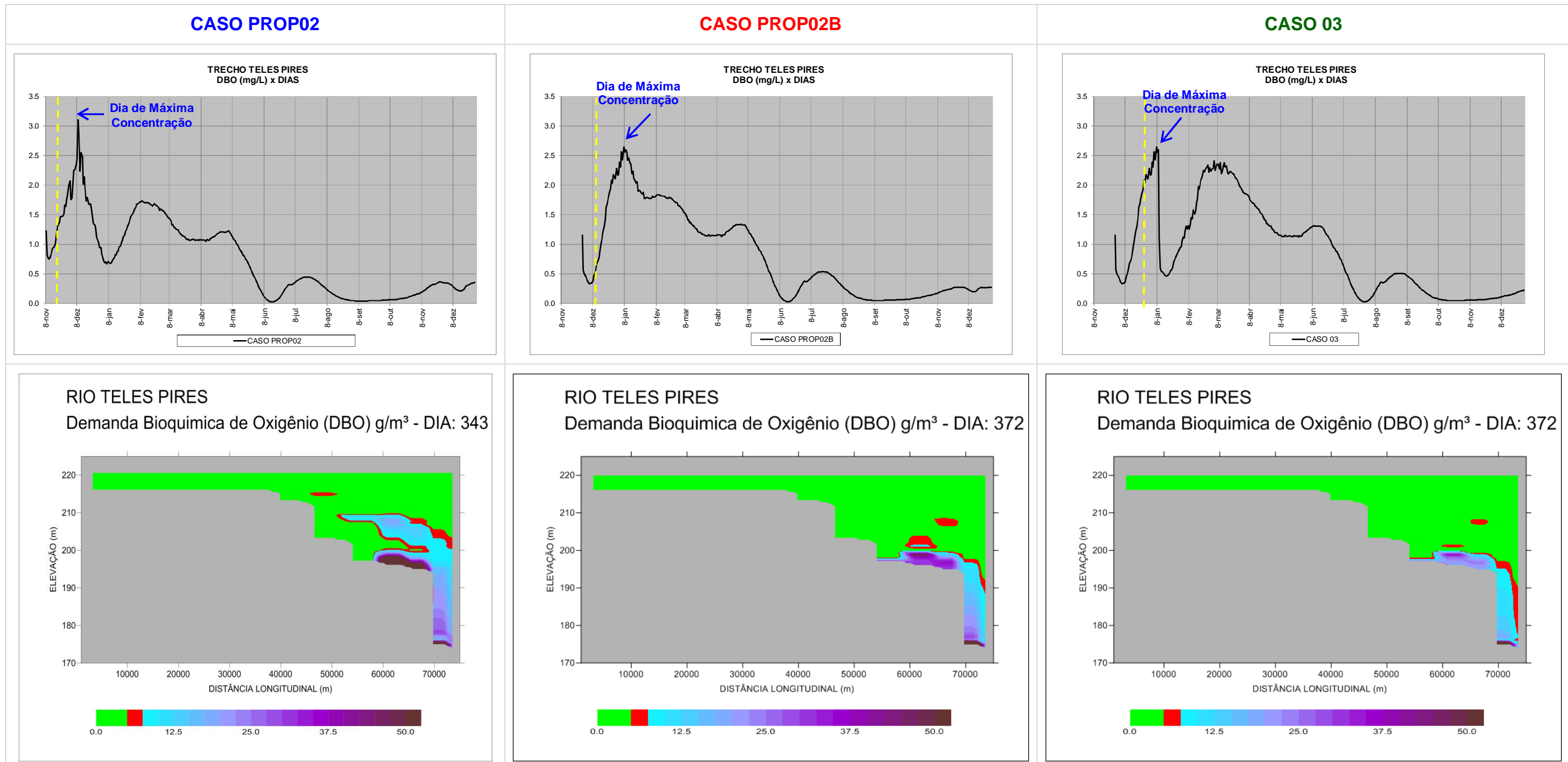
Observa-se, ainda, que o aumento da duração do enchimento no CASO 03 (30 dias) não acrescenta melhora significativa ao quadro observado no CASO PROP02B (11 dias).

Os gráficos longitudinais da Figura 9.1 apresentam a distribuição das concentrações de DBO para os três casos, para o dia de máxima concentração após o enchimento.

Nesses gráficos também se pode observar que as maiores diferenças são percebidas apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos.

Para o rio Teles Pires, nos três casos simulados, as concentrações médias de DBO situam-se abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2 e as concentrações acima deste limite se restringem às camadas mais profundas do reservatório.

**FIGURA 9.1**  
Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no estirão do Rio Teles Pires para os cenários simulados.



### 9.2.1.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

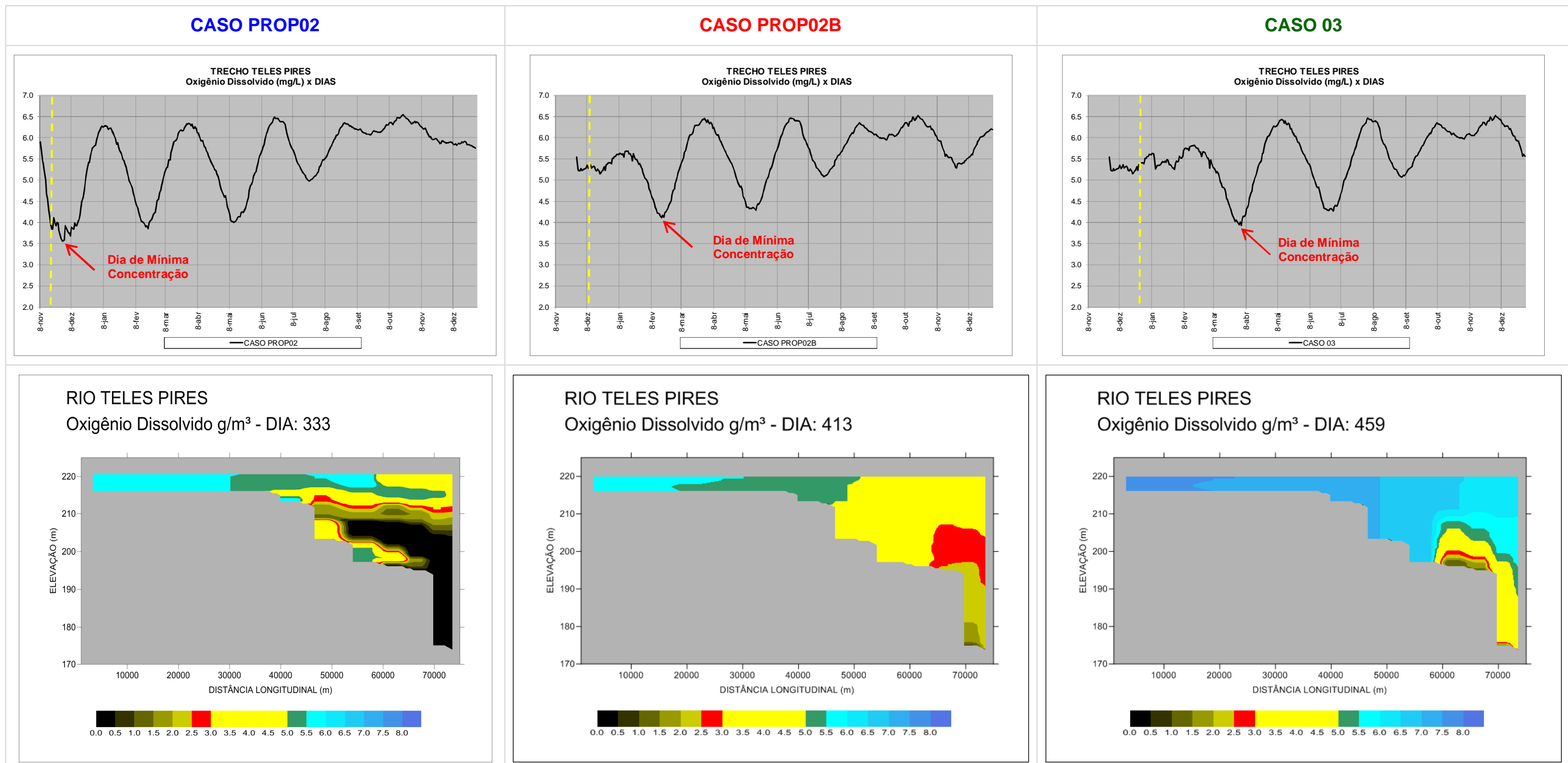
Na Figura 9.2, a seguir, pode-se observar a evolução temporal das concentrações de OD no rio Teles Pires, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que o adiamento do início do enchimento, que passa do dia 08/11, no CASO PROP02, para o dia 28/11 nos CASOS PROP02B e 03, propicia uma melhora significativa nas concentrações de OD, com concentrações mínimas passando de 3,5 mg/L no CASO PROP02 para aproximadamente 4,2 mg/L no CASO PROP02B e 4,0 mg/L no CASO 03. Esta melhora se deve principalmente ao aumento da diluição das cargas provocado pelas maiores vazões afluentes observadas nos dois últimos casos.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.2, que mostram a distribuição das concentrações de OD para o dia mais crítico da simulação, para os três casos, também se pode observar uma melhora expressiva nas concentrações deste parâmetro quando comparados o CASO PROP02 aos CASOS PROP02B e 03, estes últimos apresentando concentrações bastante superiores ao primeiro caso.

Ressalta-se que os valores mínimos de OD obtidos para os três casos são inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2. Contudo, como se trata de um valor médio ao longo de todo o compartimento, ele não representa as condições observadas nas camadas mais superficiais, que possuem maiores volumes e melhores concentrações.

**FIGURA 9.2**  
Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no estirão do Rio Teles Pires para os cenários simulados.





### 9.2.1.3 NITROGÊNIO AMONIAICAL

A Figura 9.3, a seguir, apresenta a evolução, ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no rio Teles Pires, para os três cenários simulados.

Pode-se observar uma melhora progressiva nas concentrações deste parâmetro quando comparados os três casos simulados. Os valores máximos, logo após o enchimento, são de aproximadamente 0,10 mg/L, no CASO PROP02, 0,07 mg/L no CASO PROP02B e 0,05 mg/L no CASO 03. Contudo, nos três casos, estes valores podem ser considerados inexpressivos.

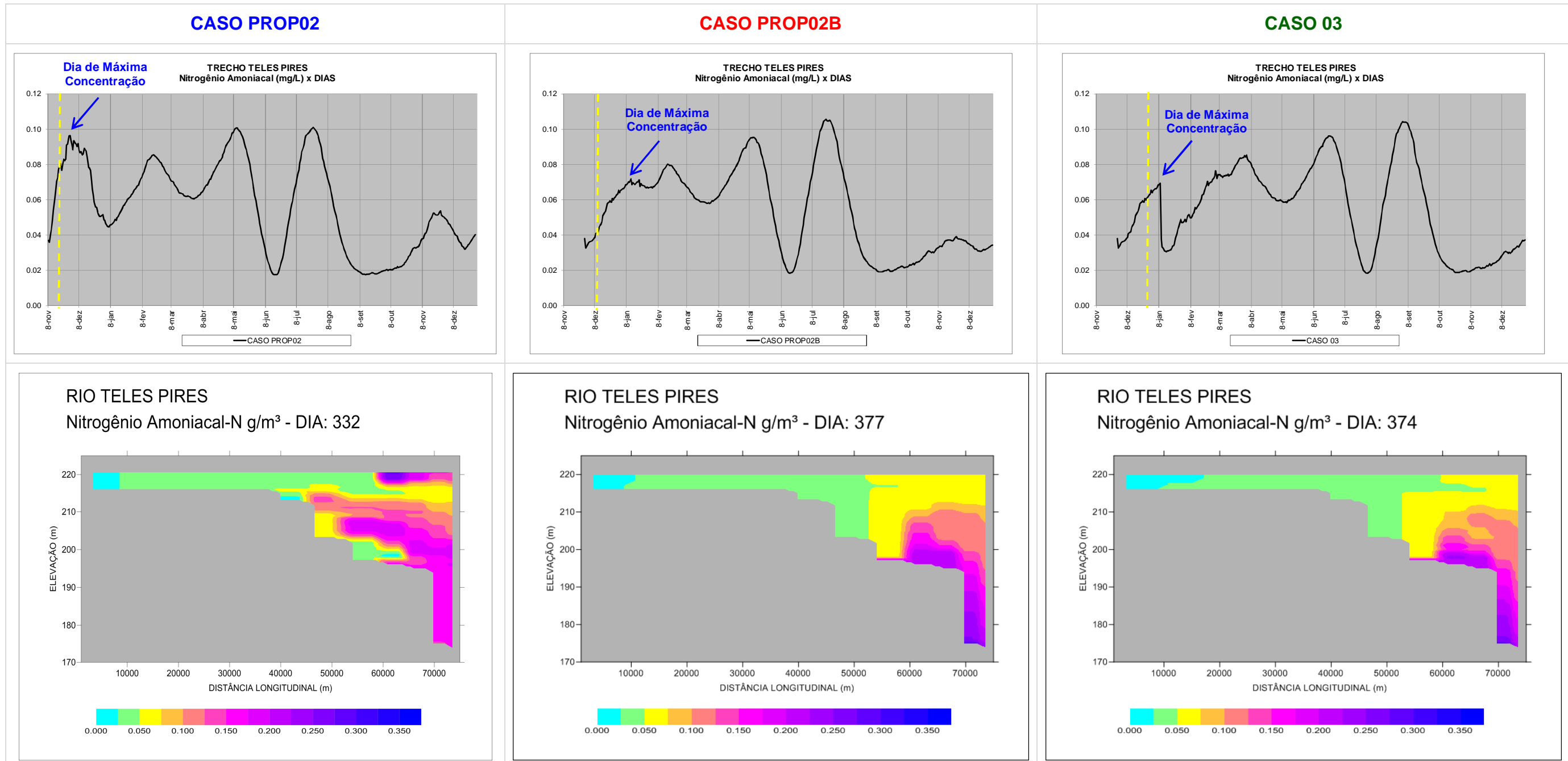
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.3, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico logo após o fim do enchimento para os três casos simulados, são observadas diferenças significativas apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos.

Ressalta-se que as concentrações obtidas para este parâmetro são bastante inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.3 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no estirão do para os cenários simulados.**



#### 9.2.1.4 NITRATO

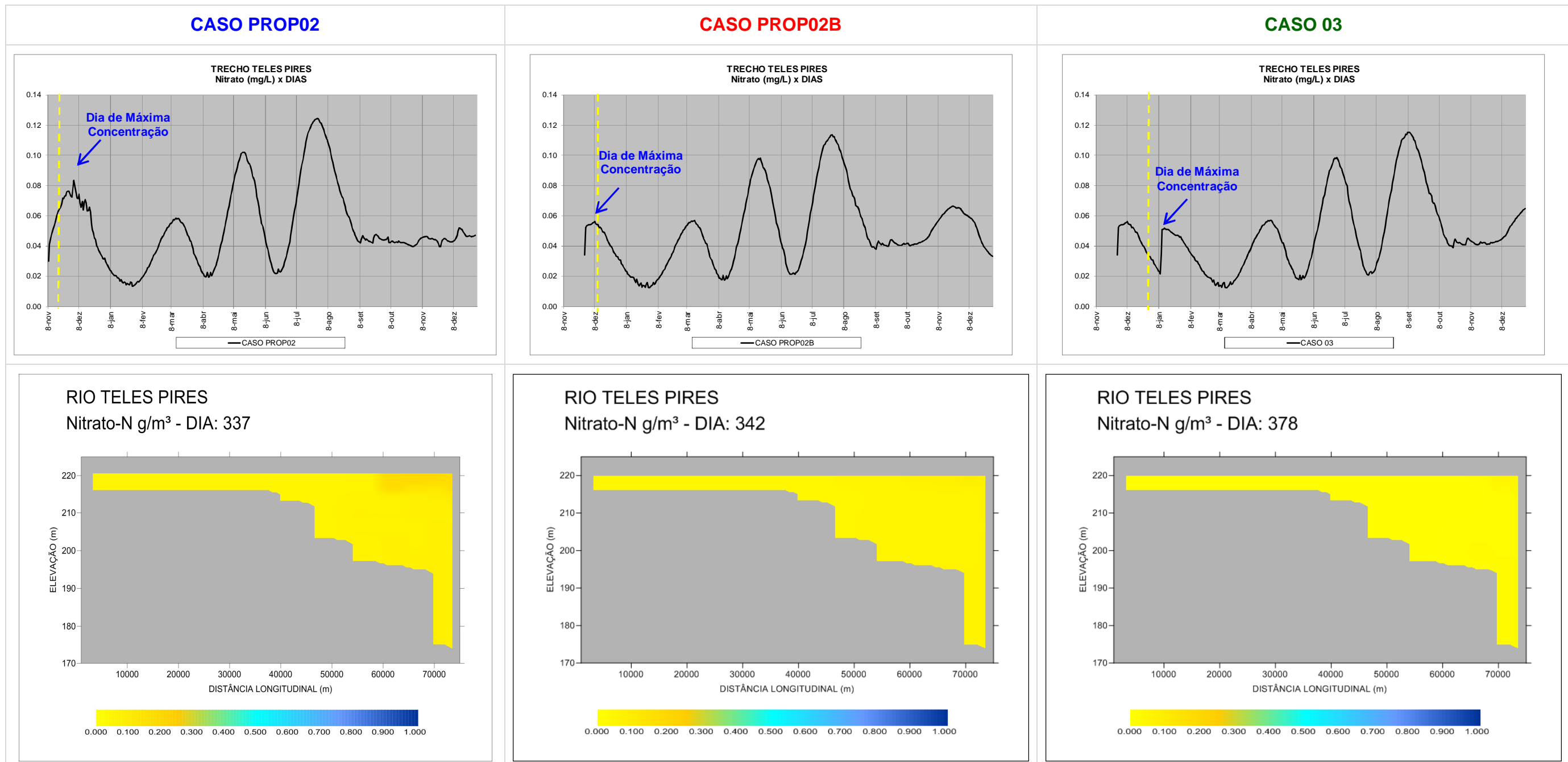
Na Figura 9.4, a seguir, pode-se observar a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no rio Teles Pires, para os três casos simulados.

Nota-se que os valores máximos diretamente influenciados pelo enchimento são de 0,08 mg/L no CASO PROP02, 0,05 mg/L no CASO PROP02B e 0,06 mg/L no CASO 03, todos estes valores considerados inexpressivos.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.4 que mostram as distribuições das concentrações de Nitrato para o dia mais crítico nos três casos, não são observadas diferenças entre os três cenários.

Ressalta-se que os valores obtidos para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 10,0 mg/L.

**FIGURA 9.4 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no estirão do Rio Teles Pires para os cenários simulados.**



#### 9.2.1.5 ORTOFOSFATO

A Figura 9.5, a seguir, mostra a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no rio Teles Pires, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que os valores máximos, no período subsequente ao enchimento, situam-se próximos a 0,028 mg/L no CASO PROP02, 0,026 mg/L no CASO PROP02B e 0,027 mg/L no CASO 03.

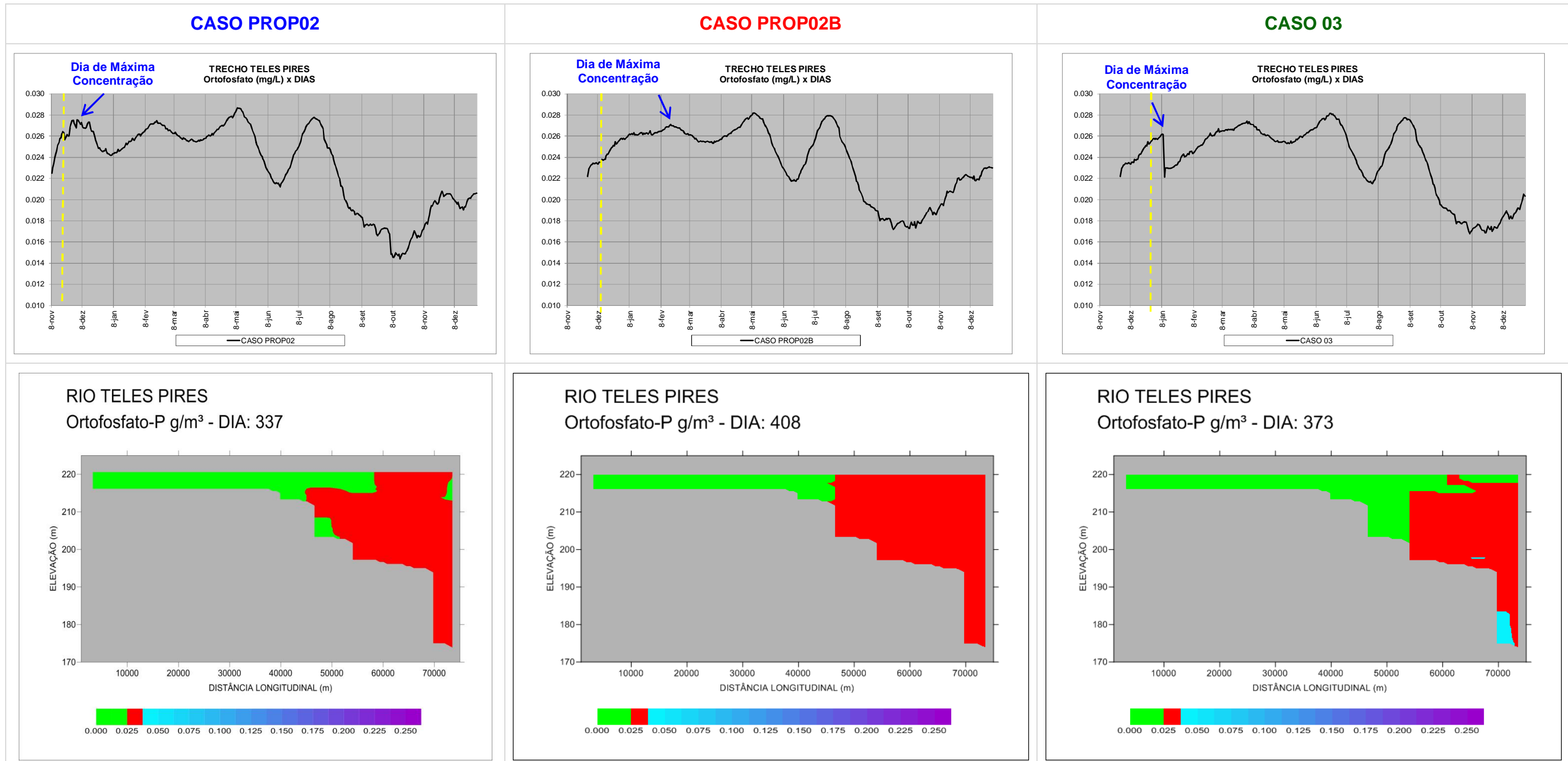
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.5, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico, podem ser observadas diferenças entre os três casos simulados ao longo do corpo do reservatório. Contudo, apesar dessas diferenças, os valores médios são muito próximos.

Os teores de Ortofosfato obtidos para algumas regiões do TRECHO TELES PIRES são limítrofes, quando comparados aos limites máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

Contudo, estes valores são fortemente influenciados pelas concentrações de entrada, que representam a condição natural do rio, observada ao longo das campanhas de monitoramento.

**FIGURA 9.5 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no estirão do Rio Teles Pires para os cenários simulados.**



## 9.2.2. TRECHO PARANAÍTA

### 9.2.2.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

Na Figura 9.6, a seguir, pode-se observar a evolução cronológica das concentrações de DBO no rio Paranaíta, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que o adiamento do início do enchimento, que passa do dia 08/11, no CASO PROP02, para o dia 28/11 nos CASOS PROP02B e 03, propicia uma expressiva melhora nas concentrações deste parâmetro, que passam de 11,1 mg/L no CASO PROP02 para 5,6 mg/L no CASO PROP02B e 4,8 mg/L no CASO 03. Esta melhora se deve principalmente ao aumento da diluição das cargas provocado pelas maiores vazões afluentes observadas nos dois últimos casos.

Observa-se, ainda, que o aumento da duração do enchimento no CASO 03 (30 dias) não acrescenta uma melhora significativa ao quadro observado no CASO PROP02B (11 dias).

Os gráficos longitudinais da Figura 9.6 apresentam a distribuição das concentrações de DBO para o dia mais crítico após o enchimento, para os três casos.

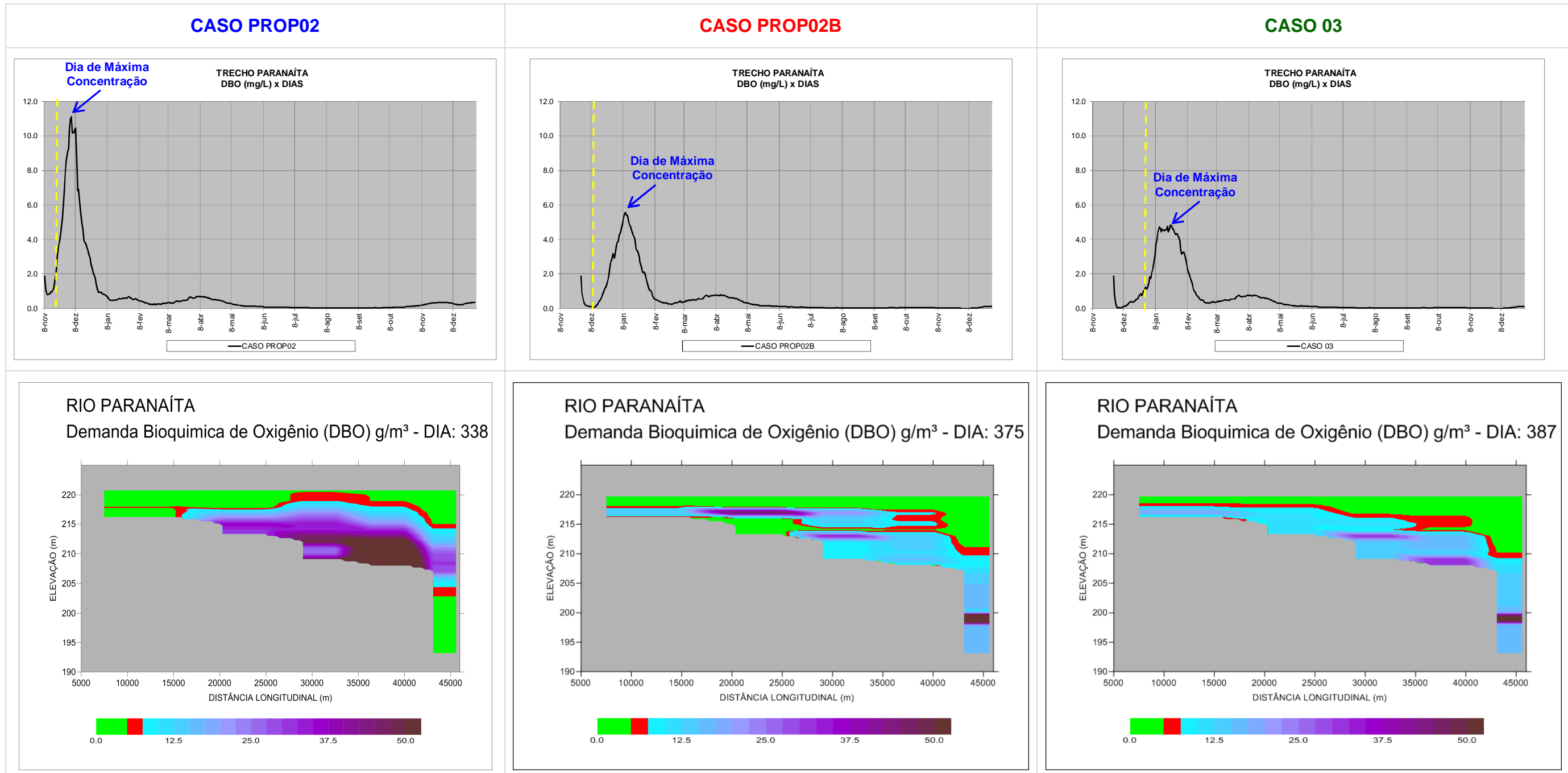
Nesses gráficos também se pode observar que as maiores diferenças são percebidas apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos, não sendo notadas diferenças significativas entre os CASOS PROP02B e 03.

No entanto, nos três casos, as maiores concentrações de DBO ocorrem nas camadas mais profundas deste trecho.

As concentrações máximas de DBO, no CASO PROP02, são expressivamente superiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2. Já para os CASOS PROP02B e 03, estas concentrações situam-se ora um pouco acima ora um pouco abaixo deste limite.



**FIGURA 9.6 – Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no Rio Paranaíta para os cenários simulados.**



#### 9.2.2.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A Figura 9.7 a seguir, mostra a evolução temporal das concentrações de OD no rio Paranaíta, para os três cenários simulados.

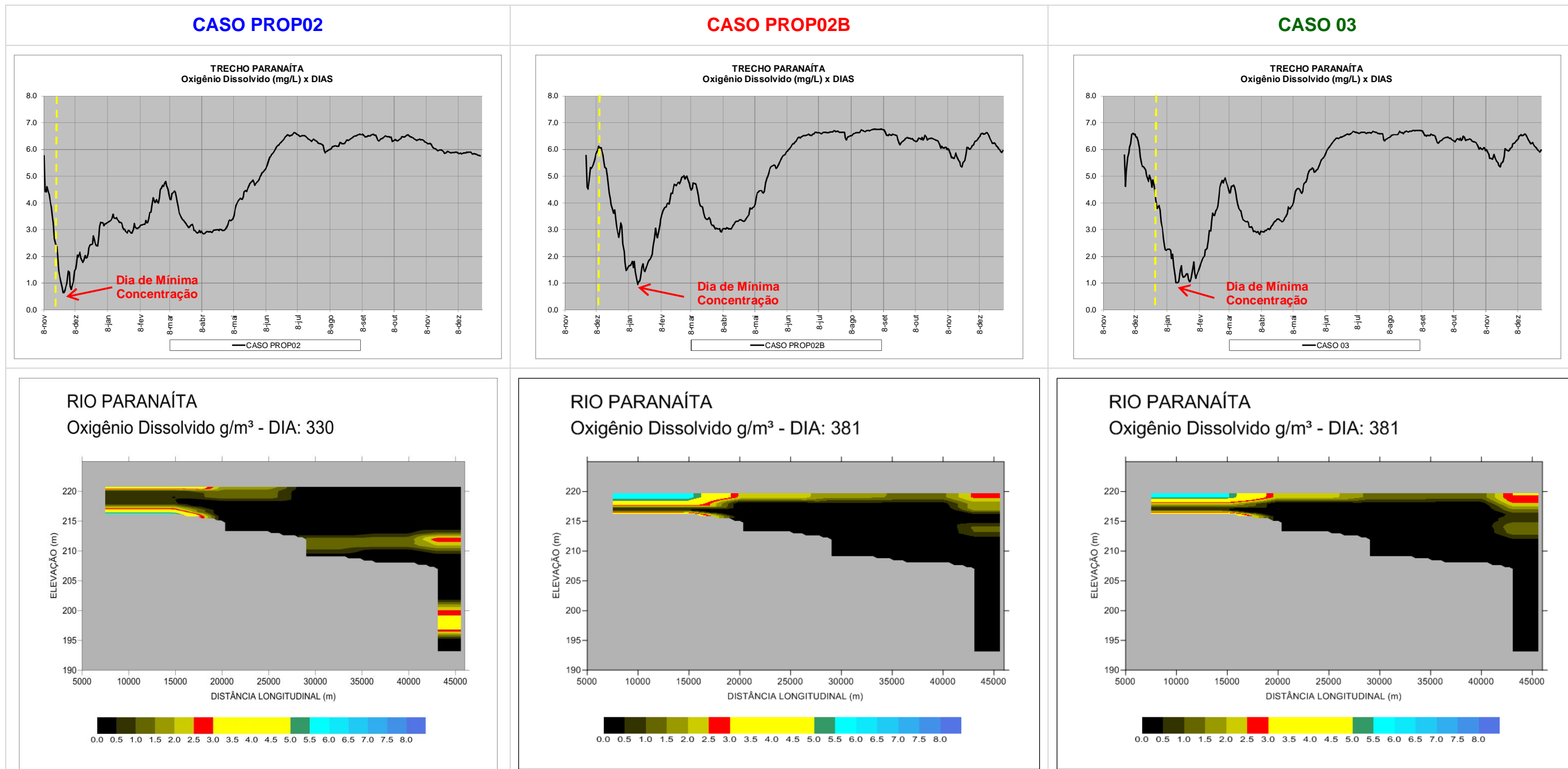
Pode-se observar uma acentuada depleção de OD no período subsequente ao enchimento, para os três casos simulados. Os valores mínimos giram em torno de 0,6 mg/L, no CASO PROP02, e 1,0 mg/L nos CASOS PROP2B e 03.

No entanto, o adiamento do início do enchimento, que passa do dia 08/11, no CASO PROP02, para o dia 28/11 nos CASOS PROP02B e 03, propicia uma melhora significativa nas concentrações deste parâmetro, principalmente nas camadas mais superiores deste braço, conforme mostrado nos gráficos longitudinais da Figura 9.7, que mostra a distribuição das concentrações de OD para o dia mais crítico da simulação, nos três casos.

Observa-se, ainda, que o aumento da duração do enchimento no CASO 03 (30 dias) não acrescenta melhora significativa ao quadro observado no CASO PROP02B (11 dias).

Os valores mínimos obtidos na simulação são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2. Vale ressaltar, entretanto, que o monitoramento realizado em condições naturais mostrou concentrações de OD inferiores a esse limite, nos meses de enchente (março e abril), indicando que essa situação deverá ocorrer no futuro, mesmo depois da estabilização do reservatório.

**FIGURA 9.7 – Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no Rio Paranaíta para os cenários simulados.**



### 9.2.2.3 NITROGÊNIO AMONIAICAL

Na Figura 9.8, a seguir, pode-se observar a evolução, ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no rio Paranaíta, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que o valor máximo desse parâmetro atinge, 0,22 mg/L, no CASO PROP02, 0,24 mg/L, no CASO PROP02B e 0,22 mg/L no CASO 03. Contudo, nos três casos, estes valores podem ser considerados inexpressivos.

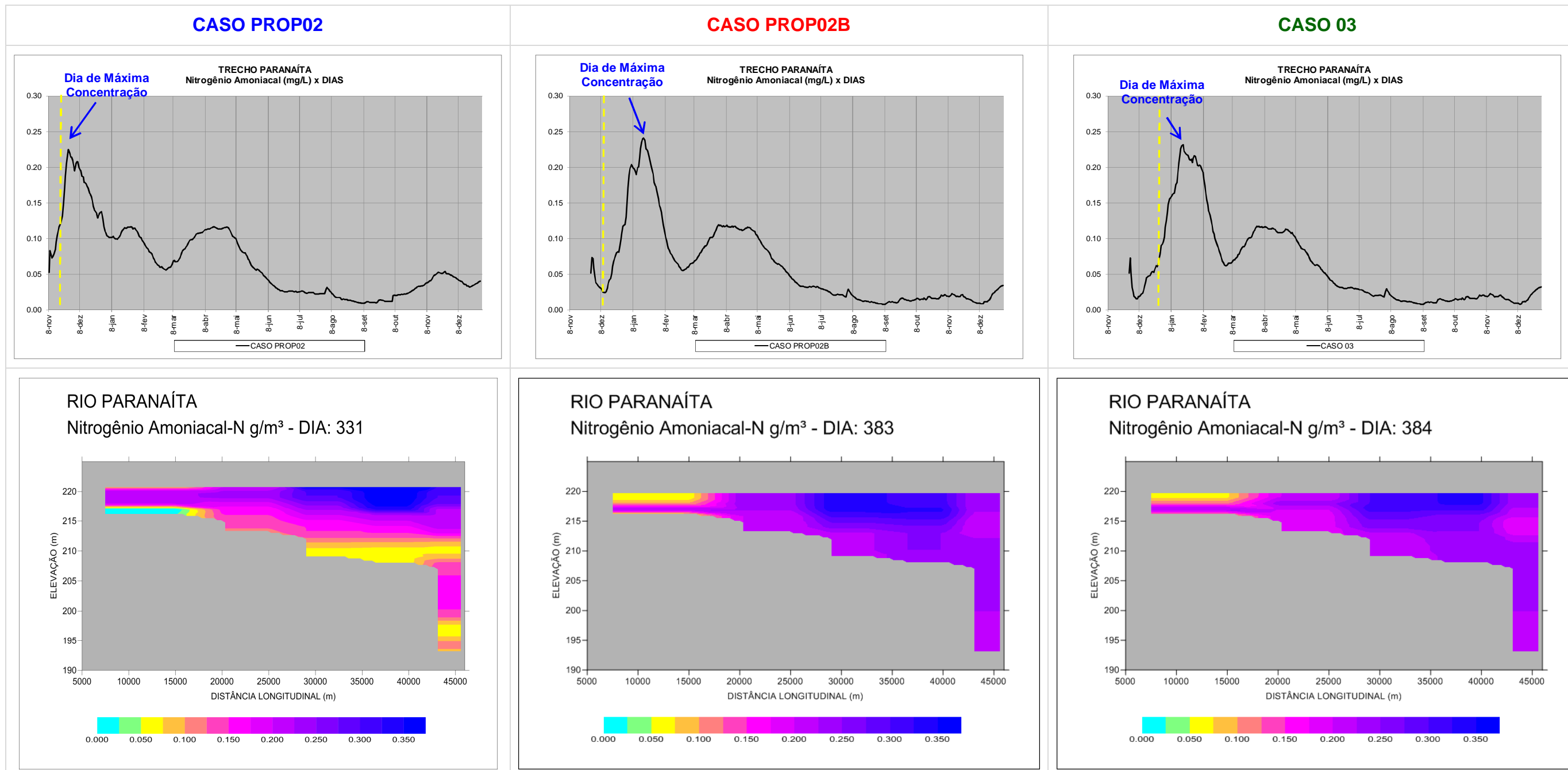
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.8, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico logo após o fim do enchimento, para os três casos simulados, são observadas diferenças significativas apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos.

Ressalta-se que as concentrações obtidas para este parâmetro são bastante inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.8 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no Rio Paranaíta para os cenários simulados.**



#### 9.2.2.4 NITRATO

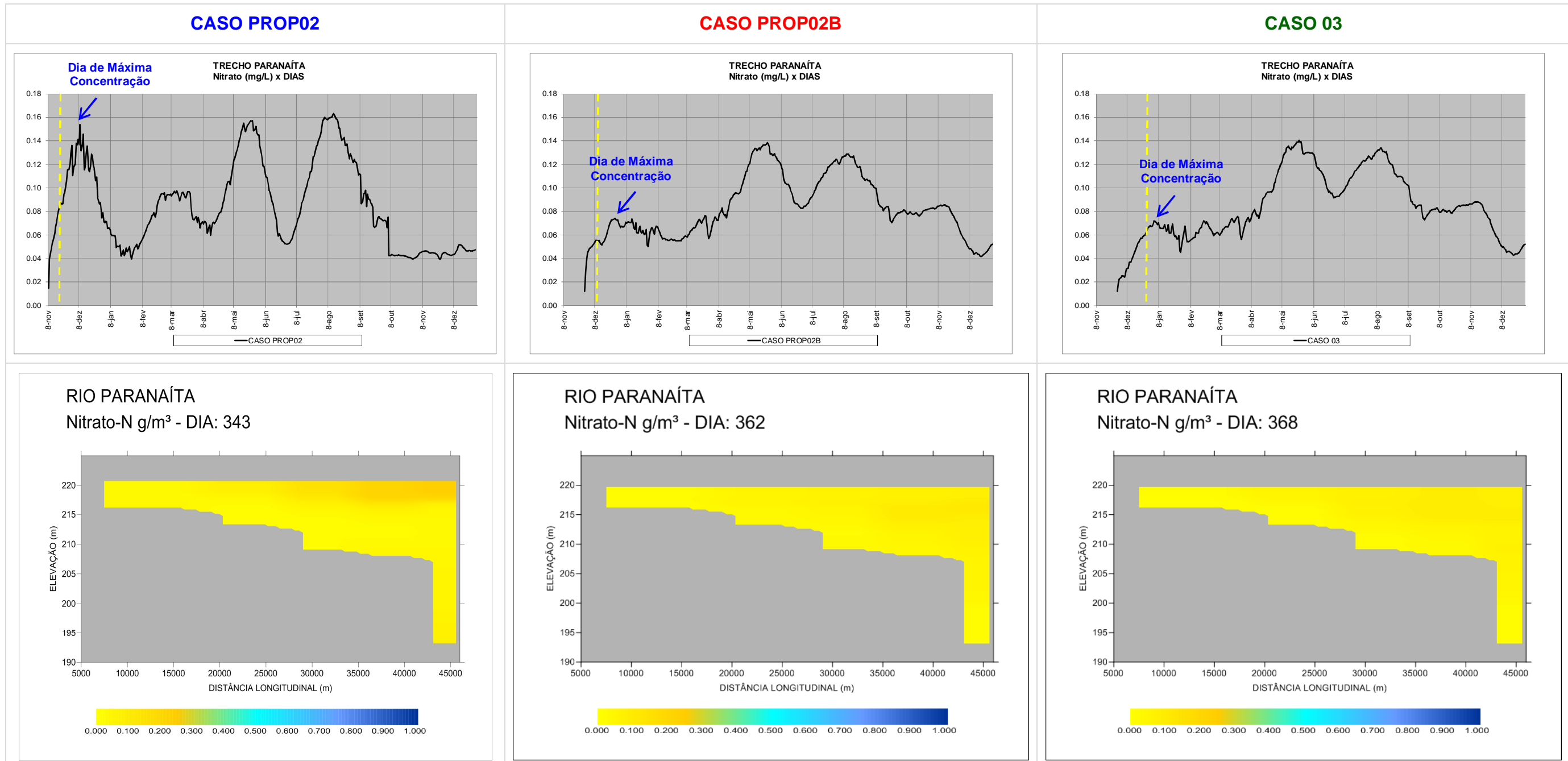
A Figura 9.9, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no rio Paranaíta, para os três cenários simulados.

Observa-se, nesta Figura, um aumento na concentração deste parâmetro no período subsequente ao enchimento, que atinge 0,16 mg/L, no CASO PROP02, e 0,07 mg/L nos CASOS PROP02B e 03, todos estes valores considerados inexpressivos.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.9, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrato no dia mais crítico após o enchimento, para os três cenários simulados, não são observadas diferenças entre os três casos.

Ressalta-se que os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 10,0 mg/L, para rios classe 2.

**FIGURA 9.9 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no Rio Paranaíta para os cenários simulados.**





#### 9.2.2.5 ORTOFOSFATO

A Figura 9.10, a seguir, mostra a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no rio Paranaíta, para os três cenários simulados.

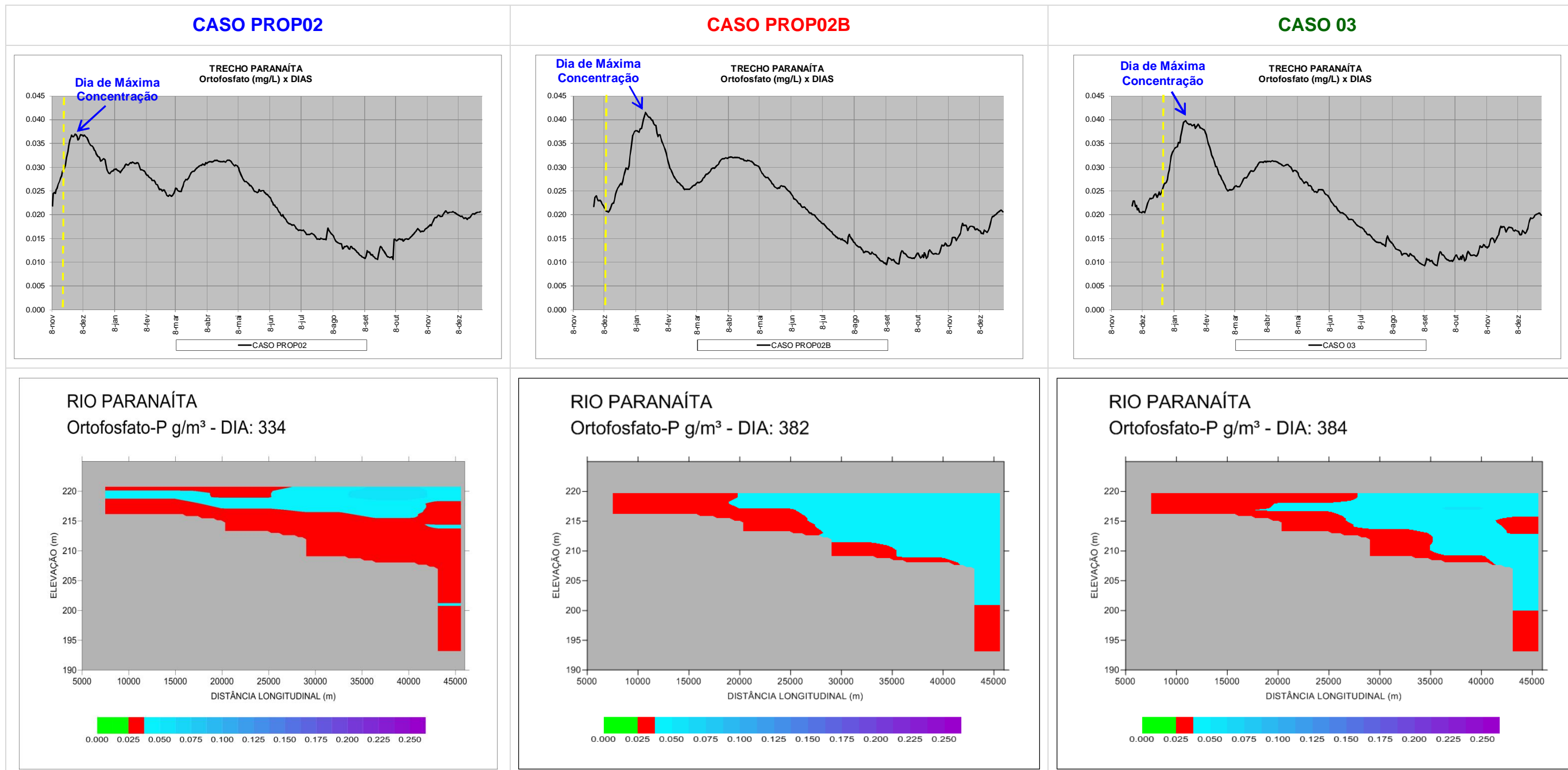
Pode-se observar um sensível aumento nas concentrações deste parâmetro no período subsequente o enchimento, com valor máximo atingindo 0,037 mg/L, no CASO PROP02, 0,042 mg/L, no CASO PROP02B e 0,040 mg/L no CASO 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.10, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico, podem ser observadas diferenças entre os três casos simulados ao longo do corpo do reservatório. Contudo, apesar dessas diferenças, os valores médios são muito próximos.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação para o rio Paranaíta são superiores aos valores máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

**FIGURA 9.10 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no Rio Paranaíta para os cenários simulados.**



### 9.2.3. TRECHO MD01

#### 9.2.3.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

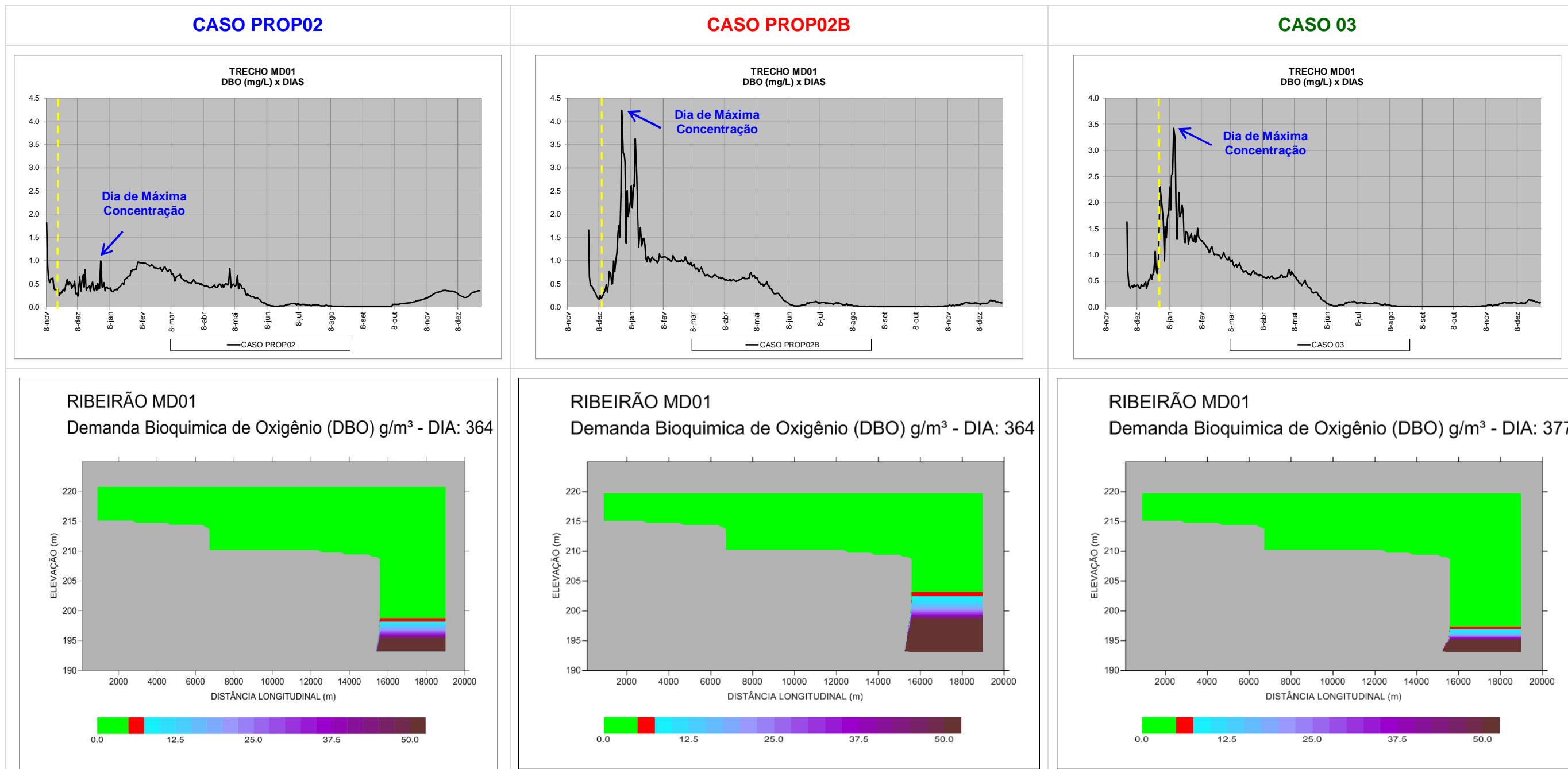
Na Figura 9.11, a seguir, pode-se observar a evolução cronológica das concentrações de DBO no ribeirão MD01, para os três cenários simulados.

Os valores máximos deste parâmetro no período subsequente ao enchimento, são de aproximadamente 1,0 mg/L, no CASO PROP02, 4,2 mg/L no CASO PROP02B e 3,4 mg/L no CASO 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.11, que mostram a distribuição das concentrações de DBO para o dia mais crítico da simulação, observa-se que os valores máximos se concentram nas camadas mais profundas, nos três casos, com as camadas superficiais apresentando boa qualidade. Este fato é uma evidência de que o comportamento deste TRECHO é regido pelas concentrações do corpo principal (rio Teles Pires), cujas águas adentram completamente neste braço.

As concentrações de DBO ao longo das camadas superficiais são inferiores ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2, que é de 5,0 mg/L.

**FIGURA 9.11 – Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no Ribeirão MD01 para os cenários simulados.**



### 9.2.3.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

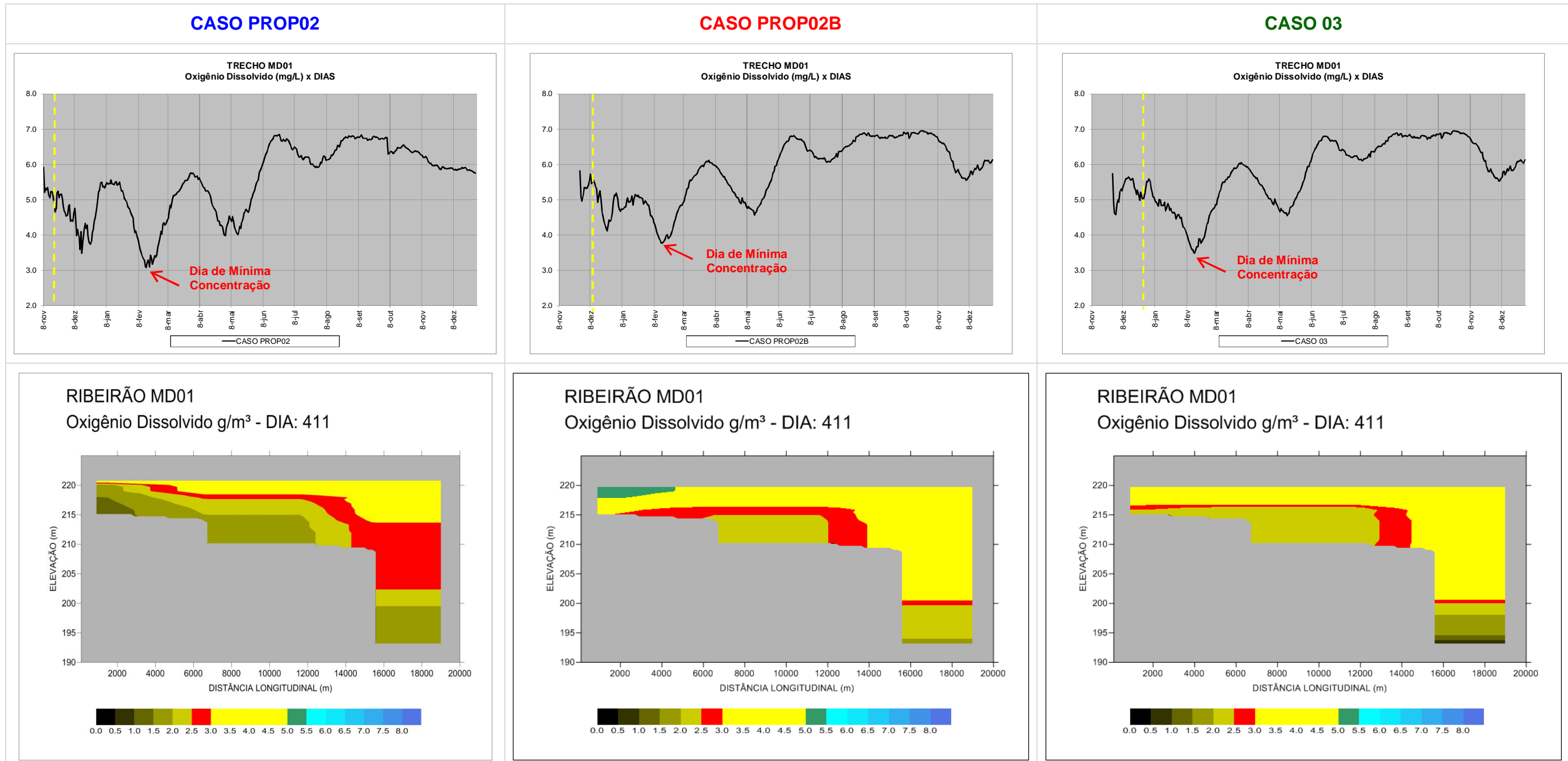
A Figura 9.12, a seguir, apresenta a evolução temporal das concentrações de OD no ribeirão MD01, para os três cenários simulados.

No período subsequente ao enchimento, quando ocorre depleção nas concentrações deste parâmetro, o valor mínimo atinge por volta de 3,5 mg/L, no CASO PROP02, 3,8 mg/L no CASO PROP02B e 3,5 mg/L no CASO 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.12, que mostram a distribuição das concentrações de OD para o dia mais crítico, pode-se observar que as menores concentrações, em todos os casos, ficam restritas às camadas mais profundas. Nas regiões próximas à superfície, os valores de OD situam-se sempre acima de 3,0 mg/L.

Na análise do VMC, o valor mínimo obtido de OD é inferior ao limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2, que é de 5,0 mg/L, contudo, como já enfatizado, as camadas superiores apresentam concentrações aceitáveis, acima de 3,0 mg/L, nos três casos.

**FIGURA 9.12 – Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no Ribeirão MD01 para os cenários simulados.**



### 9.2.3.3 NITROGÊNIO AMONIAICAL

Na Figura 9.13, a seguir, pode-se observar a evolução ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no ribeirão MD01, para os três casos simulados.

Pode-se observar que o valor máximo logo após o enchimento situa-se entre 0,09 mg/L e 010 mg/L, nos três casos. A partir de janeiro, as concentrações deste parâmetro passam a estar relacionadas às concentrações do corpo principal, cujas águas penetram em toda a extensão deste braço, atingindo concentrações mais elevadas, porém, também inexpressivas.

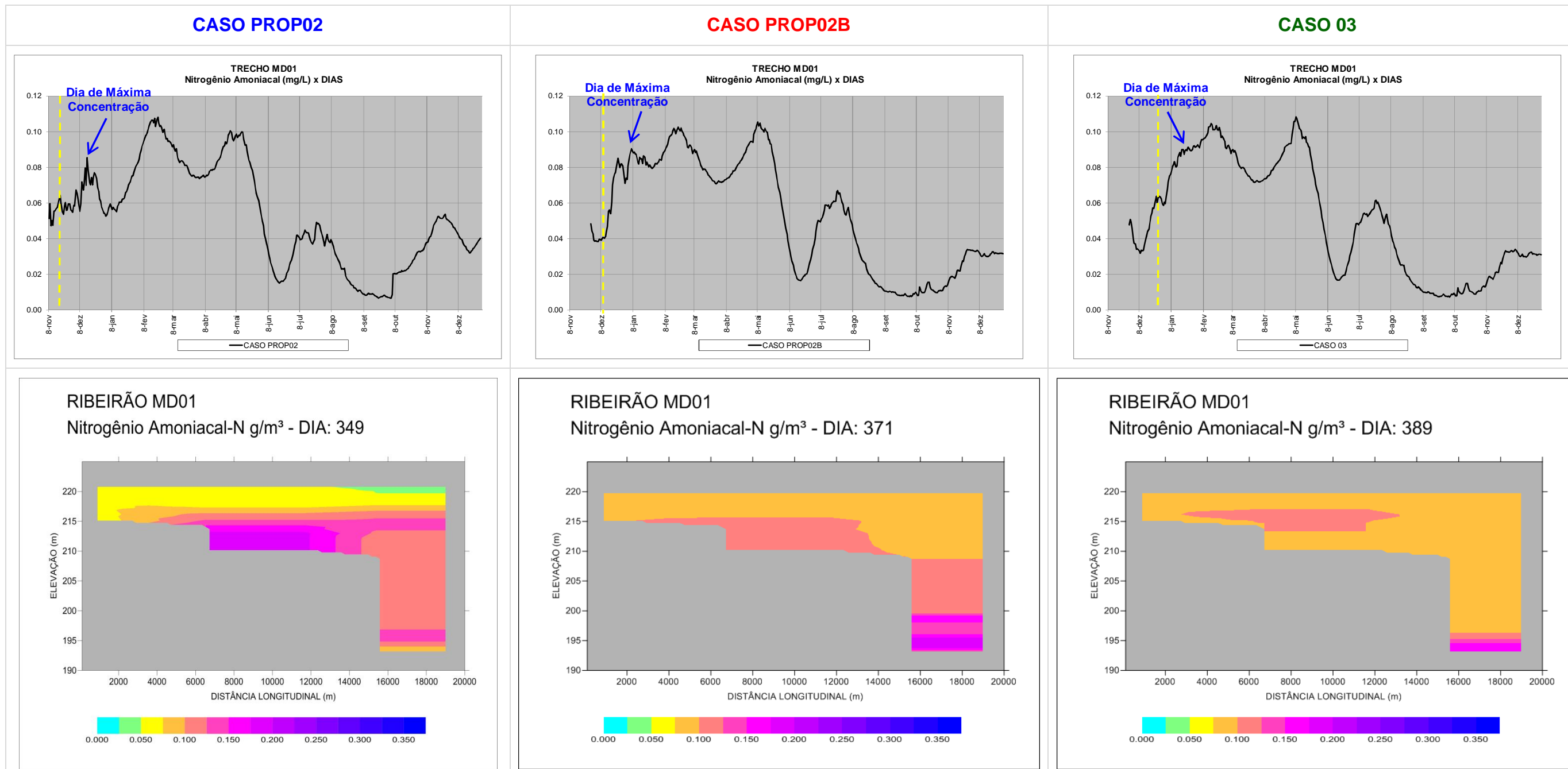
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.13, que mostram as distribuições das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico, para os três cenários simulados, observam-se diferenças significativas entre os três cenários, contudo, em todos os casos, as concentrações são inexpressivas.

Os valores obtidos pela simulação são bastante inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.13 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no Ribeirão MD01 para os cenários simulados.**





#### 9.2.3.4 NITRATO

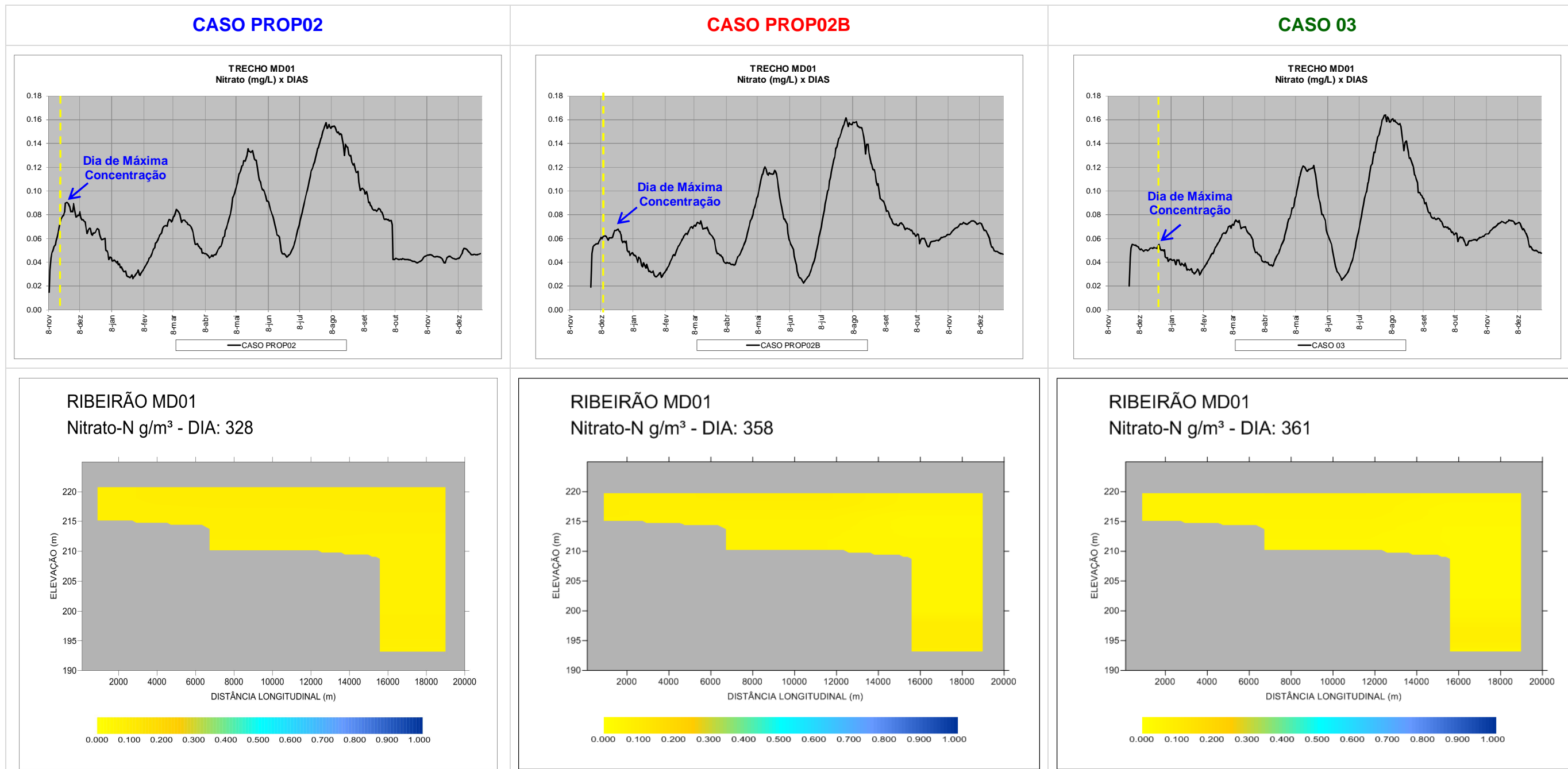
A Figura 9.14, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no ribeirão MD01, para os três cenários simulados.

O valor máximo observado no período subsequente ao enchimento, situa-se próximo a 0,09 mg/L, para o CASO PROP02, 0,07 mg/L no CASO PROP02B e 0,05 mg/L no CASO 03. A partir daí, as concentrações deste parâmetro estão diretamente ligadas às concentrações do rio Teles Pires, que adentra completamente neste braço.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.14, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrato para o dia mais crítico, não são observadas diferenças significativas entre os três cenários, com concentrações inexpressivas em todos eles.

Os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 10,0 mg/L.

**FIGURA 9.14 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no Ribeirão MD01 para os cenários simulados.**



#### 9.2.3.5 ORTOFOSFATO

Na Figura 9.15, a seguir, pode-se observar a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no ribeirão MD01, para os três cenários simulados.

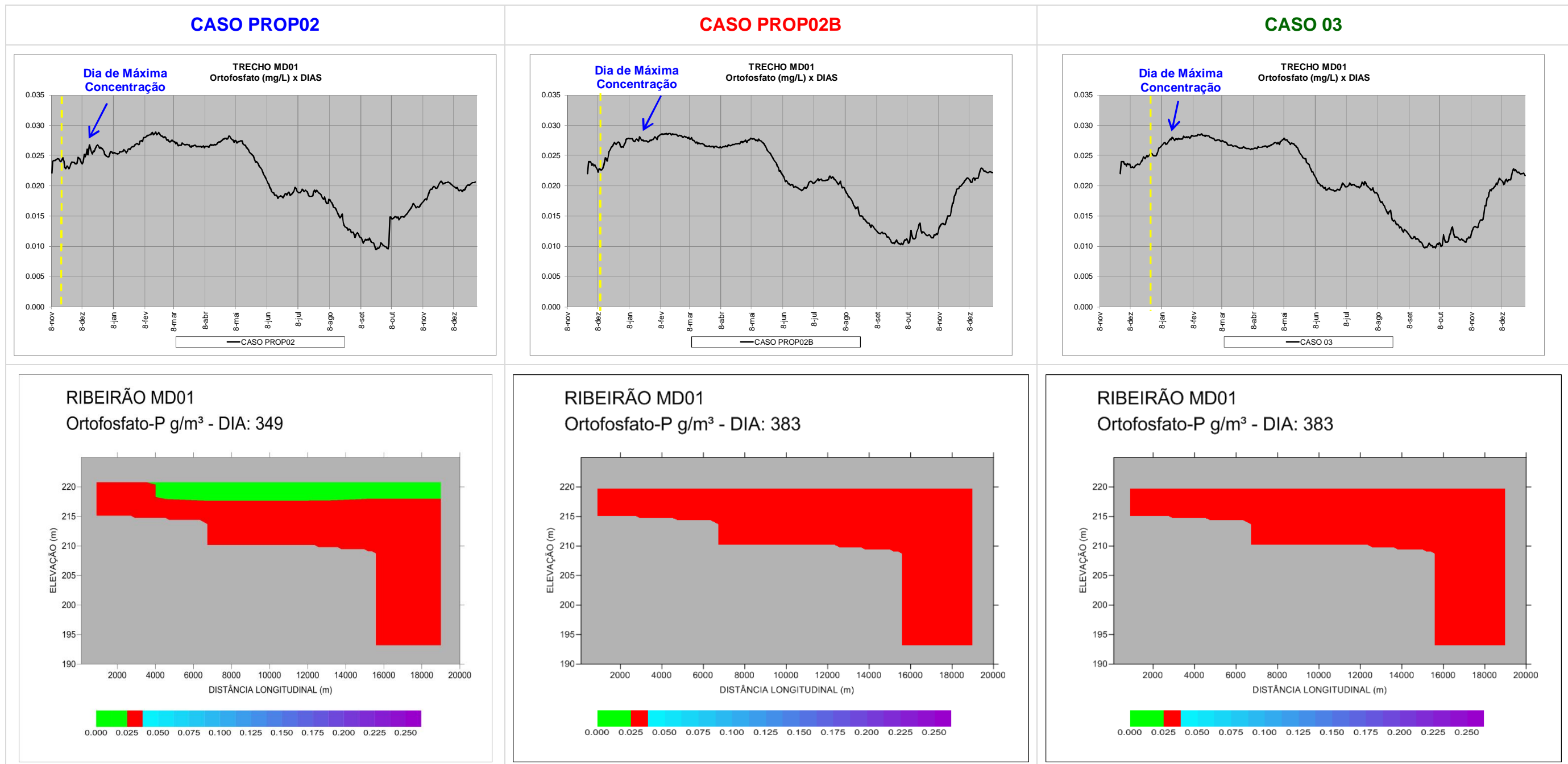
Pode-se observar que o valor máximo no período subsequente ao enchimento atinge aproximadamente 0,27 mg/L, no CASO PROP02 e 0,028 mg/L nos CASOS PROP02B e 03, estando diretamente relacionadas às condições observadas no corpo principal do reservatório.

Os gráficos longitudinais da Figura 9.15, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico após o enchimento, indicam diferenças apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos, não havendo diferenças entre os CASOS PROP02B e 03.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação para o ribeirão MD01 são limítrofes, quando comparados aos limites máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

**FIGURA 9.15 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no Ribeirão MD01 para os cenários simulados.**



#### 9.2.4. TRECHO ME02

##### 9.2.4.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

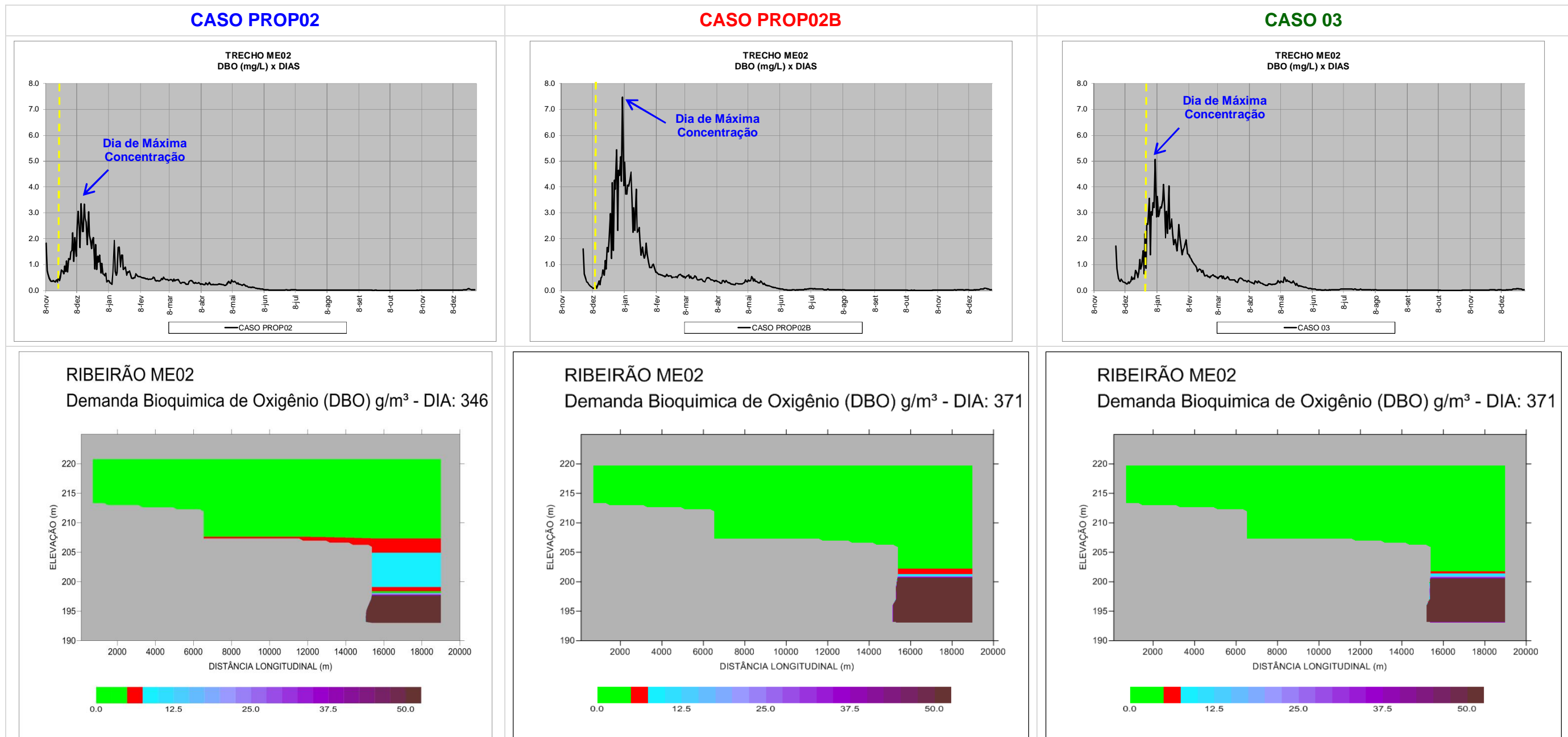
A Figura 9.16, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de DBO no ribeirão ME02, para os três cenários simulados.

Pode-se observar um aumento pronunciado das concentrações deste parâmetro após o enchimento, que atingem 3,4 mg/L no CASO PROP02, 7,5 mg/L no CASO PROP02B e 5,1 mg/L no CASO 03.

Contudo, nos gráficos longitudinais da Figura 9.16, que mostram a distribuição das concentrações de DBO para o dia mais crítico logo após o enchimento, pode-se observar que as maiores concentrações se restringem às camadas mais profundas, nos três casos. As camadas superficiais apresentam sempre boa qualidade. Este fato é uma evidência de que o comportamento deste TRECHO é regido pelas concentrações do corpo principal (rio Teles Pires), cujas águas adentram completamente neste braço.

Ressalta-se que apenas nas camadas mais profundas deste compartimento ocorrem valores de DBO acima do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2.

**FIGURA 9.16 – Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no Ribeirão ME02 para os cenários simulados.**



#### 9.2.4.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

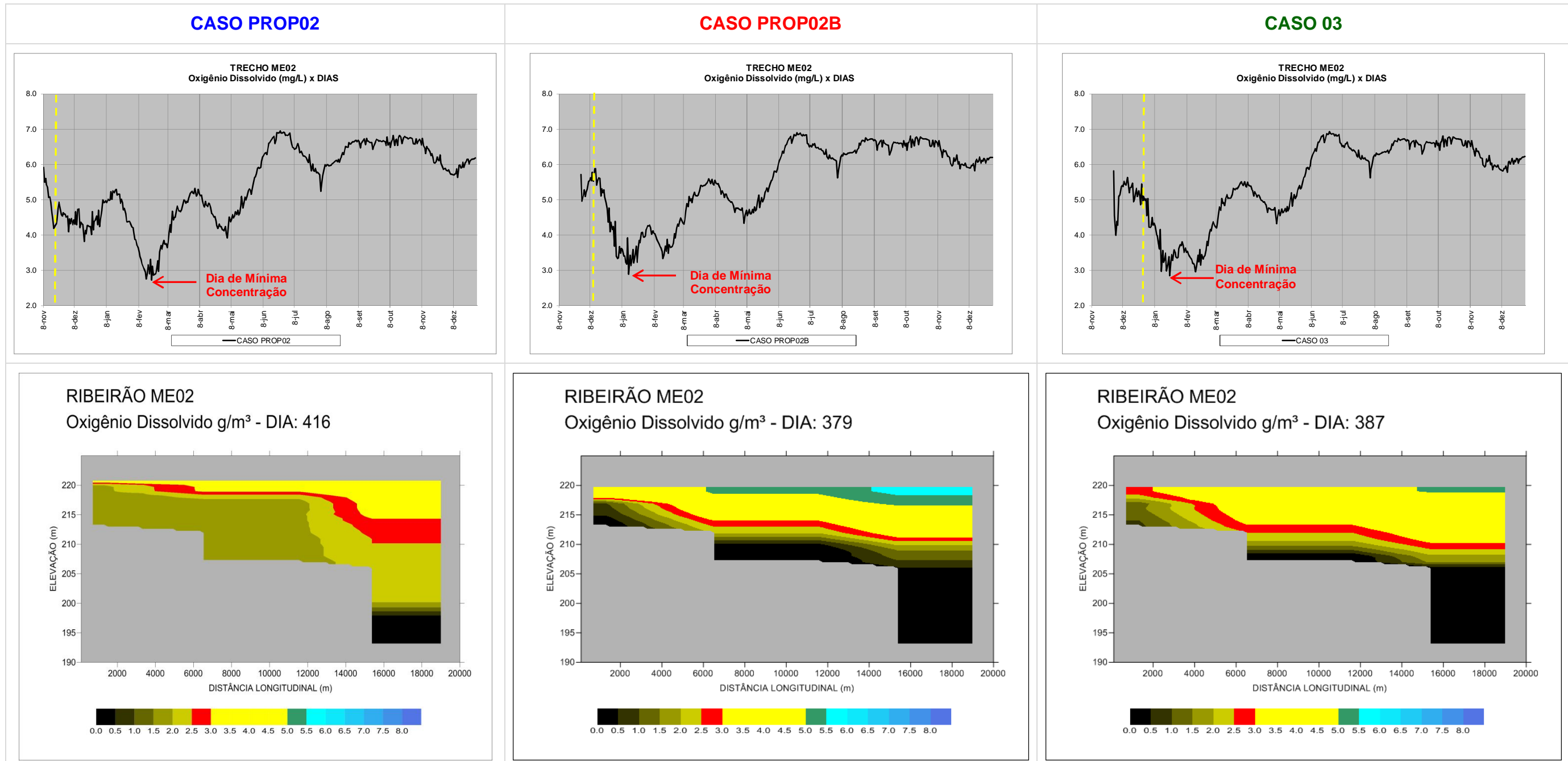
A Figura 9.17, a seguir, apresenta a evolução temporal das concentrações de OD no ribeirão ME02, para os três cenários simulados.

Pode-se observar uma diminuição das concentrações de OD após o enchimento do reservatório que atingem 2,7 mg/L, no CASO PROP02, 2,9 no CASO PROP02B e 2,8 mg/L no CASO 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.17, que mostram a distribuição das concentrações de OD para o dia mais crítico da simulação nos três cenários, é possível observar diferenças significativas entre eles, com o CASO PROP02B apresentando maiores concentrações na região mais próxima à superfície.

As concentrações de OD neste compartimento atingem valores inferiores a 5,0 mg/L, limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2, contudo, na região próxima à superfície, as concentrações estão sempre acima de 3,0 mg/L, sendo favorável à vida aquática.

**FIGURA 9.17 – Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no Ribeirão ME02 para os cenários simulados.**





#### 9.2.4.3 NITROGÊNIO AMONIACAL

A Figura 9.18, a seguir, mostra a evolução, ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no ribeirão ME02, nos três casos simulados.

Pode-se observar que ocorre elevação nas concentrações deste parâmetro após o enchimento do reservatório, atingindo em torno de 0,09 mg/L, no CASO PROP02, 0,13 mg/L no CASO PROP02B e 0,13 mg/L no CASO 03. A partir daí, as concentrações neste TRECHO passam a ser regidas pelo comportamento do corpo principal do reservatório, atingindo concentrações mais elevadas, porém, também inexpressivas.

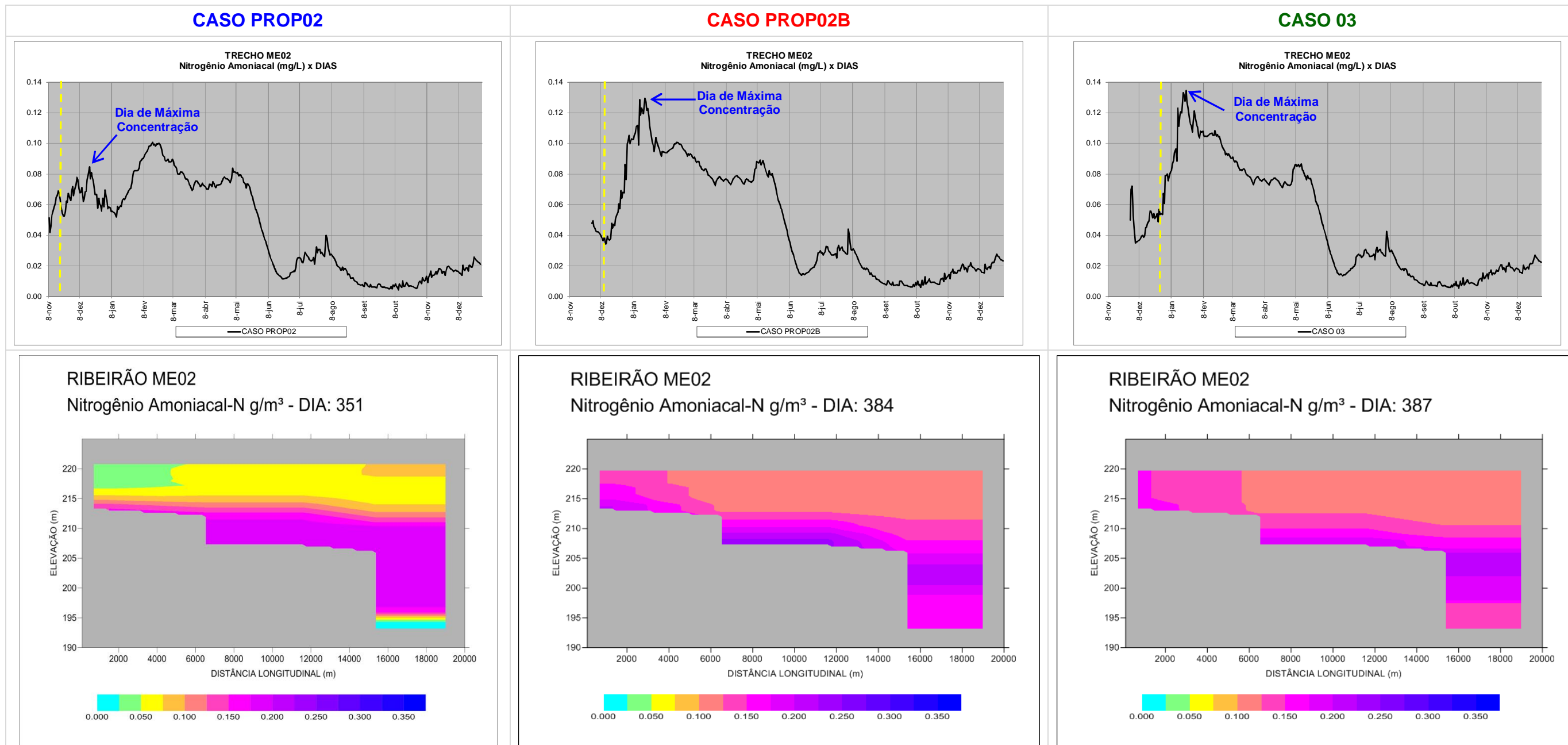
Os gráficos longitudinais da Figura 9.18 mostram a distribuição das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico após o enchimento. Nestes gráficos se podem notar diferenças mais expressivas apenas entre o CASO PROP02 e os demais casos. Contudo, em todos eles as concentrações são inexpressivas.

Ressalta-se que os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.18 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no Ribeirão ME02 para os cenários simulados.**



#### 9.2.4.4 NITRATO

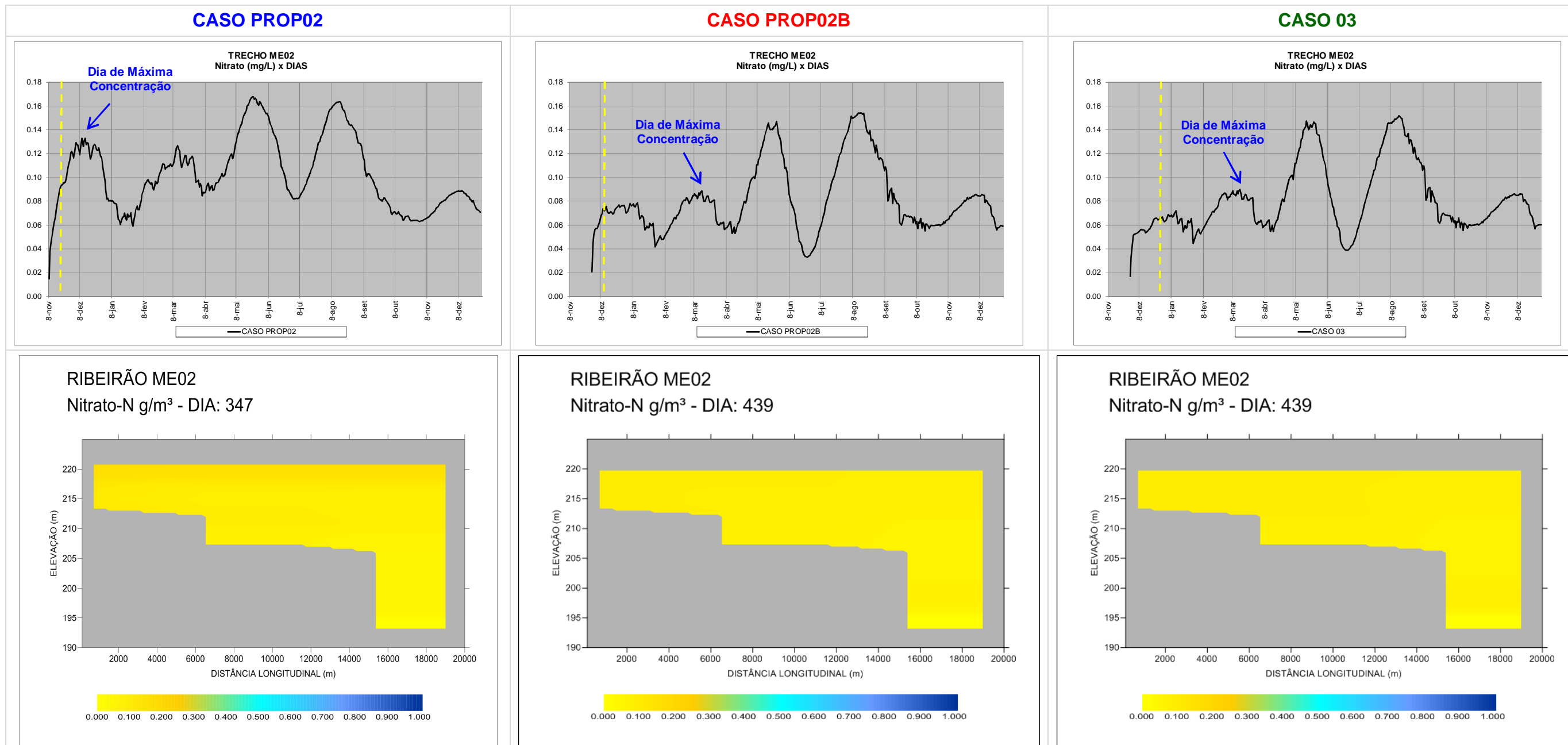
A Figura 9.19, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no ribeirão ME02, para os três cenários simulados.

Pode-se observar um aumento das concentrações deste parâmetro no período subsequente ao enchimento, com valor máximo de, aproximadamente, 0,13 mg/L, para o CASO PROP02, e 0,09 mg/L nos CASOS PROP02B e 03. A partir daí, as concentrações deste parâmetro passam a acompanhar o comportamento do corpo principal do reservatório, cujas águas adentram neste braço.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.19, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrato para o dia mais crítico após o enchimento, observa-se que não existem diferenças significativas entre os cenários, com todos apresentando concentrações inexpressivas ao longo do compartimento.

Ressalta-se que os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2, que é de 10,0 mg/L.

**FIGURA 9.19 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no Ribeirão ME02 para os cenários simulados.**



#### 9.2.4.5 ORTOFOSFATO

Na Figura 9.20, a seguir, pode-se observar a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no ribeirão ME02, nos três cenários simulados.

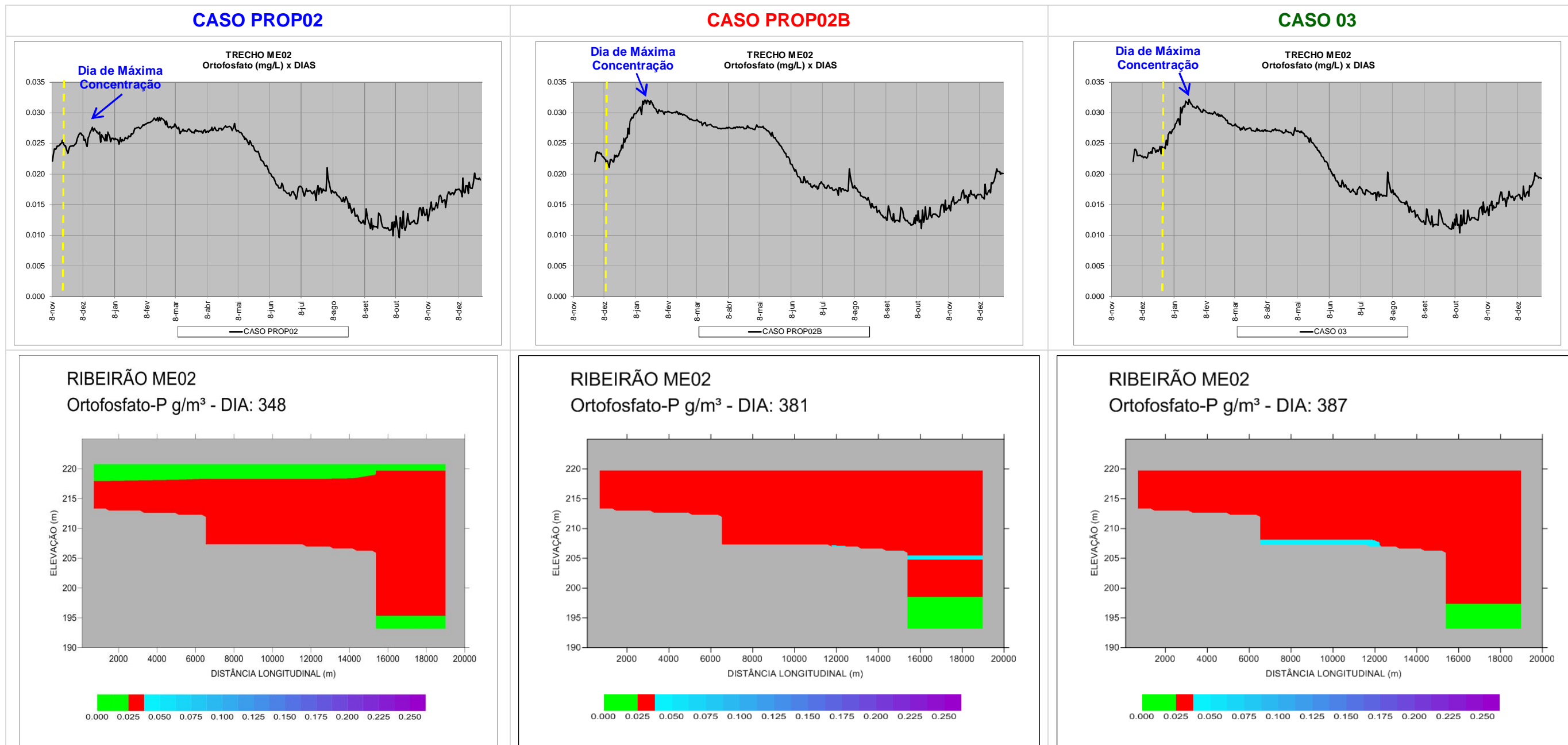
Nota-se um sensível aumento nas concentrações deste parâmetro, com valor máximo em torno de 0,028 mg/L, para CASO PROP02, 0,032 mg/L nos CASOS PROP02B e 03. A partir daí, as concentrações deste parâmetro passam a oscilar acompanhando o comportamento do corpo principal do reservatório.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.20, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico após o enchimento, pode-se observar ligeiras diferenças entre os três cenários. No entanto, as concentrações resultam em valores médios muito próximos entre si.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação para o ribeirão ME02 são limítrofes, quando comparados aos valores máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

**FIGURA 9.20 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no Ribeirão ME02 para os cenários simulados.**



## 9.2.5. TRECHO ME03 (Ribeirão Oscar de Miranda)

### 9.2.5.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

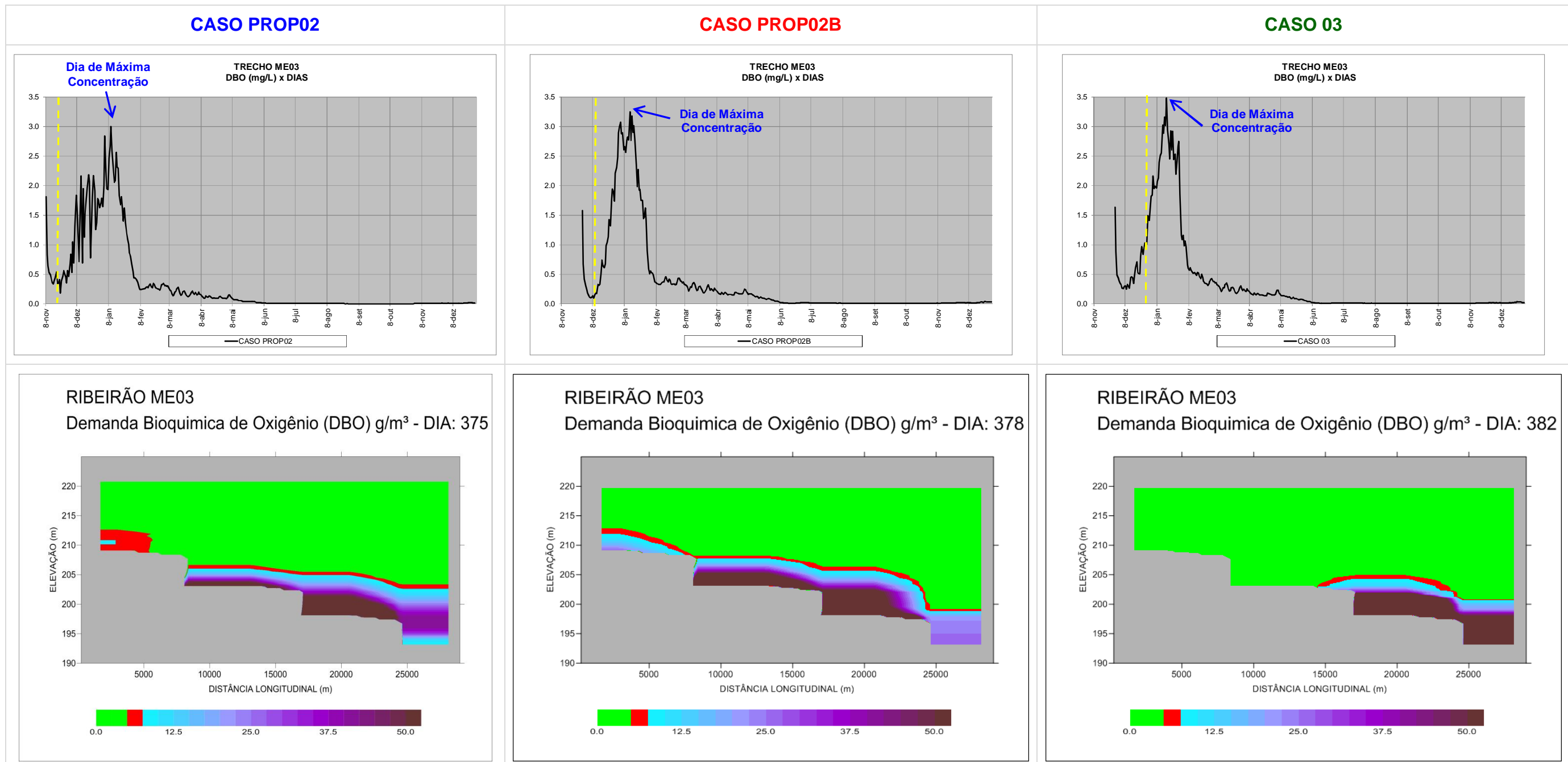
A Figura 9.21, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de DBO no ribeirão ME03 (Oscar de Miranda), para os três cenários simulados.

Pode-se observar um aumento nas concentrações de DBO após o enchimento, com valor máximo em torno de 3,0 mg/L, no CASO PROP02, 3,3 mg/L no CASO PROP02B e 3,5 mg/L no CASO 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.21, que mostram a distribuição das concentrações de DBO para o dia mais crítico depois do enchimento, pode-se observar que os maiores valores se limitam às camadas inferiores deste compartimento, para os três cenários.

E, apenas nas camadas mais profundas, os valores observados são superiores ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2.

**FIGURA 9.21 – Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no Ribeirão ME03 (Oscar de Miranda) para os cenários simulados.**





#### 9.2.5.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

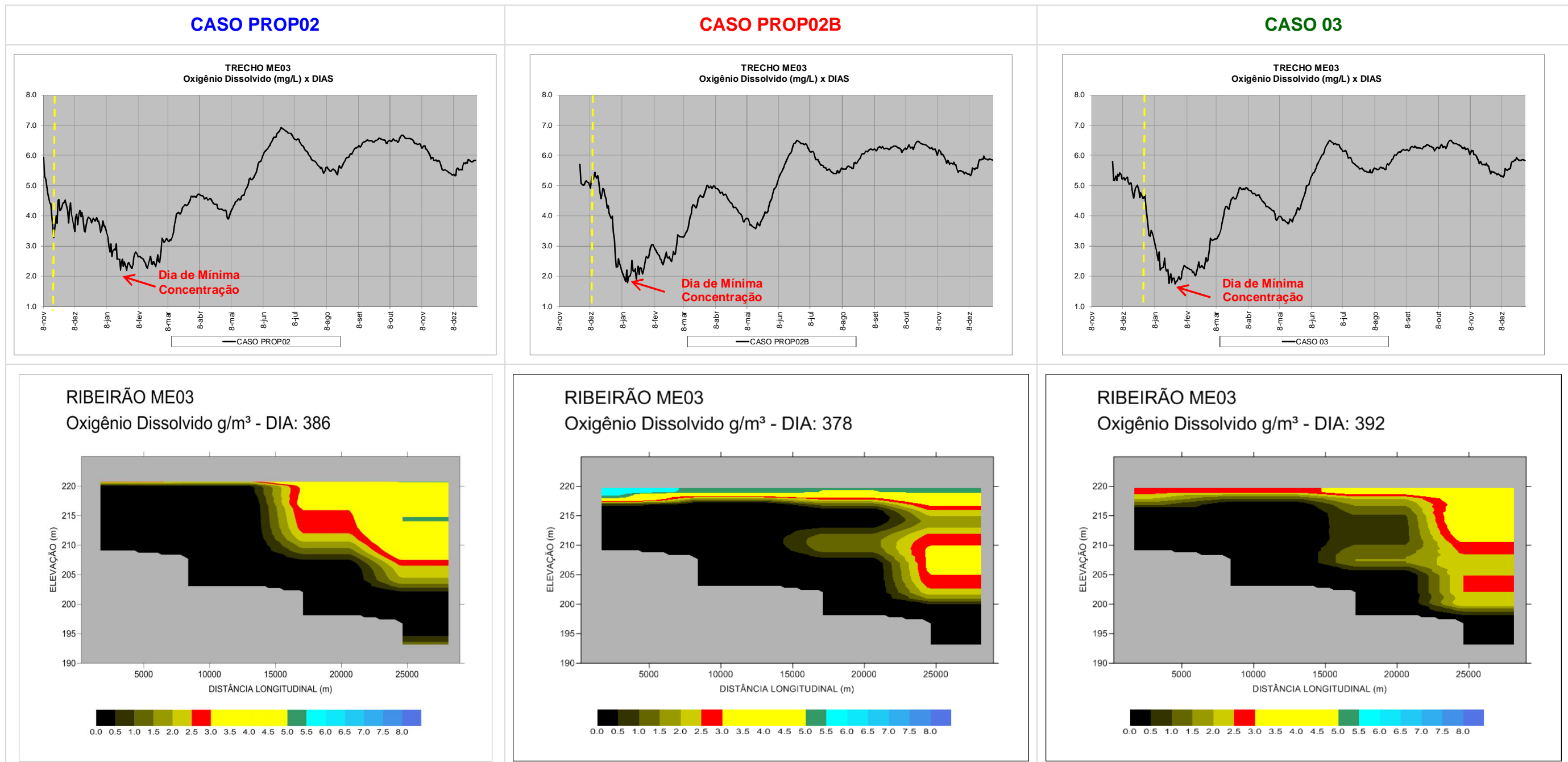
A Figura 9.22, a seguir, mostra a evolução temporal das concentrações de OD no ribeirão ME03 (Oscar de Miranda), para os três cenários simulados.

Pode-se observar uma diminuição das concentrações de OD, no período subsequente ao enchimento, que atingem 3,3 mg/L, no CASO PROP02, 1,8 mg/L no CASO PROP02B e 1,7 mg/L no CASO 03.

Apesar dos valores médios dos CASOS PROP02B e 03 serem menores que os apresentados pelo CASO PROP02, pode-se observar nos gráficos longitudinais da Figura 9.22, que nos dois primeiros casos, as concentrações de OD junto à superfície são maiores que as do CASO PROP02.

Os valores mínimos de OD, apresentados nos três casos, são menores que o limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2. No entanto, como já enfatizado, os CASOS PROP02B e 03, apresentam concentrações mais favoráveis na região próxima à superfície do braço, principalmente no primeiro caso.

**FIGURA 9.22 – Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no Ribeirão ME03 (Oscar de Miranda) para os cenários simulados.**



### 9.2.5.3 NITROGÊNIO AMONIACAL

Na Figura 9.23, a seguir, pode-se observar a evolução, ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no ribeirão ME03 (Oscar de Miranda), para os três cenários simulados.

Pode-se notar um aumento das concentrações deste parâmetro que apresenta valores máximos em torno de 0,13 mg/L, para o CASO PROP02, 0,14 mg/L no CASO PROP02B e 0,15 mg/L no CASO 03.

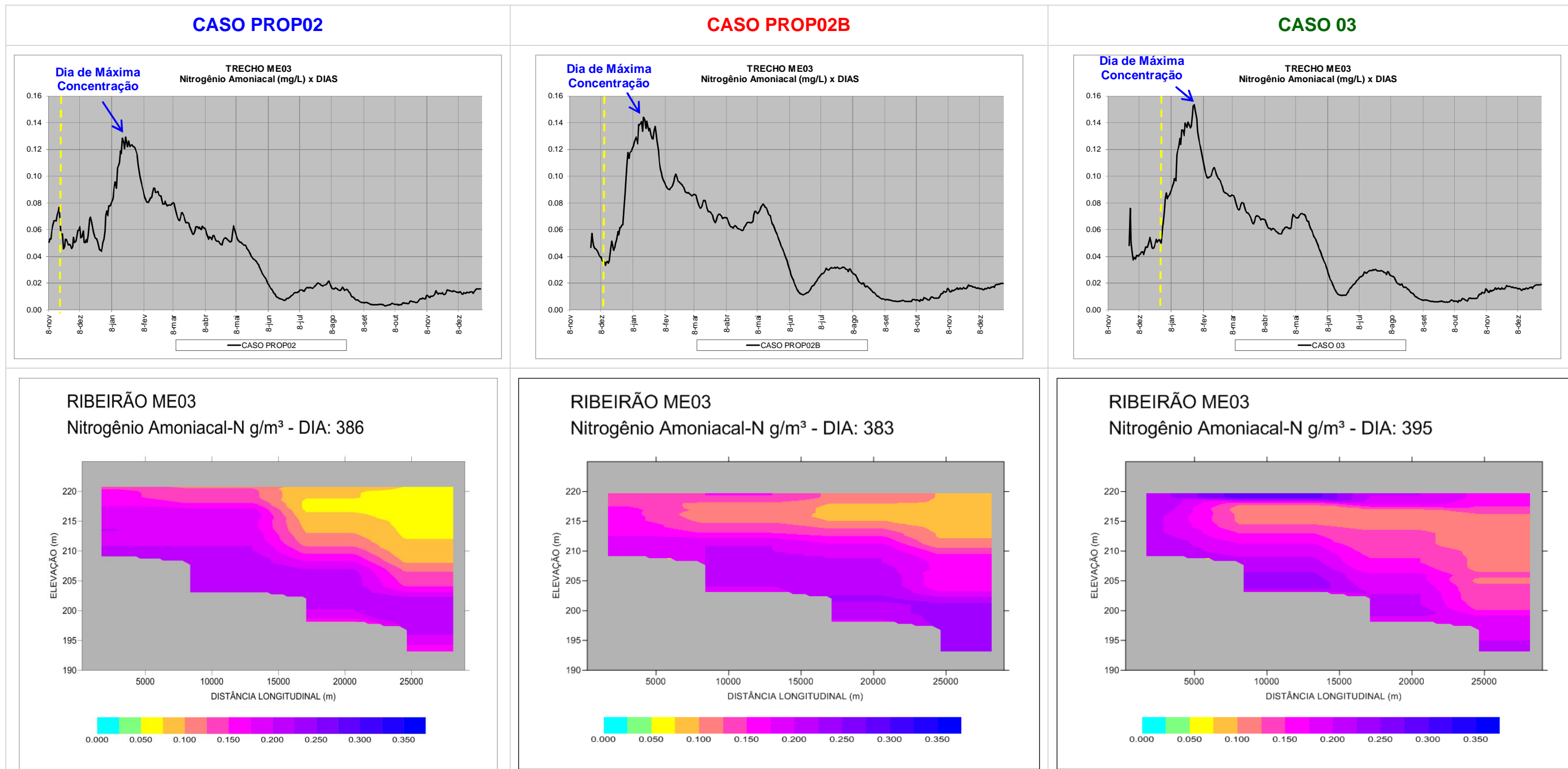
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.23, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico, observam-se pequenas diferenças entre os três cenários, mas todos eles apresentam concentrações inexpressivas.

Ressalta-se que os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são bastante inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.23 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no Ribeirão ME03 (Oscar de Miranda) para os cenários simulados.**



#### 9.2.5.4 NITRATO

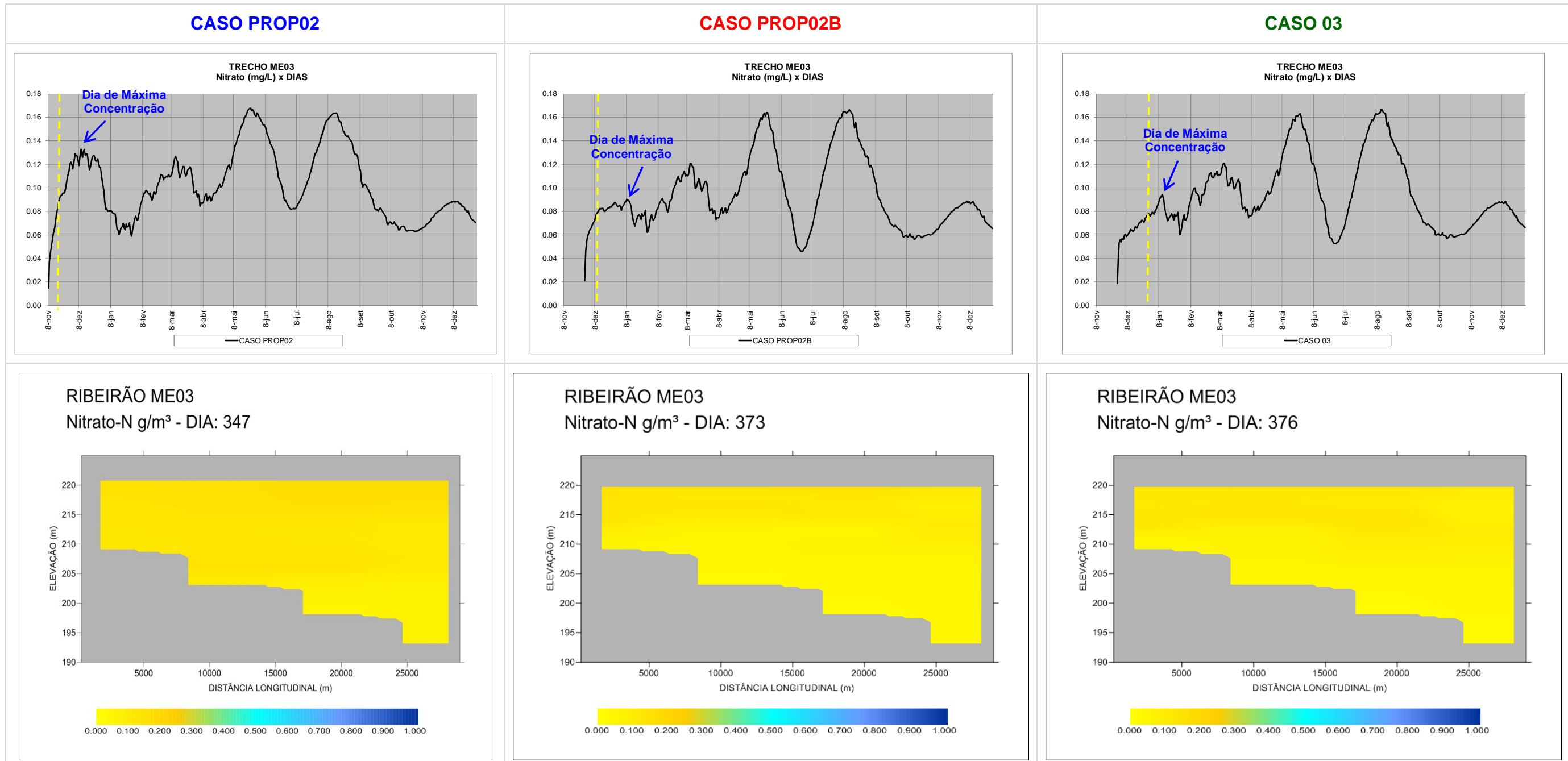
A Figura 9.24, a seguir, mostra a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no ribeirão ME03 (Oscar de Miranda), para os três cenários simulados.

Podem-se observar um aumento nas concentrações deste parâmetro após o enchimento, com valor máximo atingindo 0,13 mg/L, no CASO PROP02, e 0,09 mg/L nos CASO PROP02B e 03. A partir daí, as concentrações deste parâmetro acompanham o comportamento do corpo principal do reservatório.

Os gráficos longitudinais da Figura 9.24 mostram a distribuição das concentrações de Nitrato para o dia mais crítico logo após o enchimento. Nestas Figuras não são observadas diferenças significativas entre os três cenários, que apresentam concentrações inexpressivas.

Ressalta-se que os valores encontrados pela simulação para este parâmetro são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 10,0 mg/L.

**FIGURA 9.24 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no Ribeirão ME03 (Oscar de Miranda) para os cenários simulados.**



#### 9.2.5.5 ORTOFOSFATO

A Figura 9.25, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no ribeirão ME03 (Oscar de Miranda), para os três cenários simulados.

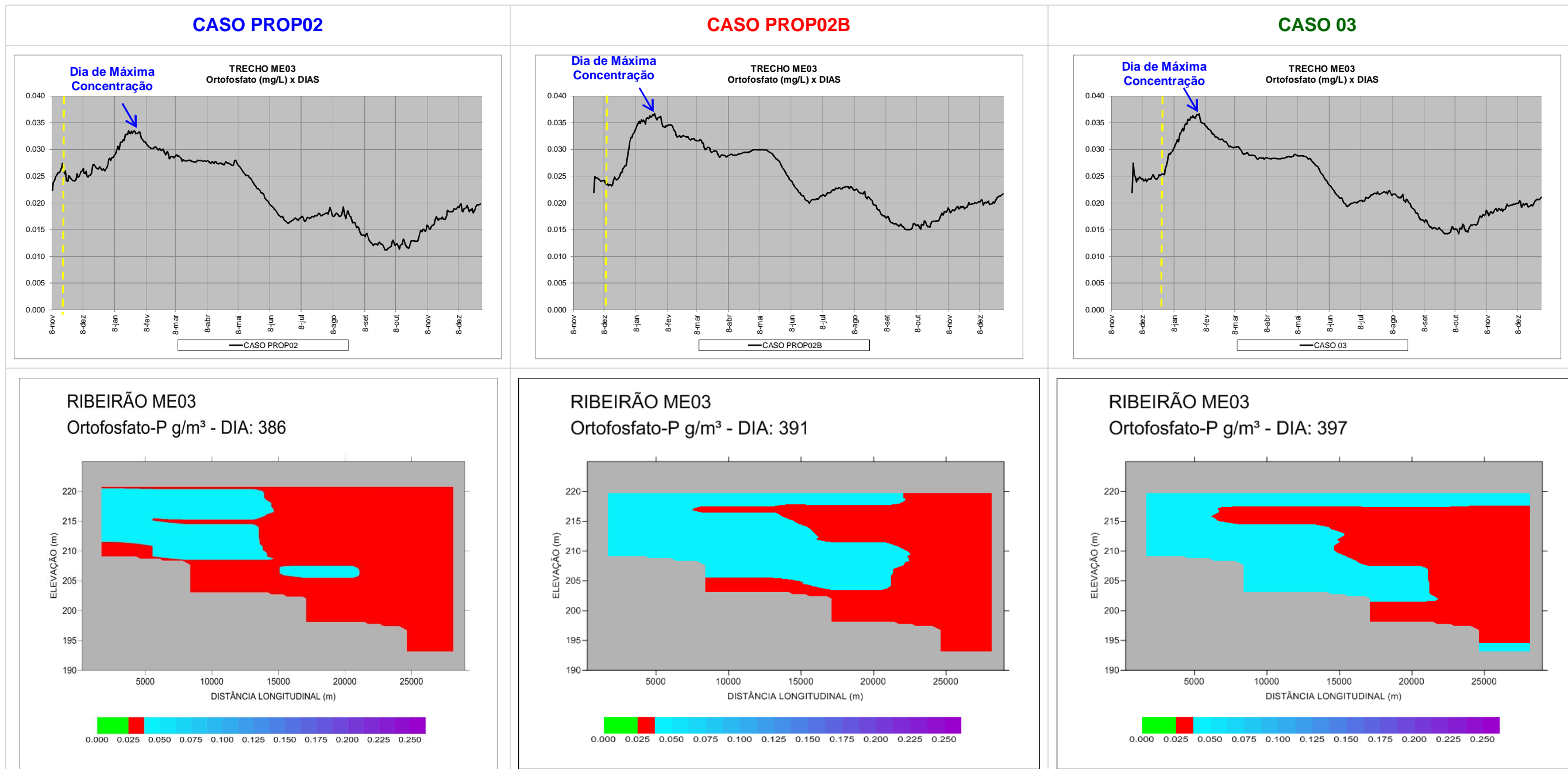
Nota-se o aumento das concentrações deste parâmetro após o enchimento, com valores atingindo 0,034 mg/L, no CASO PROP02, e 0,037 mg/L nos CASOS PROP02B e 03.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.25, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico, pode-se notar diferenças significativas apenas entre o CASO PROP02 e os demais cenários.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação para o ribeirão ME03 são limítrofes, quando comparados aos valores máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

**FIGURA 9.25 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no Ribeirão ME03 (Oscar de Miranda) para os cenários simulados.**





## 9.2.6. TRECHO ME04 (Ribeirão Vileroy)

### 9.2.6.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

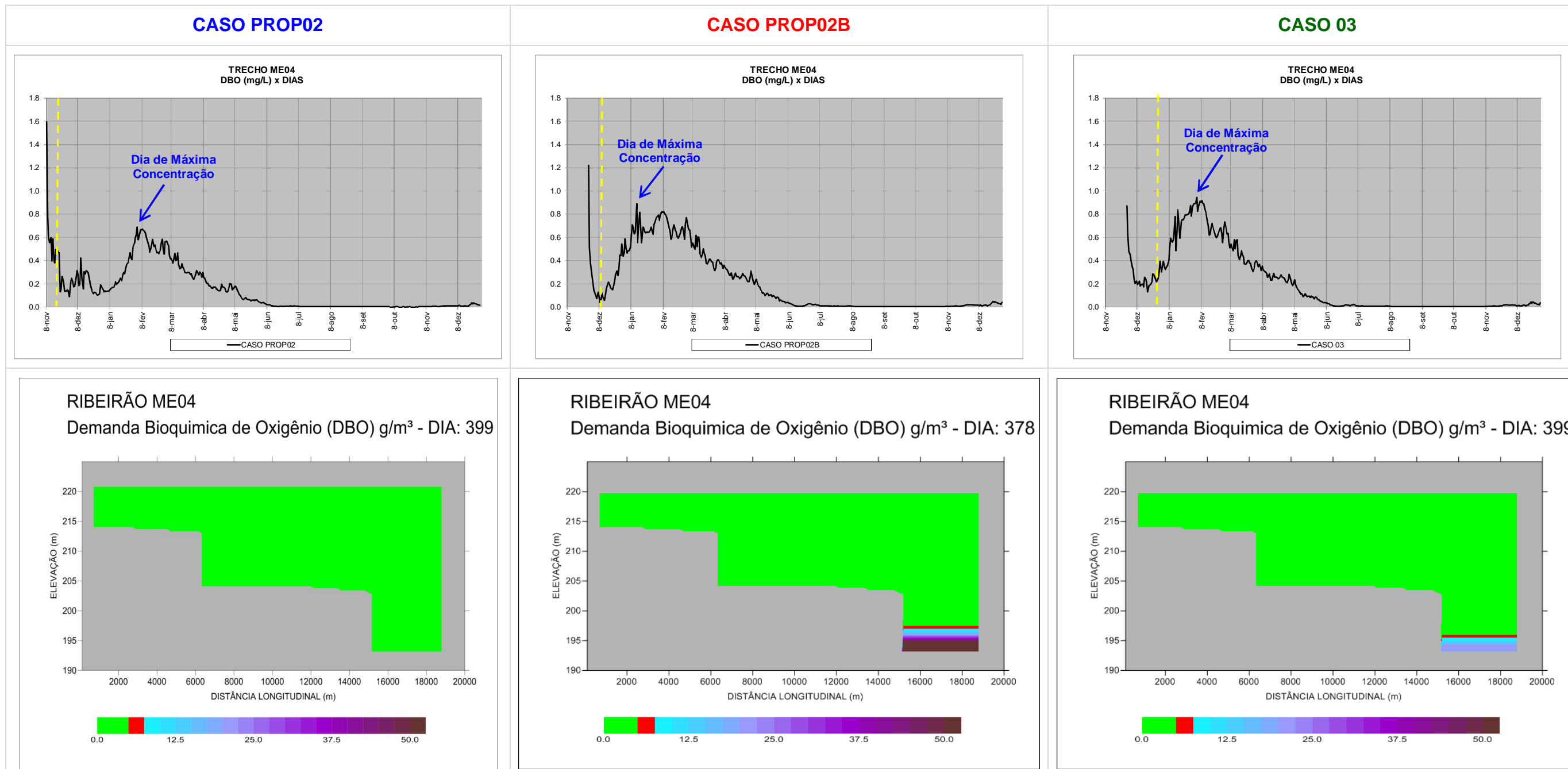
A Figura 9.26, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de DBO no ribeirão ME04 (Vileroy), para os três cenários simulados.

Observa-se que as concentrações máximas deste parâmetro, 03/02, atingem 0,7 mg/L, no CASO PROP02, 0,9 mg/L nos CASOS PROP02B e 03, consideradas inexpressivas.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.26, que mostram a distribuição das concentrações de DBO para o dia mais crítico nos três cenários, pode-se observar que as maiores concentrações de DBO atingem apenas a região mais profunda deste braço, especialmente no CASO PROP02B.

Ressalta-se que os valores máximos obtidos de DBO são expressamente inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L para rios classe 2.

**FIGURA 9.26 – Valores obtidos na simulação para a Demanda Bioquímica de Oxigênio no Ribeirão ME04 (Vileroy) para os cenários simulados.**



#### 9.2.6.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

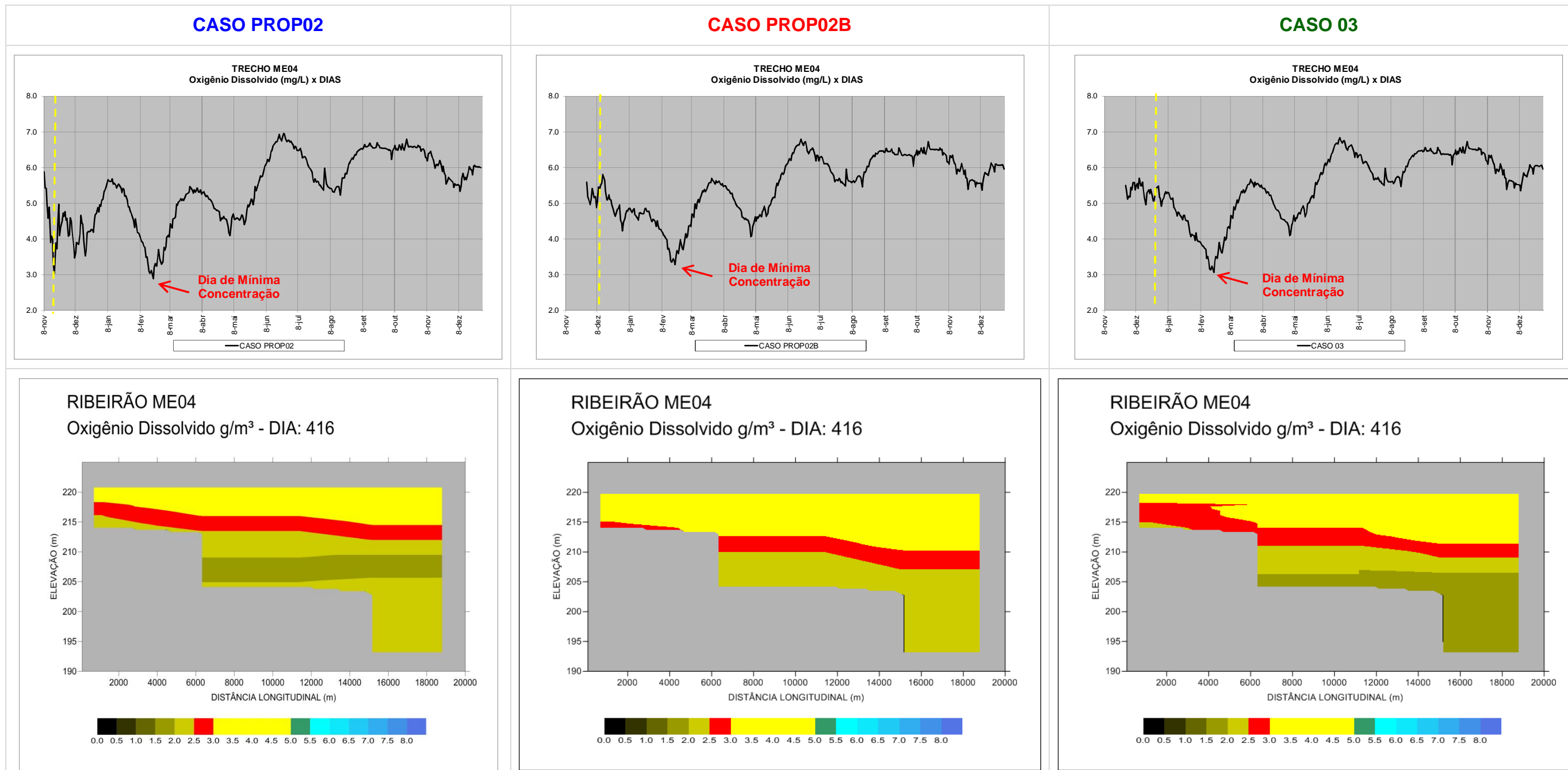
A Figura 9.27, a seguir, mostra a evolução temporal das concentrações de OD no ribeirão ME04 (Vileroy), para os três cenários simulados.

Nota-se que o valor mínimo observado no fim do enchimento é de, aproximadamente, 3,0mg/L, para o CASO PROP02, 3,3 mg/L no CASO PROP02B e 3,1 mg/L no CASO 03. A partir daí, as concentrações deste parâmetro passam a ser regidas pelo comportamento do corpo principal do reservatório.

Contudo, nos gráficos longitudinais da Figura 9.27, que mostram a distribuição das concentrações de OD para o dia mais crítico, pode-se observar que as menores concentrações de OD, inferiores a 3,0 mg/L, ficam restritas às camadas mais profundas deste compartimento, nos três casos simulados.

As concentrações mínimas obtidas pela simulação situam-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 5,0 mg/L, para rios classe 2. Contudo, conforme já enfatizado, nas camadas mais superficiais deste braço, as concentrações permanecem em patamares aceitáveis, acima de 3,0 mg/L.

**FIGURA 9.27 – Valores obtidos na simulação para o Oxigênio Dissolvido no Ribeirão ME04 (Vileroy) para os cenários simulados.**



### 9.2.6.3 NITROGÊNIO AMONIAICAL

Na Figura 9.28, a seguir, pode-se observar a evolução, ao longo do tempo, das concentrações de Nitrogênio Amoniacal no ribeirão ME04 (Vileroy), para os três casos simulados.

Pode-se observar um aumento nas concentrações deste parâmetro, que atingem 0,11 mg/L, nos CASOS PROP02 e PROP02B e 0,12 mg/L no CASO 03.

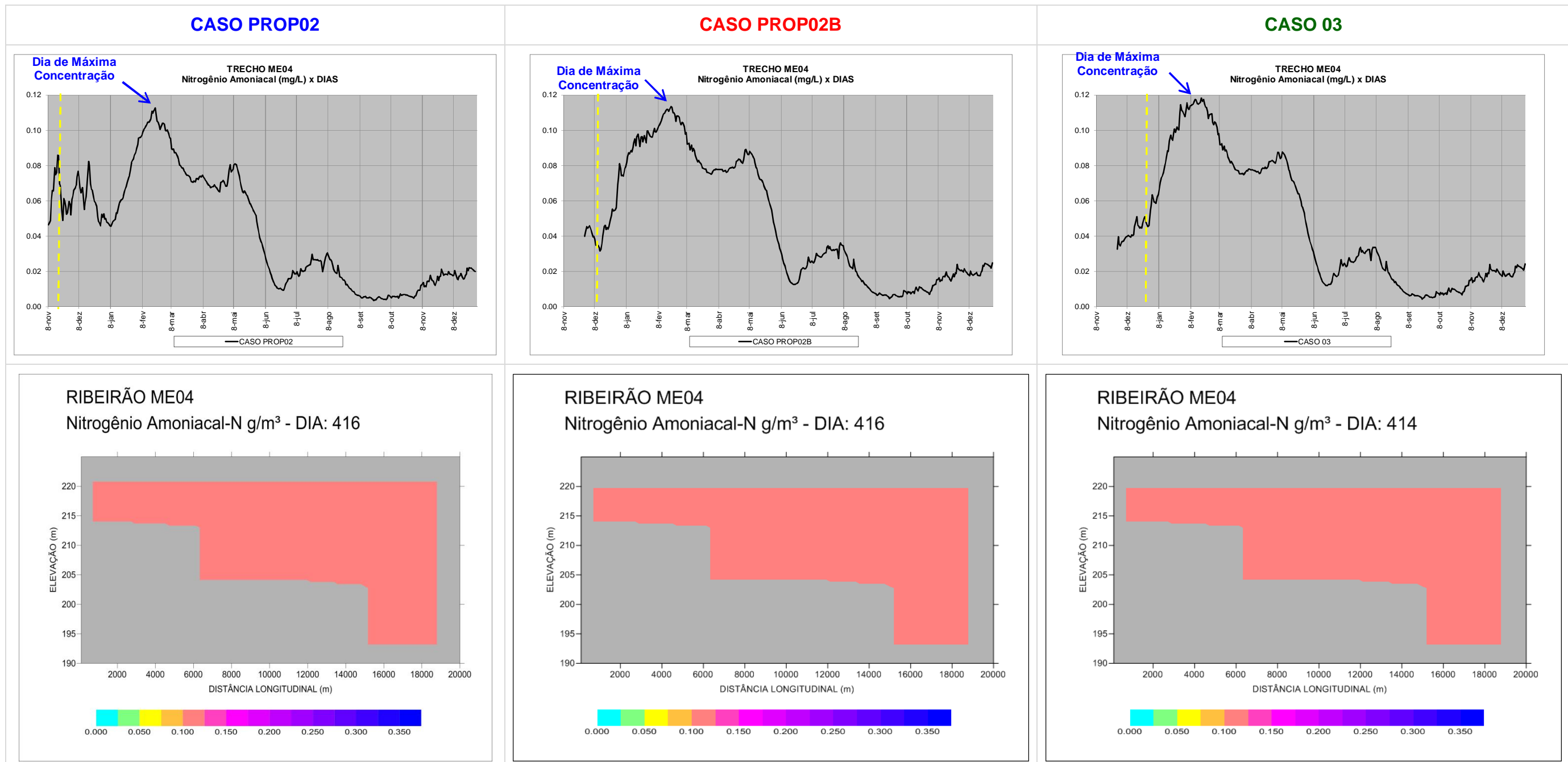
Nos gráficos longitudinais da Figura 9.28, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrogênio Amoniacal para o dia mais crítico, não são observadas diferenças significativas entre os três cenários, que apresentam concentrações inexpressivas ao longo de todo este trecho.

Ressalta-se que os valores obtidos para este parâmetro são bastante inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2, que é de 3,7 mg/L para águas com pH inferiores a 7,5<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> No enchimento de reservatórios o pH das águas é normalmente igual ou inferior a 7,0, devido aos efeitos dos processos de mineralização da biomassa alagada.

**FIGURA 9.28 – Valores obtidos na simulação para o Nitrogênio Amoniacal no Ribeirão ME04 (Vileroy) para os cenários simulados.**



#### 9.2.6.4 NITRATO

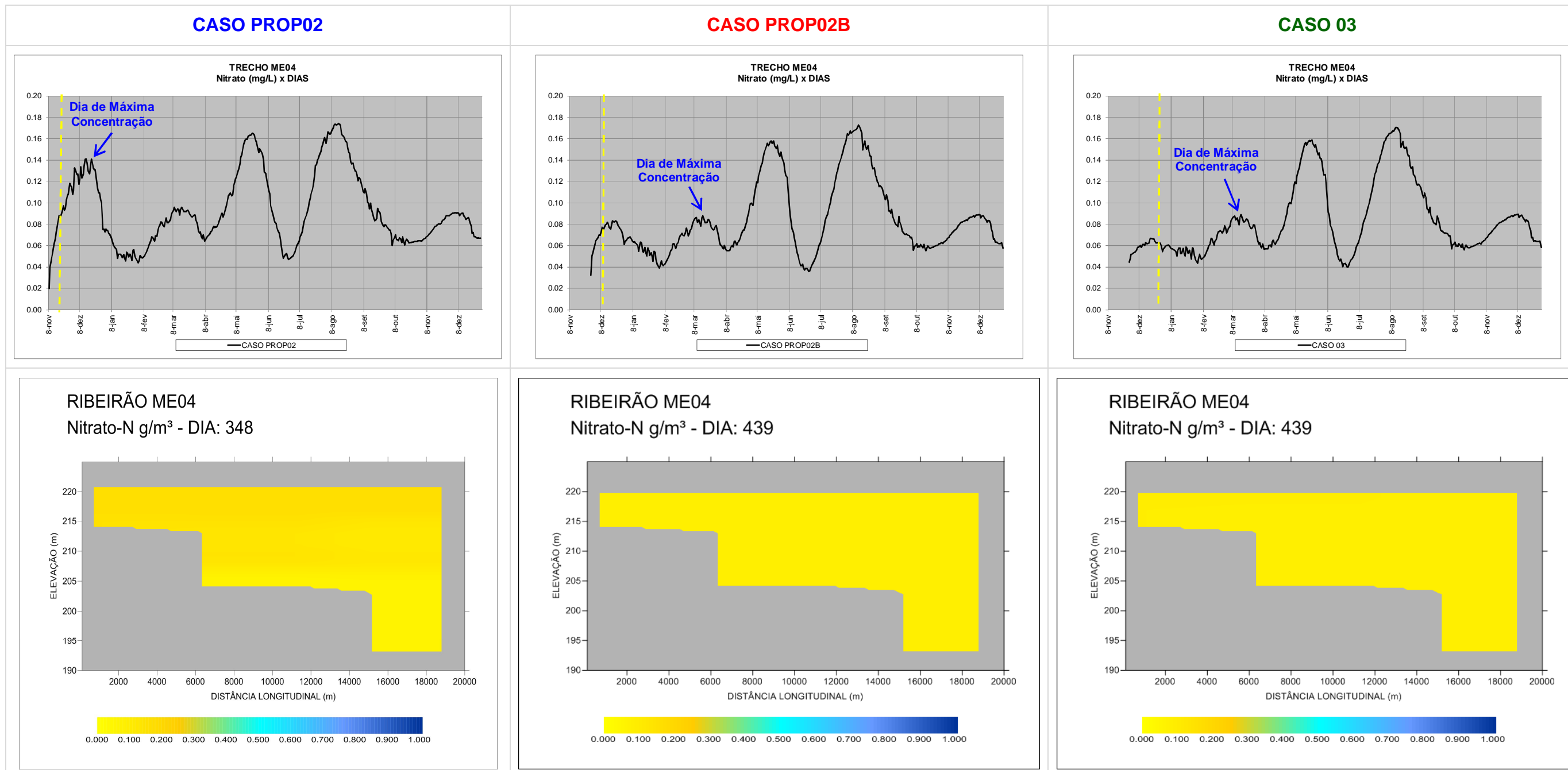
A Figura 9.29, a seguir, mostra a evolução cronológica das concentrações de Nitrato no ribeirão ME04 (Vileroy), para os três cenários simulados.

Pode-se observar o aumento nas concentrações deste parâmetro, que atingem 0,14 mg/L, no CASO PROP02, e 0,09 mg/L nos CASOS PROP02B e 03. A partir daí, as concentrações deste trecho passam a ser regidas pelo comportamento do corpo principal, atingindo concentrações mais elevadas, porém, também inexpressivas.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.29, que mostram a distribuição das concentrações de Nitrato para o dia mais crítico logo após o enchimento, pode-se observar que não existem diferenças significativas entre os cenários, que apresentam concentrações inexpressivas.

Ressalta-se que os valores para os três cenários são expressivamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para classe 2, que é de 10,0 mg/L.

**FIGURA 9.29 – Valores obtidos na simulação para o Nitrato no Ribeirão ME04 (Vileroy) para os cenários simulados.**





#### 9.2.6.5 ORTOFOSFATO

A Figura 9.30, a seguir, apresenta a evolução cronológica das concentrações de Ortofosfato no ribeirão ME04 (Vileroy), para os três cenários simulados.

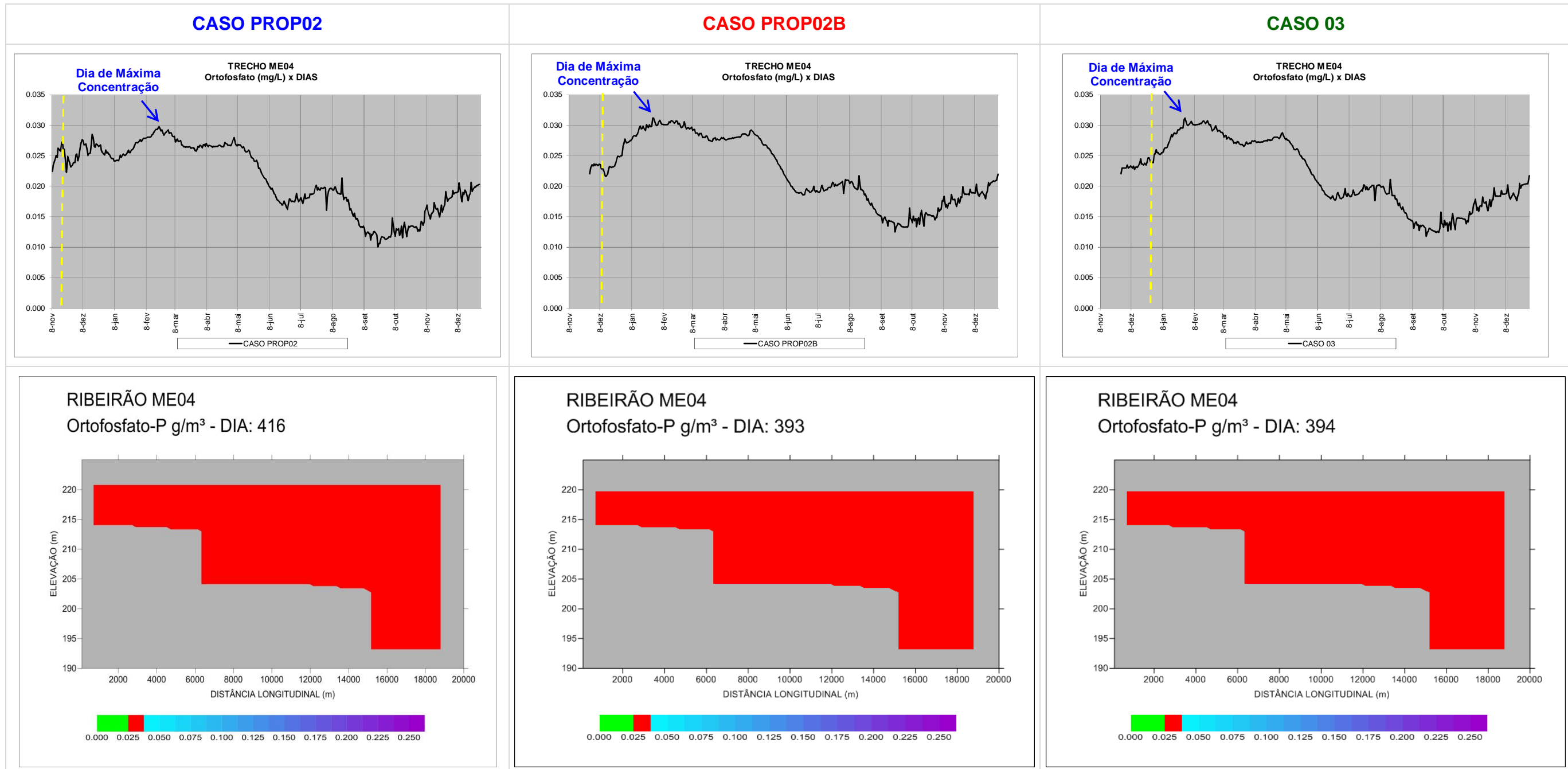
Pode-se observar que o valor máximo deste parâmetro, no período subsequente ao enchimento, atinge aproximadamente 0,028 mg/L, no CASO PROP02B e 0,031 mg/L nos CASOS PROP02B e 03. A partir daí, as concentrações passam a ser regidas pelo comportamento do corpo principal do reservatório.

Nos gráficos longitudinais da Figura 9.30, que mostram a distribuição das concentrações de Ortofosfato para o dia mais crítico da simulação, não são observadas diferenças entre os três cenários.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação para o ribeirão ME04 são limítrofes, quando comparados aos valores máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2. Esta Resolução 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.

**FIGURA 9.30 – Valores obtidos na simulação para o Ortofosfato no Ribeirão ME04 (Vileroy) para os cenários simulados.**



### 9.3. RESULTADOS - ANÁLISE DE ESTABILIZAÇÃO

Um dos objetivos deste trabalho é identificar as feições e comportamentos de estabilização do reservatório, após o enchimento.

Para facilitar o entendimento destas características no decorrer de todo o período simulado, 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 de dinâmica unidimensional vertical, denominada **DUV**, pode-se acompanhar as modificações dos parâmetros na coluna d'água, através das camadas, no passar dos dias, e na figura de dinâmica unidimensional longitudinal, denominada **DUL**, estão as modificações dos parâmetros no estirão do reservatório de montante para jusante, através dos segmentos, no passar do tempo.

Para o CASO PROP02, as simulações foram realizadas ao longo de 426 dias, indo do dia 312 (08 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO PROP02B, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO 03, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 30 dias.

As análises de estabilização serão divididas em duas partes: na 1ª serão descritos os comportamentos dos parâmetros independentes da remoção da biomassa: idade da água, temperatura da água e sedimentos. Na 2ª parte, serão descritos o comportamento dos demais parâmetros, cujos comportamentos dependem da quantidade de biomassa afogada. São eles: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato e Ortofosfato.

Ressalta-se que nas análises seguintes as unidades  $g/m^3$  e  $mg/L$  são equivalentes.

#### 9.3.1. PARÂMETROS INDEPENDENTES DA BIOMASSA ALAGADA

Nessa seção, as Figuras 9.31 (**DUV**) e as Figuras 9.32, 9.33, 9.34a-b e 9.35a-b (**DULs**) ilustram o comportamento de três variáveis que praticamente independem da remoção de biomassa: idade da água, sedimentos e temperatura da água. No entanto, estas variáveis são fortemente dependentes do regime hidrológico no momento do enchimento. Assim, optou-se por mostrar os resultados para os três cenários simulados, visto que os mesmos apresentam períodos e durações de enchimento diferentes entre si.

##### 9.3.1.1 IDADE DA ÁGUA

O comportamento vertical observado para o reservatório na Figura 9.31 (**DUV**) revela um aumento da idade da água durante a estiagem para os três cenários simulados.

Observa-se, também, que os CASOS PROP02B e 03 apresentam menores tempos de retenção devido ao aumento das vazões afluentes no período do enchimento (início em 28/11), quando comparados ao CASO PROP02, onde o início do enchimento se dá no dia 08/11, com menores vazões afluentes.

Com o aumento das vazões afluentes no período chuvoso, observa-se renovação intensa na massa d'água, ao longo das camadas.

Na estiagem, os maiores tempos de retenção podem ser observados nas camadas superiores do reservatório. Este fenômeno ocorre devido à localização das tomadas d'água, que propiciam uma maior renovação das camadas intermediárias e inferiores, na região mais próxima à barragem. Somando-se a isso, nas camadas superficiais, que apresentam os maiores volumes, as velocidades longitudinais são menores, aumentando o tempo de retenção nestas camadas.

Nas Figuras 9.32, 9.33, 9.34a-b e 9.35a-b (**DULs**), a seguir, pode-se observar o comportamento sazonal da Idade da Água no rio Teles Pires e nos braços do reservatório.

No rio Teles Pires (Figura 9.32), no período de estiagem, os maiores tempos de retenção ocorrem nos segmentos situados mais à jusante do reservatório, mas diminuem nos segmentos mais próximos à barragem. No período chuvoso, o tempo de retenção é menor que 5 dias ao longo de todo o estirão do corpo principal, nos três casos simulados.

Analisando-se o período inicial da simulação, percebe-se que os CASOS PROP02B e 03 apresentam menores tempos de retenção, devido às maiores vazões afluentes observadas no período de enchimento.

Para o rio Paranaíta (Figura 9.33) os maiores tempos de retenção ocorrem no trecho médio deste braço. No trecho mais à montante, devido ao porte das vazões afluentes, a idade da água é mais reduzida. No período de estiagem ocorre um maior envelhecimento da água, que alcança quase todo este trecho, inclusive o trecho mais à montante. Os tempos de retenção apresentados neste trecho são, naturalmente, superiores aos observados no corpo principal do reservatório.

Analogamente ao que acontece no corpo principal, no período inicial da simulação, os tempos de retenção nos CASOS PROP02B e 03 são menores que os do CASO PROP02, que apresenta menores vazões afluentes durante o enchimento.

Nos demais braços do reservatório (Figuras 9.34a-b e 9.35a-b), os valores de idade da água também são mais significativos. Destes quatro trechos, o ribeirão MD01 é o que apresenta os menores valores e o ribeirão MD03 os maiores valores. Os resultados de Idade da Água evidenciam a influência do fluxo da calha principal do reservatório sobre a renovação dos volumes destes braços, em todas as épocas do ano. Nas águas altas ocorre uma visível invasão das águas do rio Teles Pires nestes compartimentos.

Nestes braços observa-se também uma menor idade da água nos CASOS PROP02B e 03, em comparação com o CASO PROP02, devido ao maior porte das vazões afluentes durante o processo de enchimento dos dois primeiros casos.

### 9.3.1.2 Sedimentos

O comportamento vertical observado para todo o reservatório na Figura 9.31 (**DUV**) revela maiores ocorrências de turbidez da água entre o início de junho e início de julho, refletindo os dados monitorados, sendo independente do processo de enchimento do reservatório.

Nas Figuras 9.32, 9.33, 9.34a-b e 9.35a-b (**DULs**), a seguir, pode-se observar o comportamento sazonal dos Sedimentos no rio Teles Pires e nos braços do reservatório.

No rio Teles Pires (Figura 9.32), observa-se aumento na turbidez no período entre junho e julho, ao longo do reservatório. Contudo, o trecho de montante apresenta as maiores concentrações, que decrescem em direção ao eixo da barragem, indicando um processo de sedimentação dos sólidos em suspensão, relacionados à maior idade da água e aos maiores volumes dos segmentos nesta região.

Observando-se as figuras dos três cenários, fica claro que não há relação entre o processo de enchimento e o comportamento deste parâmetro, que reflete os dados monitorados.

Para o rio Paranaíta (Figura 9.33), observa-se comportamento similar ao trecho principal: maiores valores durante o período entre junho e julho e no trecho mais à montante deste braço, sem diferenças significativas entre os três cenários.

Nos demais braços do reservatório (Figuras 9.34a-b e 9.35a-b) observa-se que as concentrações de sólidos suspensos são maiores nos trechos à jusante, indicando que ocorre a invasão das águas do rio Teles Pires (corpo principal do reservatório) nestes trechos, também sem diferenças significativas entre os três cenários simulados.

### *9.3.1.3 Temperatura da Água*

O comportamento vertical observado na Figura 9.31 (**DUV**) aponta quebra da estratificação térmica no fim da estiagem. Este resultado mostra que o reservatório apresenta forte tendência ao processo de mistura ao longo da coluna d'água, neste período.

Nas Figuras 9.32, 9.33, 9.34a-b e 9.35a-b (**DULs**), a seguir, pode-se observar o comportamento sazonal da Temperatura da Água (°C) no rio Teles Pires e nos braços do reservatório.

No rio Teles Pires (Figura 9.32), observa-se que a quebra da estratificação térmica, observada no fim da estiagem, se estende ao longo de toda a calha do reservatório, atingindo todos os segmentos deste trecho.

Para o rio Paranaíta (Figura 9.33) observa-se quadro semelhante ao corpo principal, com forte tendência à mistura no período final da estiagem. Este trecho apresenta uma inércia muito grande, configurando-se em um “reservatório” à parte.

O comportamento observado nos demais braços do reservatório, que apresentam volumes reduzidos, (Figuras 9.34a-b e 9.35a-b) mostra que eles estão sujeitos tanto às forçantes atmosféricas quanto aos fluxos da calha principal.

Ressalta-se que não são observadas diferenças significativas entre os três cenários, pois se trata de um parâmetro fortemente ligado à sazonalidade, não sendo influenciado pelo processo de enchimento do reservatório.

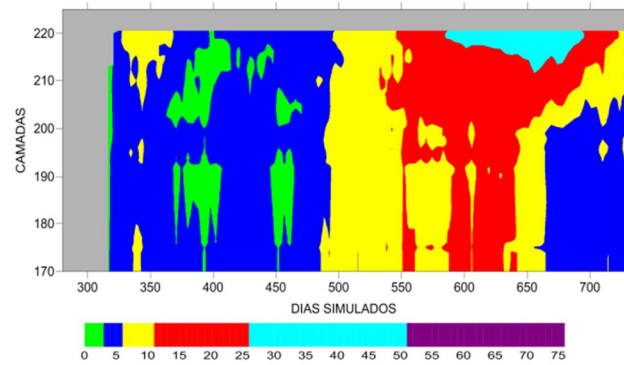


FIGURA 9.31 – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nas camadas (DUV).

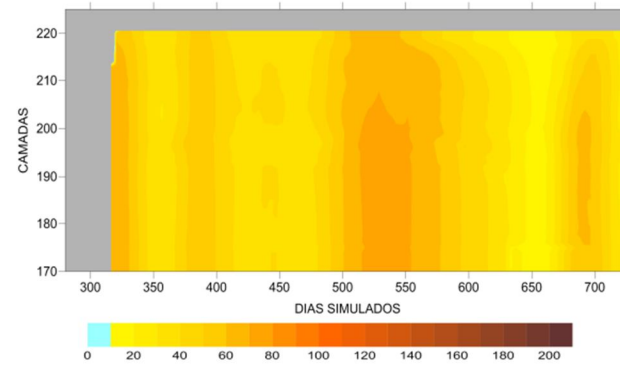
## INTEGRAL NAS CAMADAS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C)

**CASO PROP02**

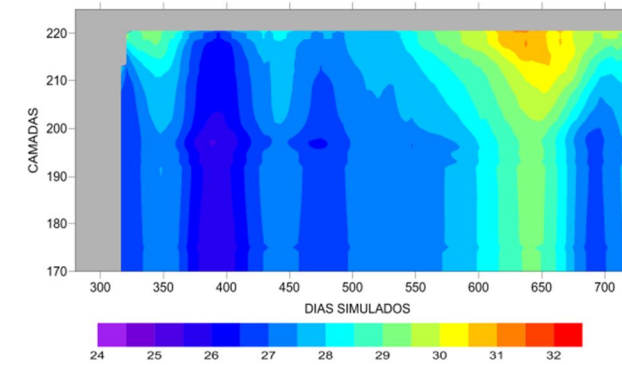
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Idade da Água (dias) - AHE TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - AHE TELES PIRES

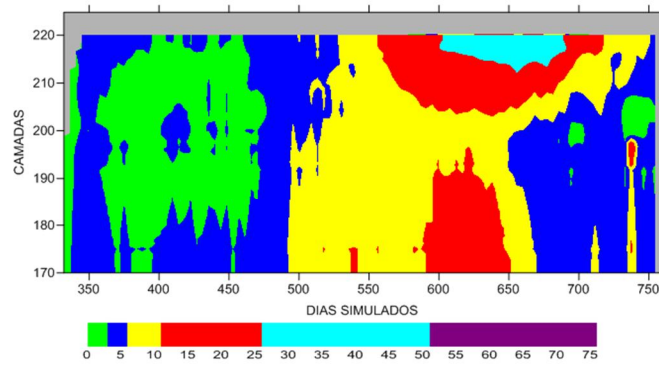


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Temperatura da água (°C) - AHE TELES PIRES

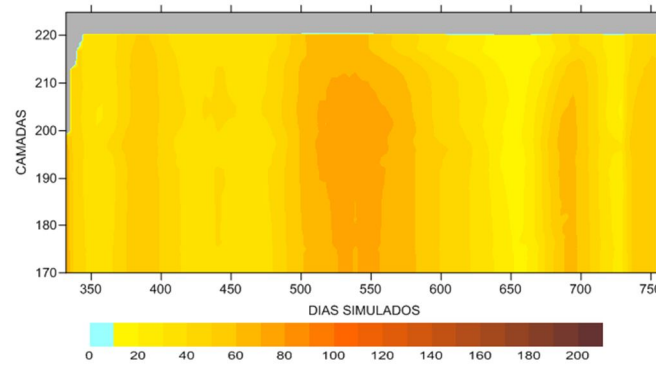


**CASO PROP02B**

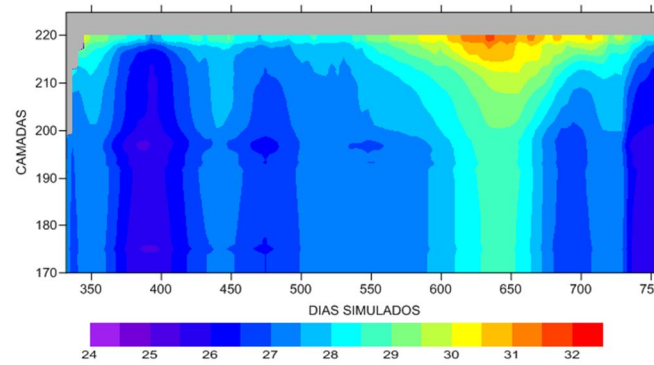
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Idade da Água (dias) - AHE TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - AHE TELES PIRES

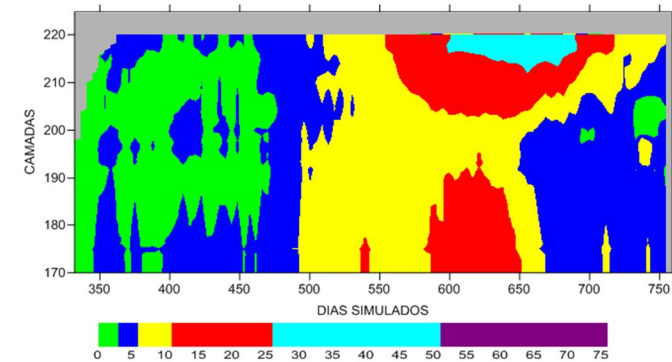


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Temperatura da água (°C) - AHE TELES PIRES

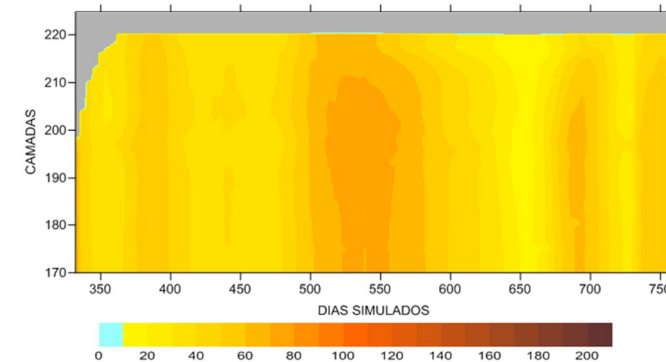


**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Idade da Água (dias) - AHE TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - AHE TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Temperatura da água (°C) - AHE TELES PIRES

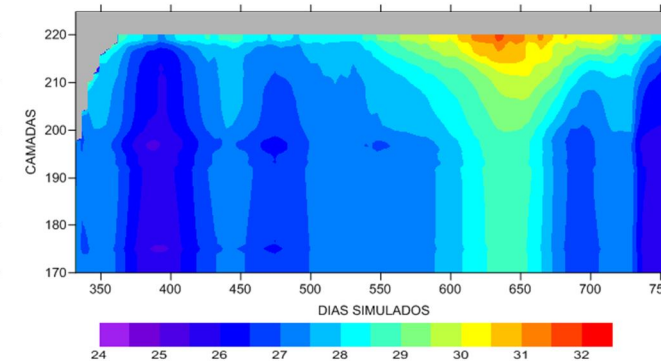
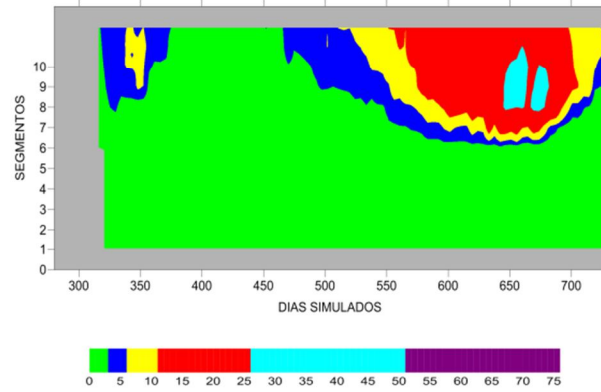


FIGURA 9.32 – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

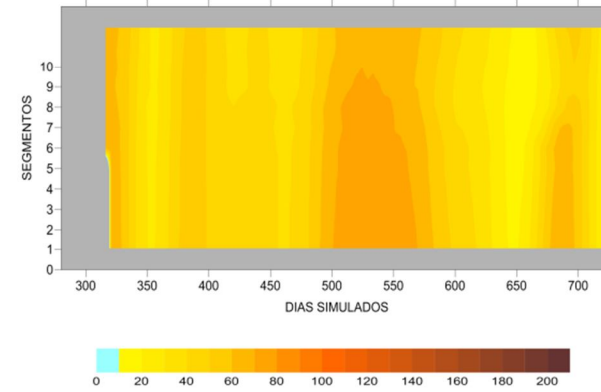
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIO TELES PIRES

**CASO PROP02**

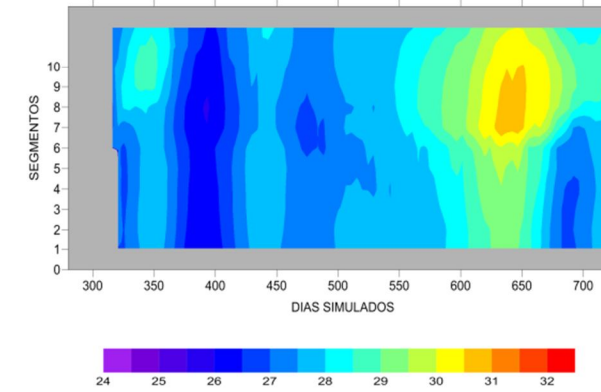
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES

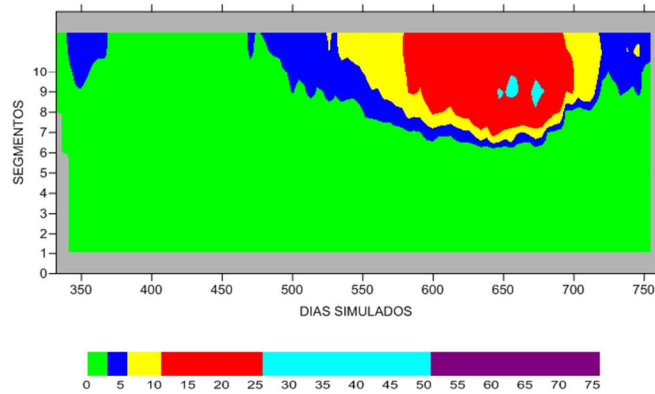


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO TELES PIRES

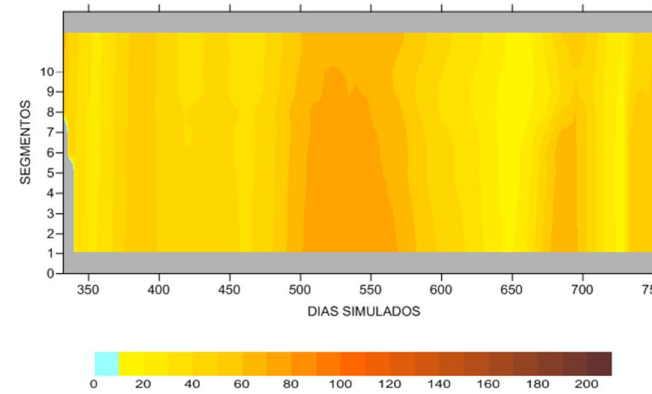


**CASO PROP02B**

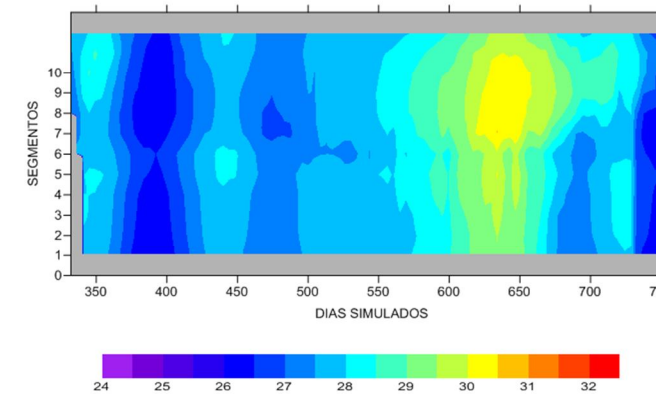
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES

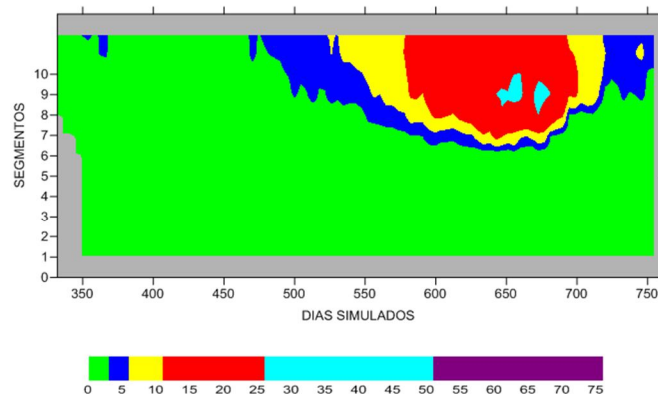


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO TELES PIRES

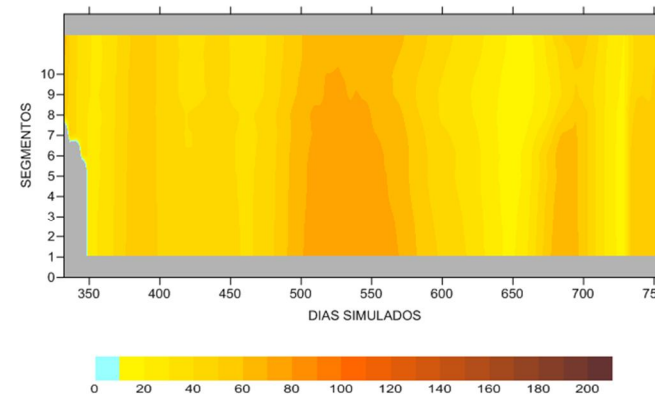


**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO TELES PIRES

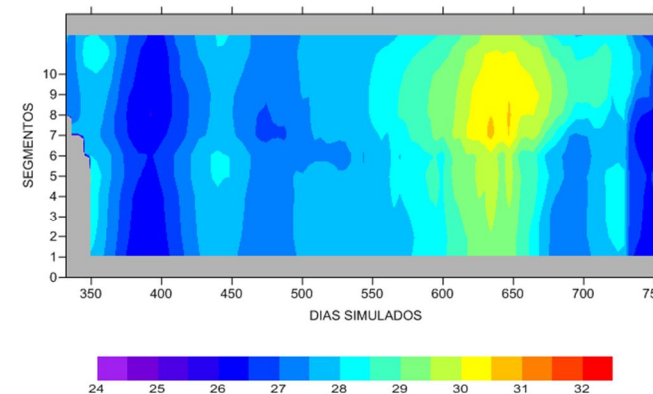


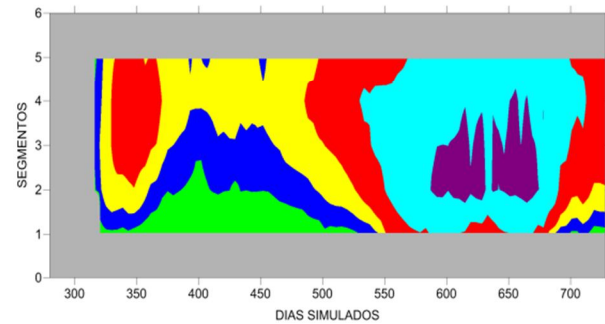


FIGURA 9.33 – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

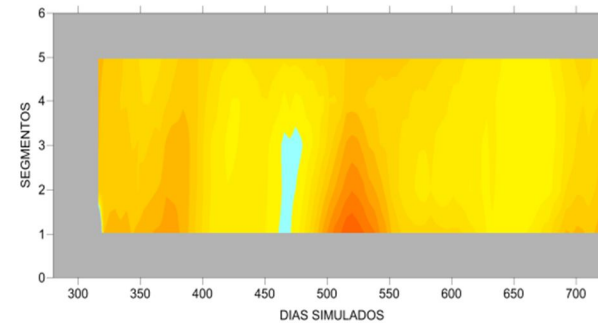
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIO PARANAÍTA

CASO PROP02

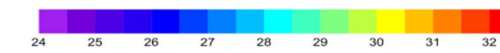
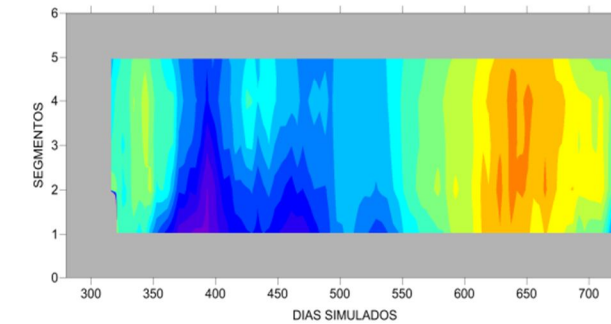
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO PARANAÍTA



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIO PARANAÍTA

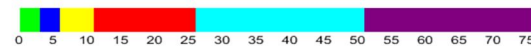
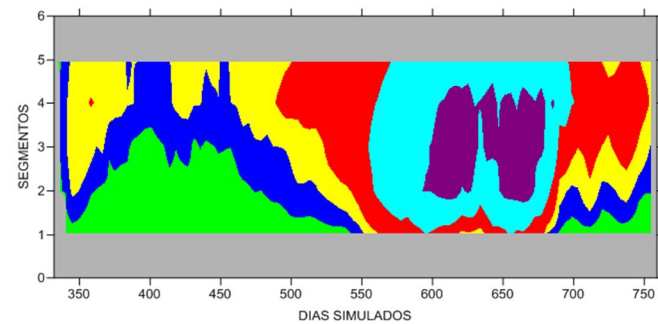


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO PARANAÍTA

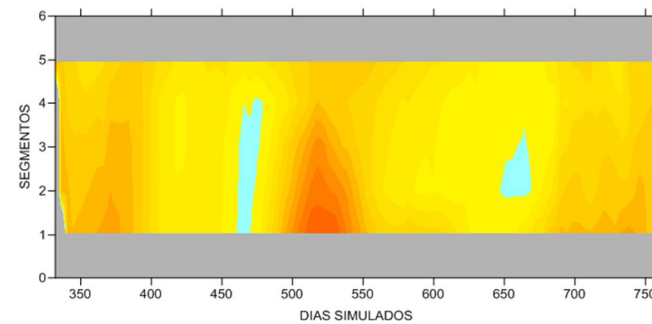


CASO PROP02B

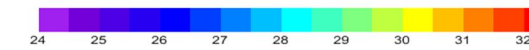
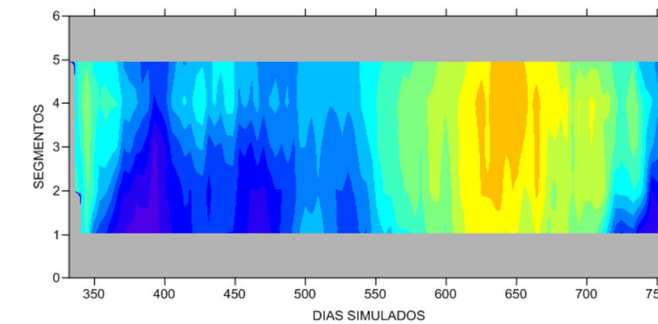
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO PARANAÍTA



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIO PARANAÍTA

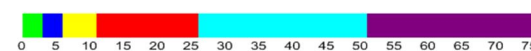
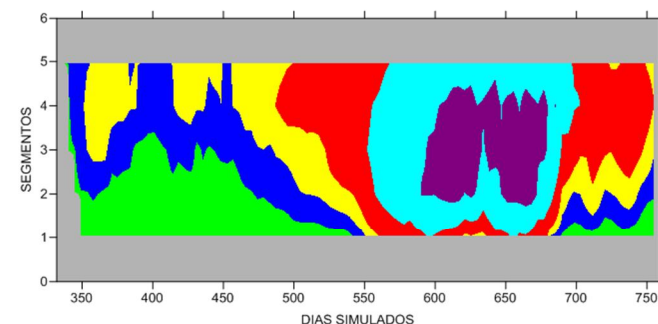


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO PARANAÍTA

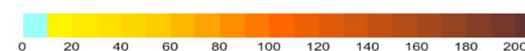
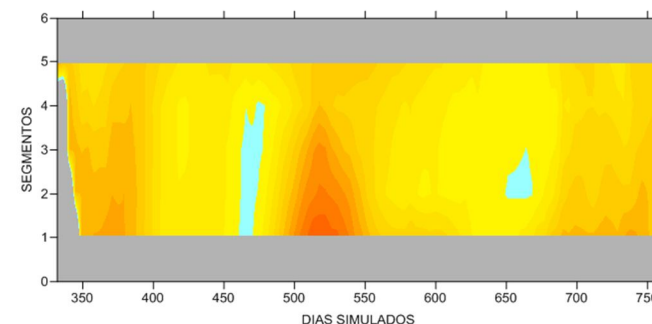


CASO03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIO PARANAÍTA



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIO PARANAÍTA



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIO PARANAÍTA

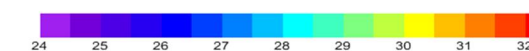
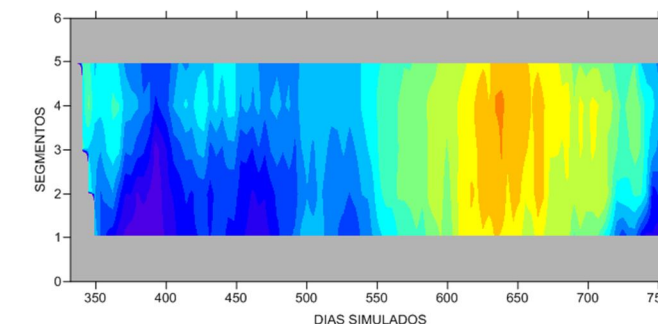


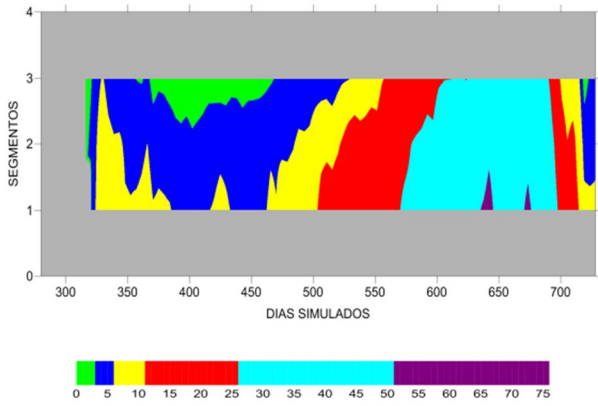


FIGURA 9.34a – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirão MD01.

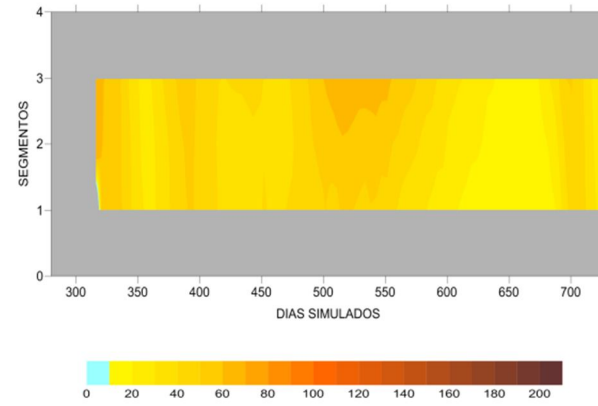
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIBEIRÃO MD01

**CASO PROP02**

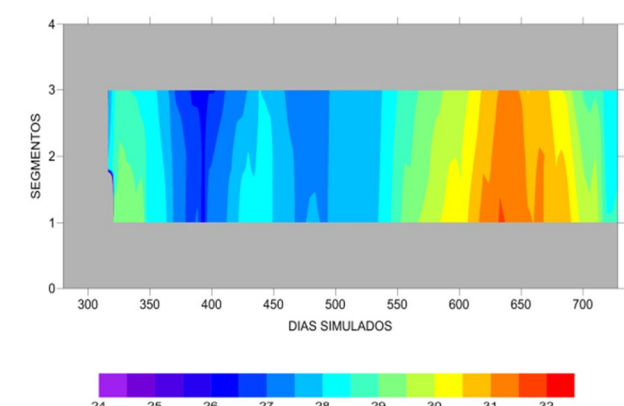
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO MD01



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO MD01

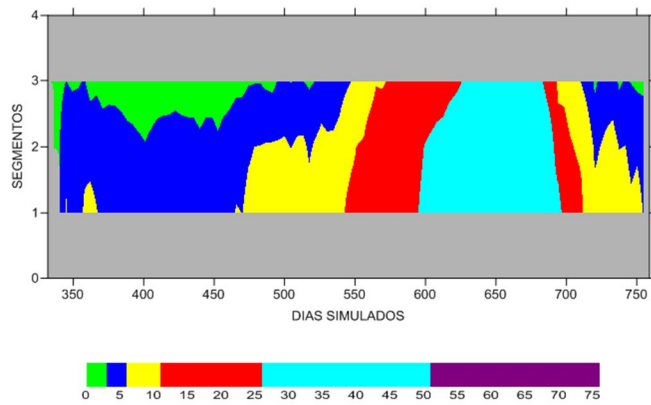


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO MD01

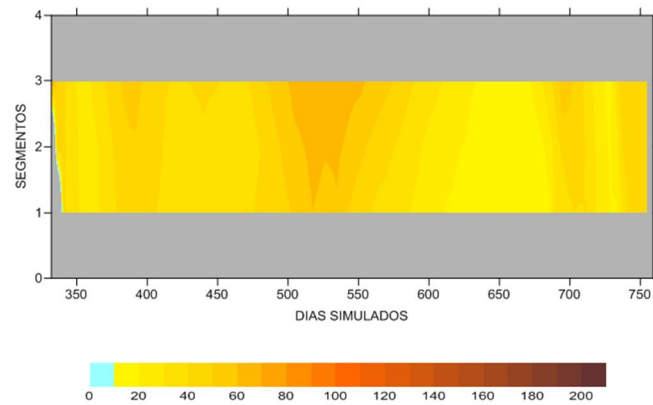


**CASO PROP02B**

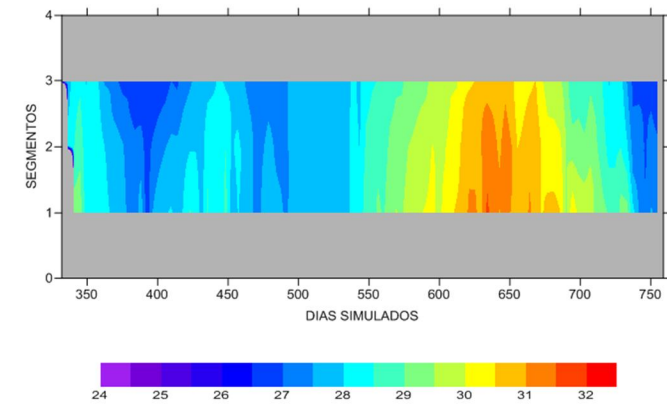
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO MD01



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO MD01

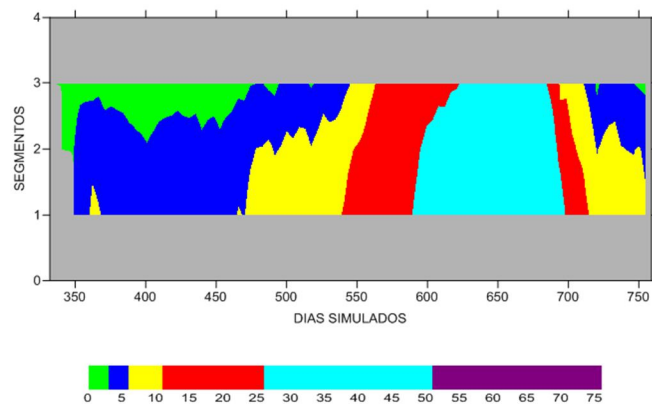


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO MD01

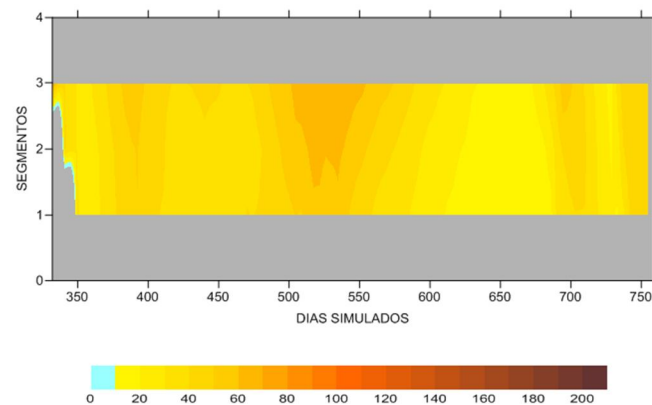


**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO MD01



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO MD01



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO MD01

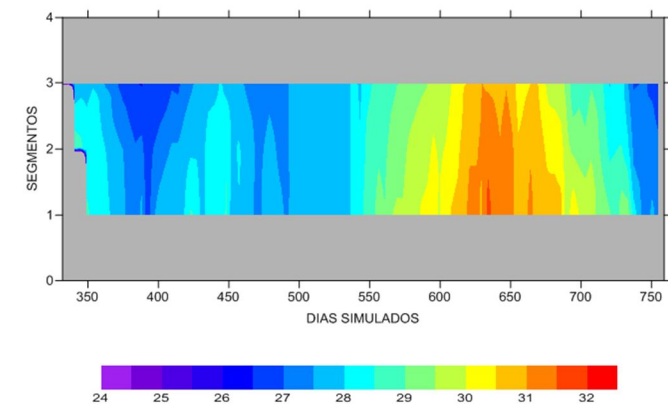
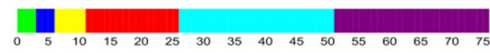
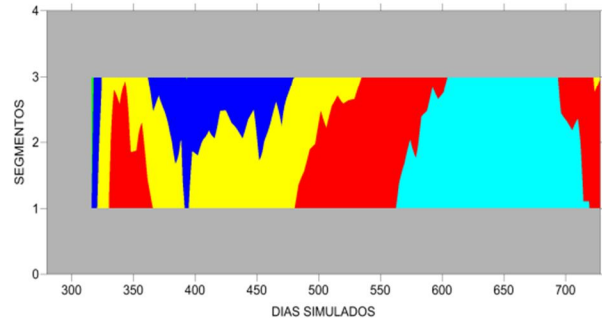


FIGURA 9.34b – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirão ME02.

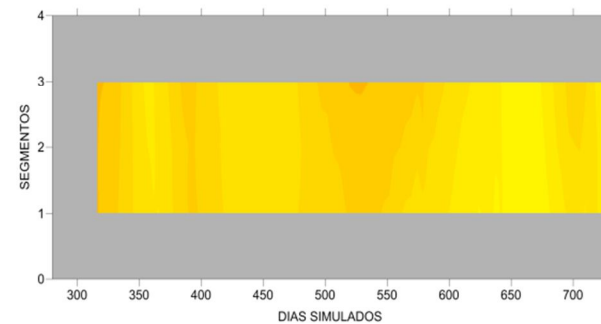
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIBEIRÃO ME02

**CASO PROP02**

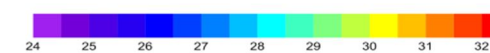
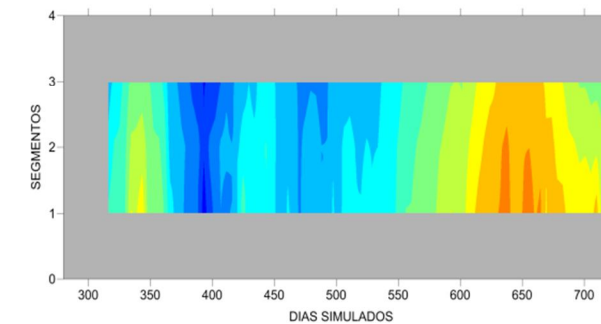
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME02



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME02

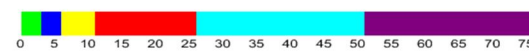
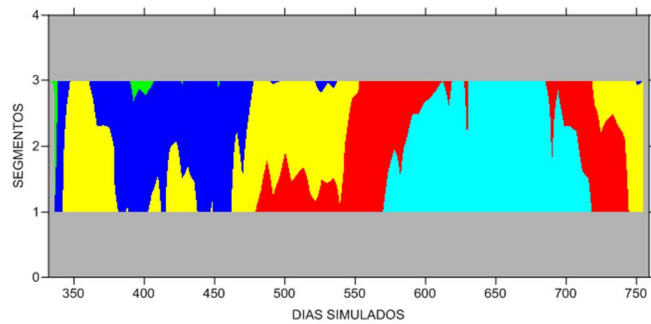


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME02

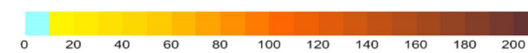
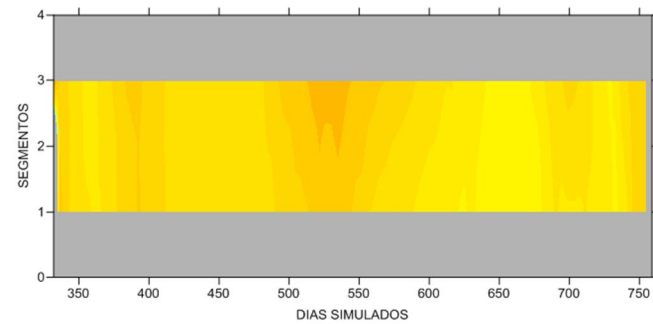


**CASO PROP02B**

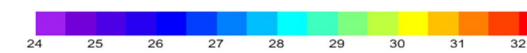
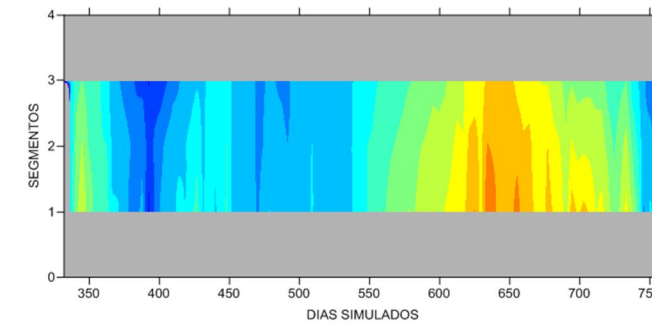
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME02



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME02

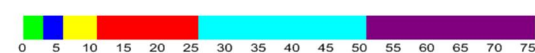
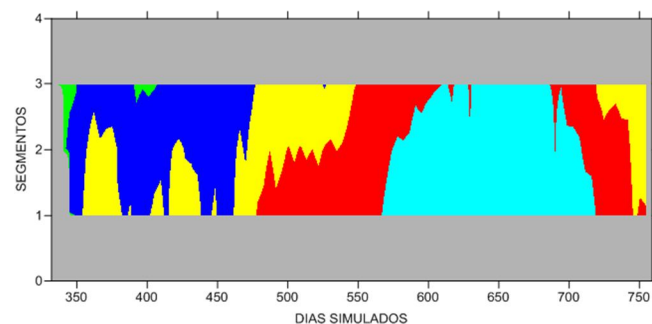


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME02

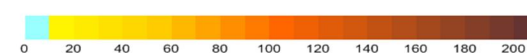
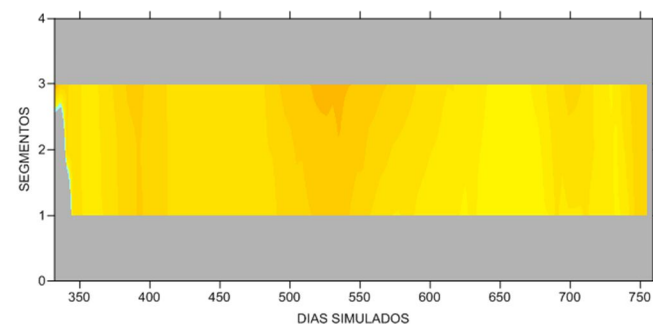


**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME02



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME02



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME02

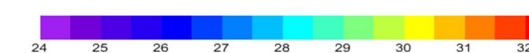
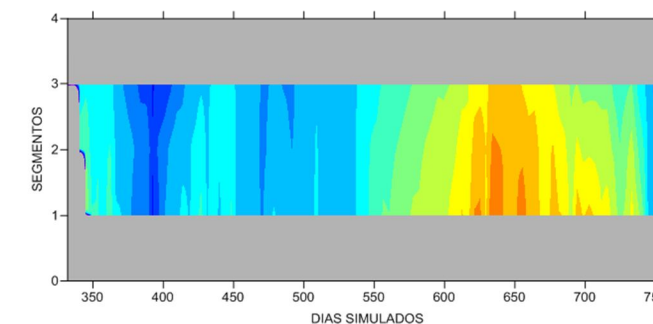
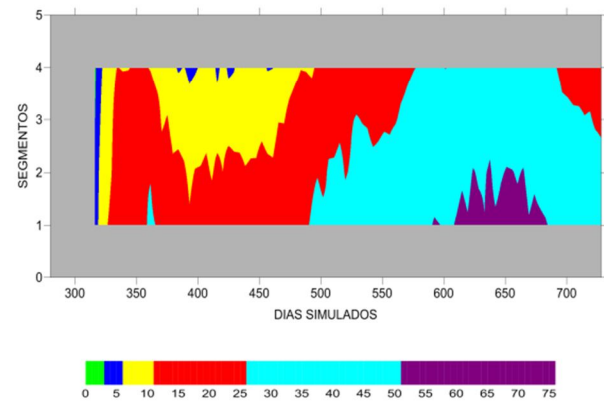


FIGURA 9.35a – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirão ME03.

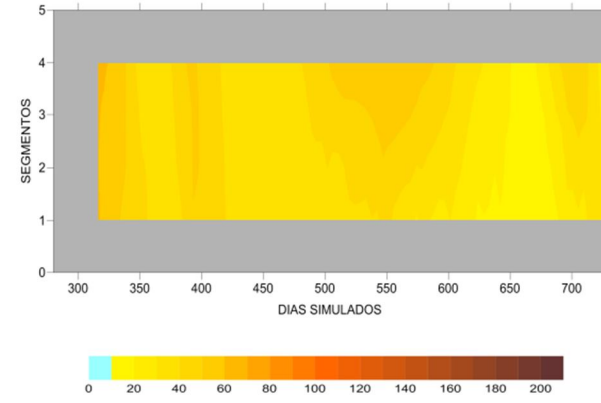
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIBEIRÃO ME03

**CASO PROP02**

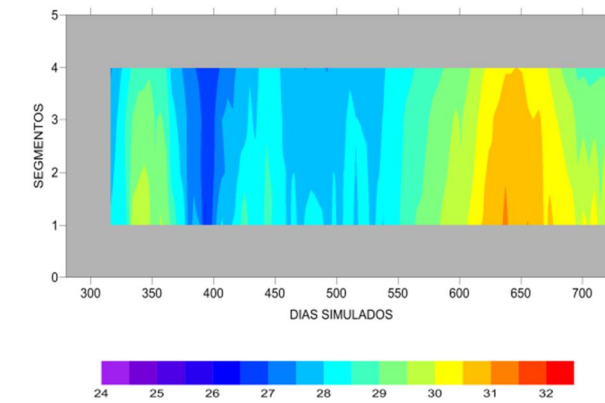
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME03



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME03

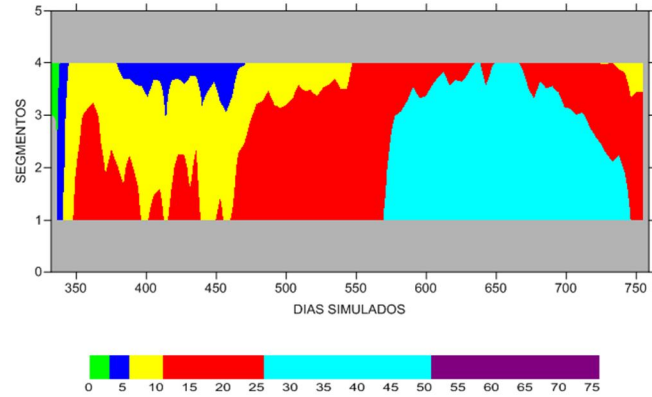


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME03

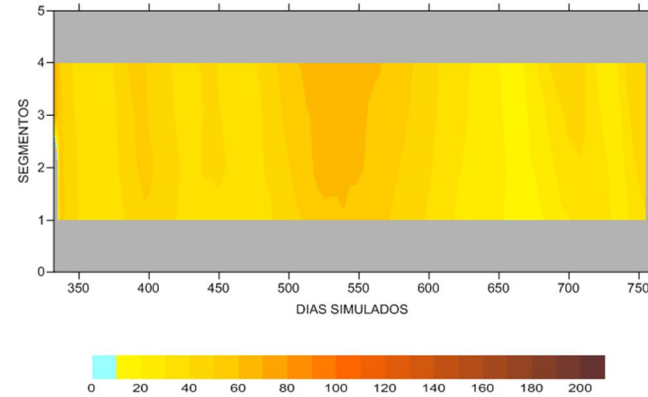


**CASO PROP02B**

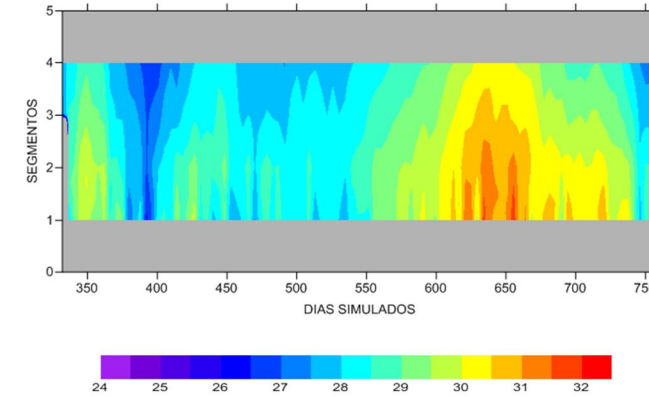
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME03



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME03

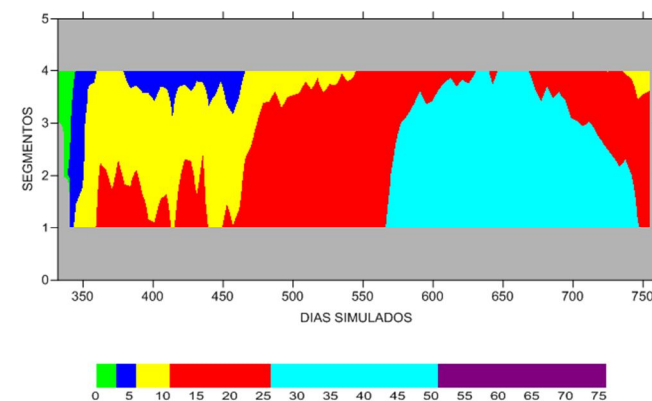


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME03

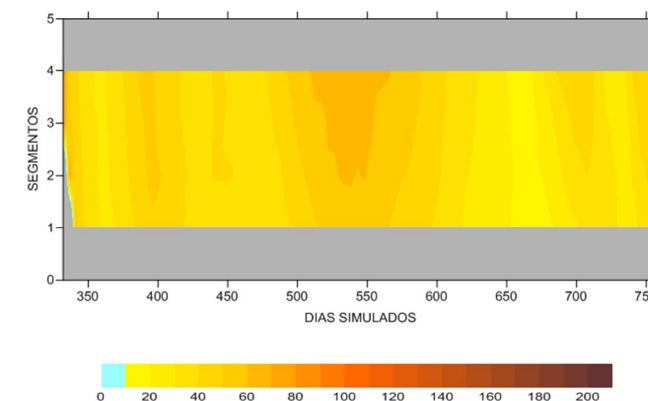


**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME03



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME03



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME03

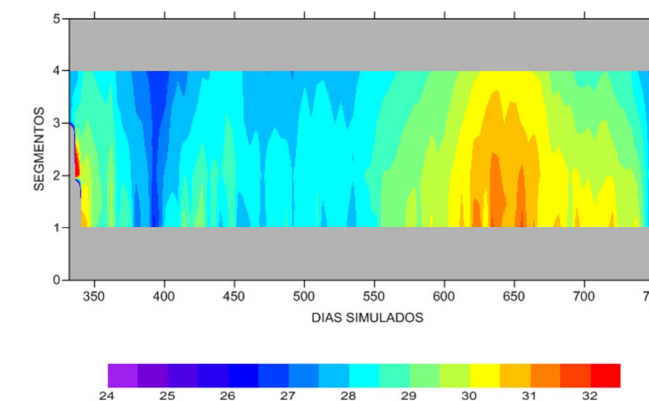


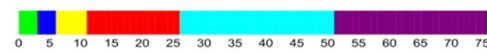
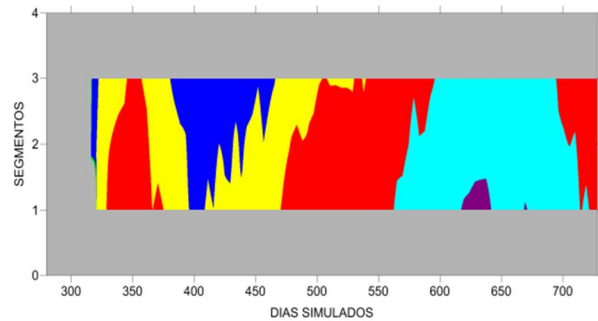


FIGURA 9.35b – Análise global unidimensional dos parâmetros independentes da biomassa lábil – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirão ME04.

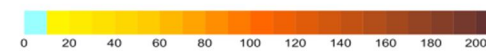
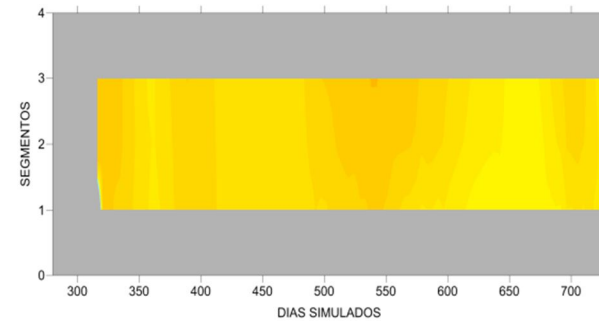
## INTEGRAL NOS SEGMENTOS - IDADE DA ÁGUA (dias), SEDIMENTOS (mg/L) E TEMPERATURA (°C) – RIBEIRÃO ME04

**CASO PROP02**

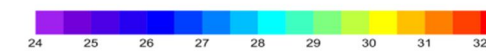
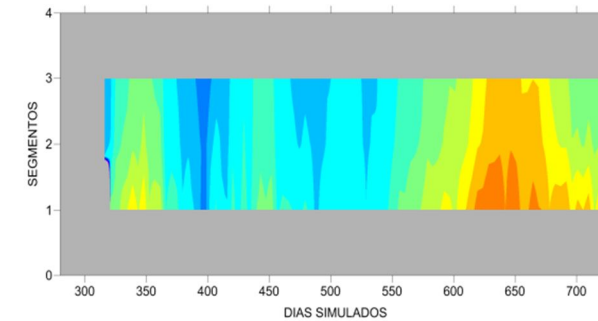
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME04

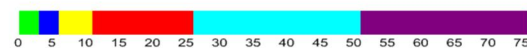
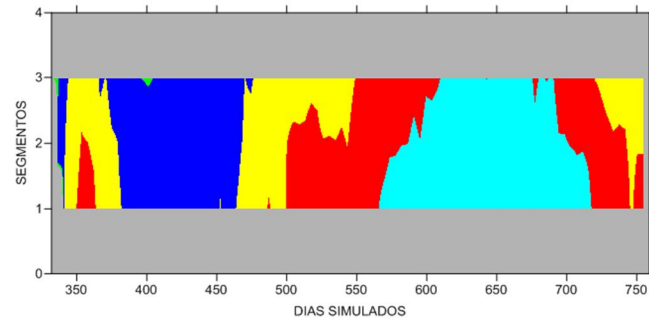


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME04

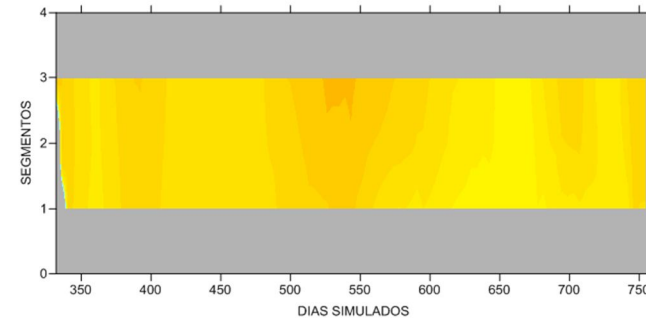


**CASO PROP02B**

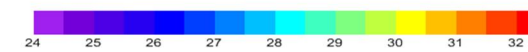
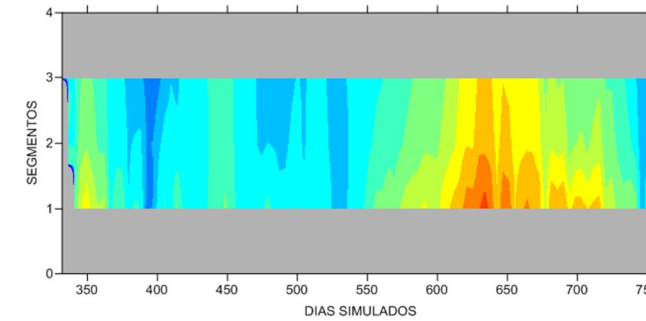
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME04

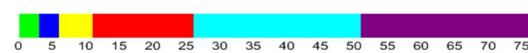
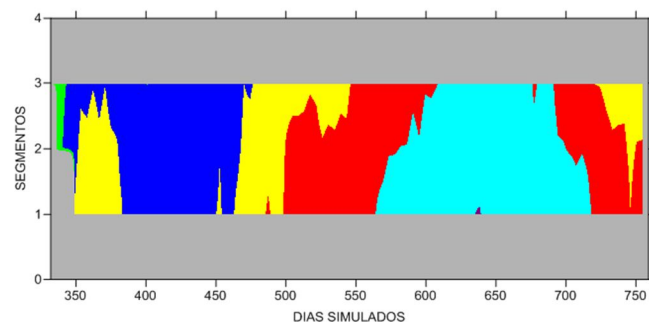


DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME04

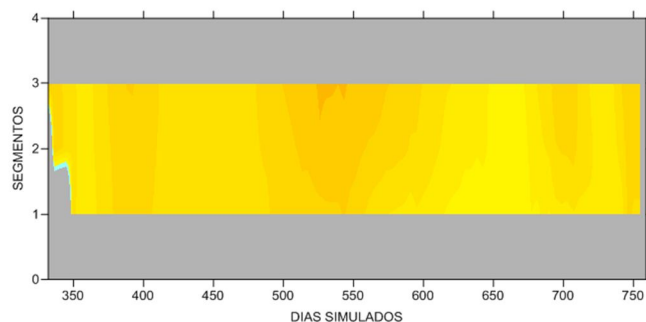


**CASO03**

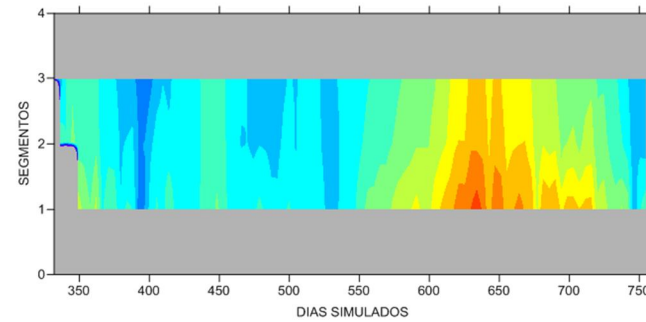
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Idade da Água (dias) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Sólidos Suspensos (g/m³) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Temperatura da água (°C) - RIBEIRÃO ME04



### 9.3.2. PARÂMETROS DEPENDENTES DA BIOMASSA ALAGADA

#### 9.3.2.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

O comportamento vertical das concentrações de DBO, ao longo do tempo, observado na Figura 9.36 (**DUV**) mostra que as maiores concentrações deste parâmetro ocorrem nas camadas intermediárias e inferiores, para os três cenários simulados. Ao longo da camada superior do reservatório, (nos primeiros 5 metros), as concentrações são sempre inferiores a 5,0mg/L.

Nas Figuras 9.37, 9.38, 9.39 e 9.40 (**DULs**) pode-se observar o comportamento longitudinal das concentrações de DBO, ao longo do tempo, para o TRECHO TELES PIRES e para os TRIBUTÁRIOS.

No TRECHO TELES PIRES (Figura 9.37), os valores de DBO acima de 5,0 mg/L ocorrem apenas num pequeno trecho situado próximo ao eixo da barragem (na área mais à jusante do reservatório), num tempo bastante reduzido, apenas para o CASO PROP02.

No TRECHO PARANAÍTA (Figura 9.38), pode-se observar um aumento expressivo nas concentrações de DBO, que chegam a atingir valores acima de 10,0 mg/L, no CASO PROP02, ao longo de toda a extensão deste braço. Contudo, nos CASOS PROP02B e 03, observa-se uma expressiva melhora deste quadro, pois os mesmos apresentam menores concentrações e menores extensões atingidas.

Nos demais trechos do reservatório – MD01, ME02, ME03 e ME04 (Figuras 9.39 e 9.40) - os valores de DBO são sempre inferiores a 5,0 mg/L, ao longo de todo o período de simulação e ao longo dos trechos, com exceção do ribeirão ME02, que apresenta comportamento similar ao TRECHO TELES PIRES, com concentrações mais expressivas (acima de 5,0 mg/L) apenas no trecho de jusante, para os três cenários simulados.

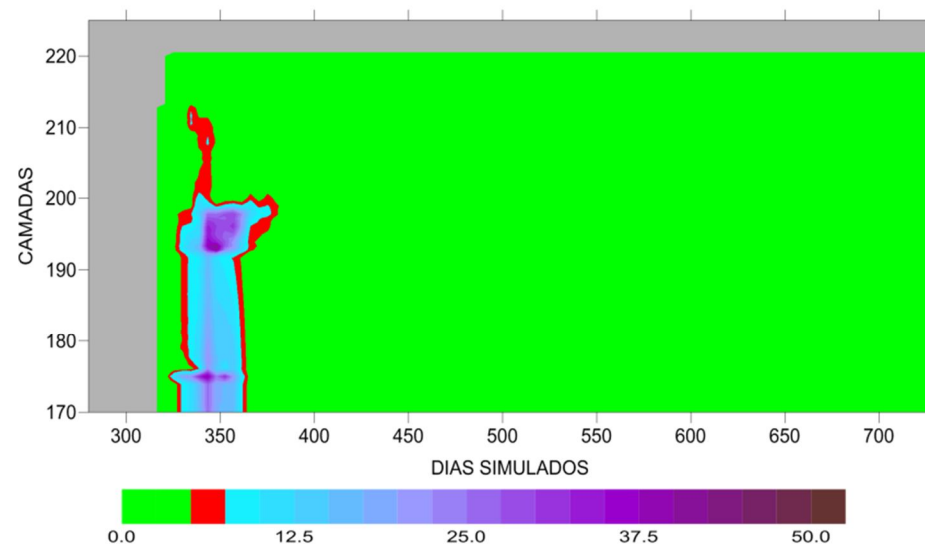
Ressalta-se que o valor máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 é de 5,0 mg/L de DBO, para rios classe 2.

FIGURA 9.36 – Análise global unidimensional do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) – integral nas camadas (DUV).

**INTEGRAL NAS CAMADAS – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L)**

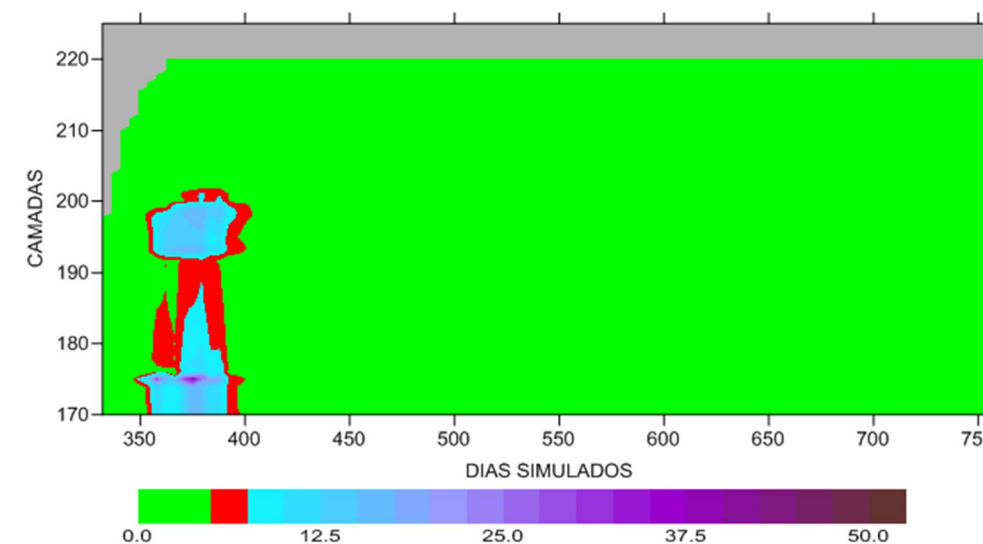
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES

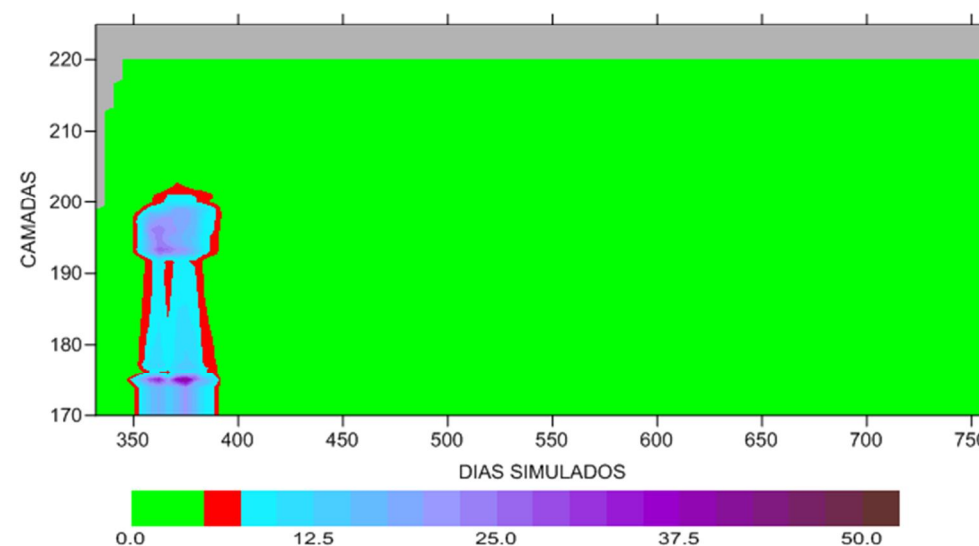
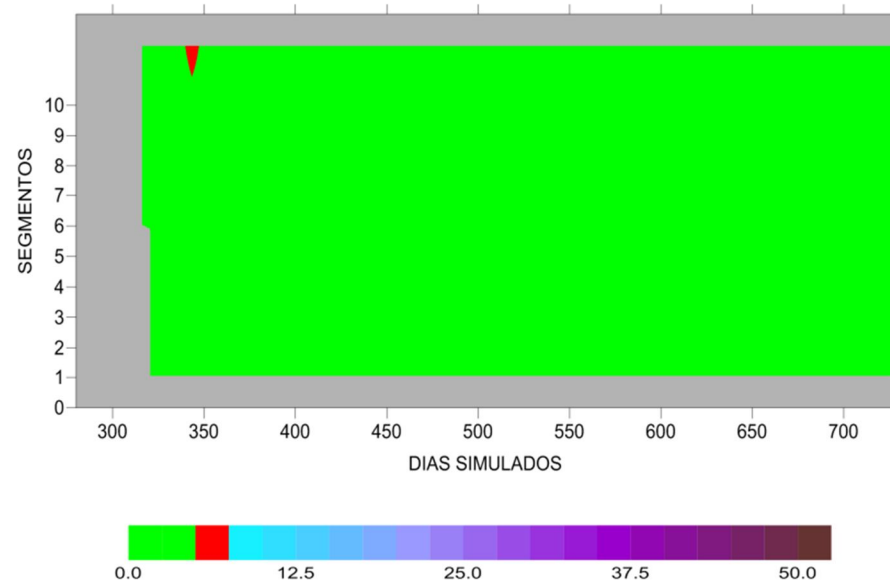


FIGURA 9.37 – Análise global unidimensional do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L) – RIO TELES PIRES**

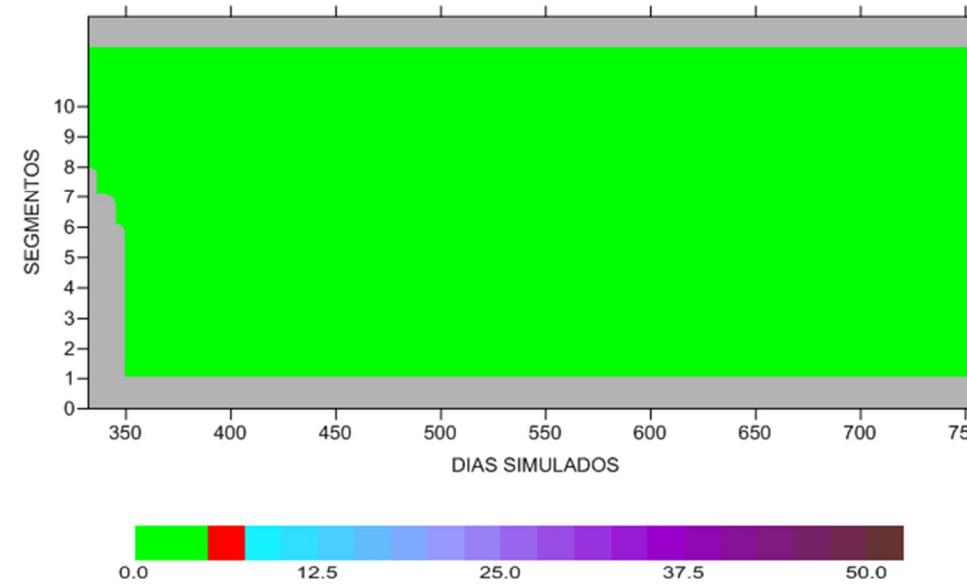
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

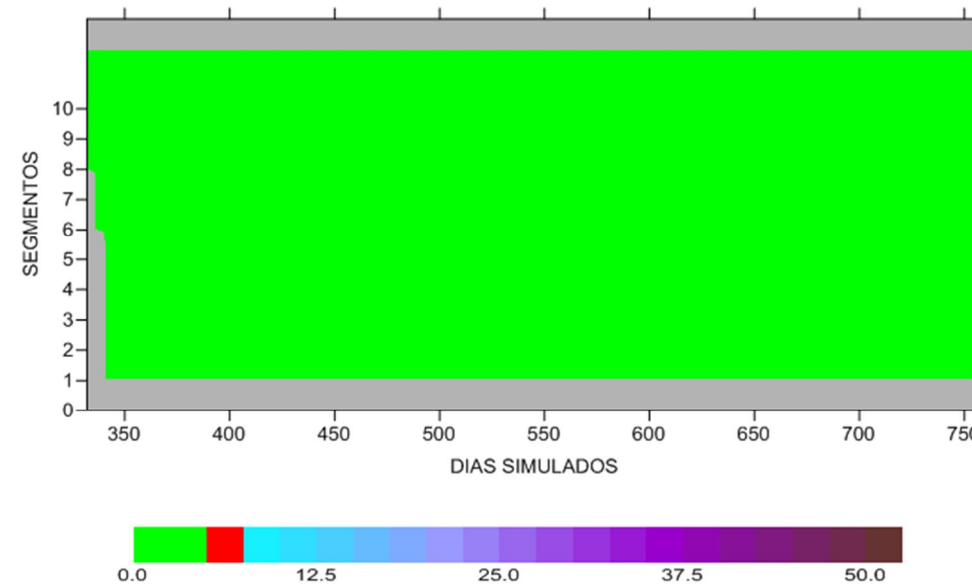
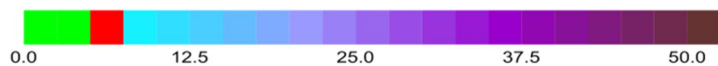
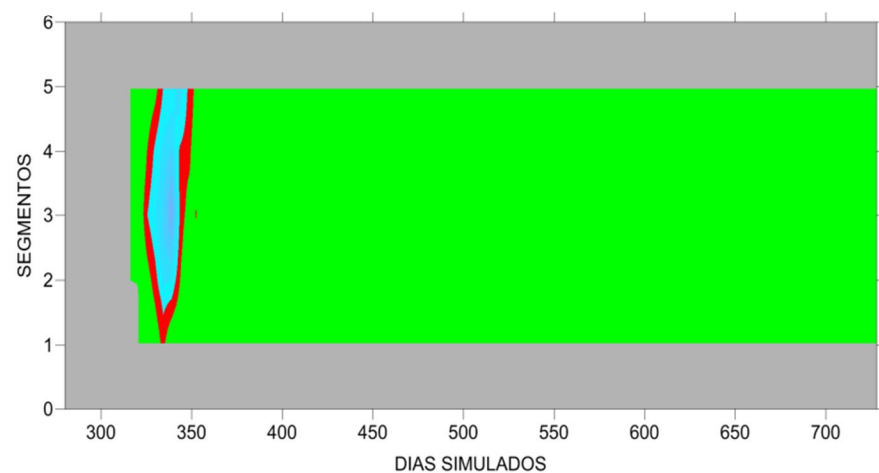


FIGURA 9.38 – Análise global unidimensional do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L) – RIO PARANAÍTA**

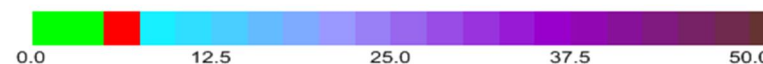
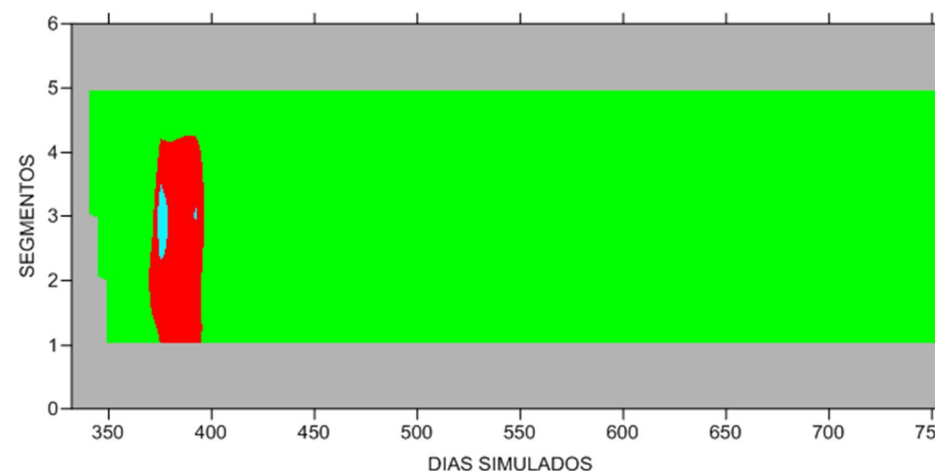
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

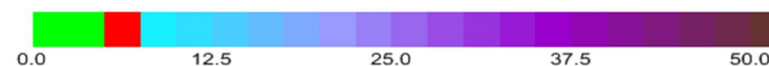
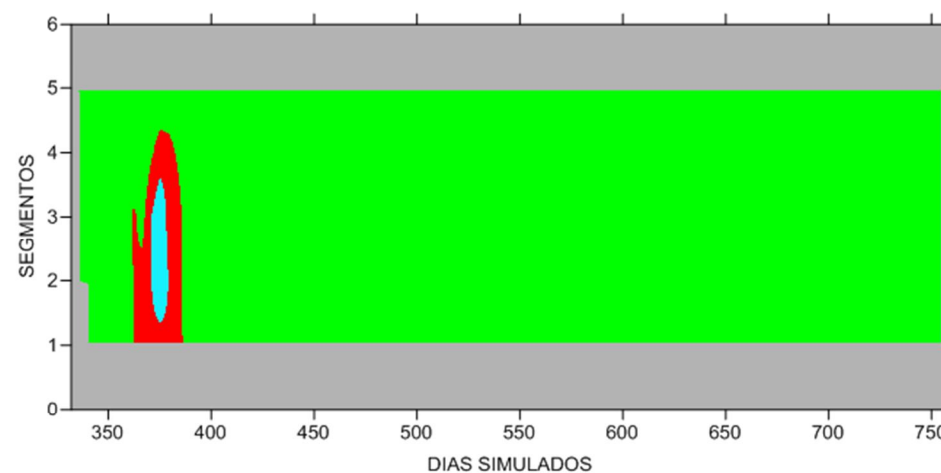




FIGURA 9.39 – Análise global unidimensional do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões MD01 e ME02.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**

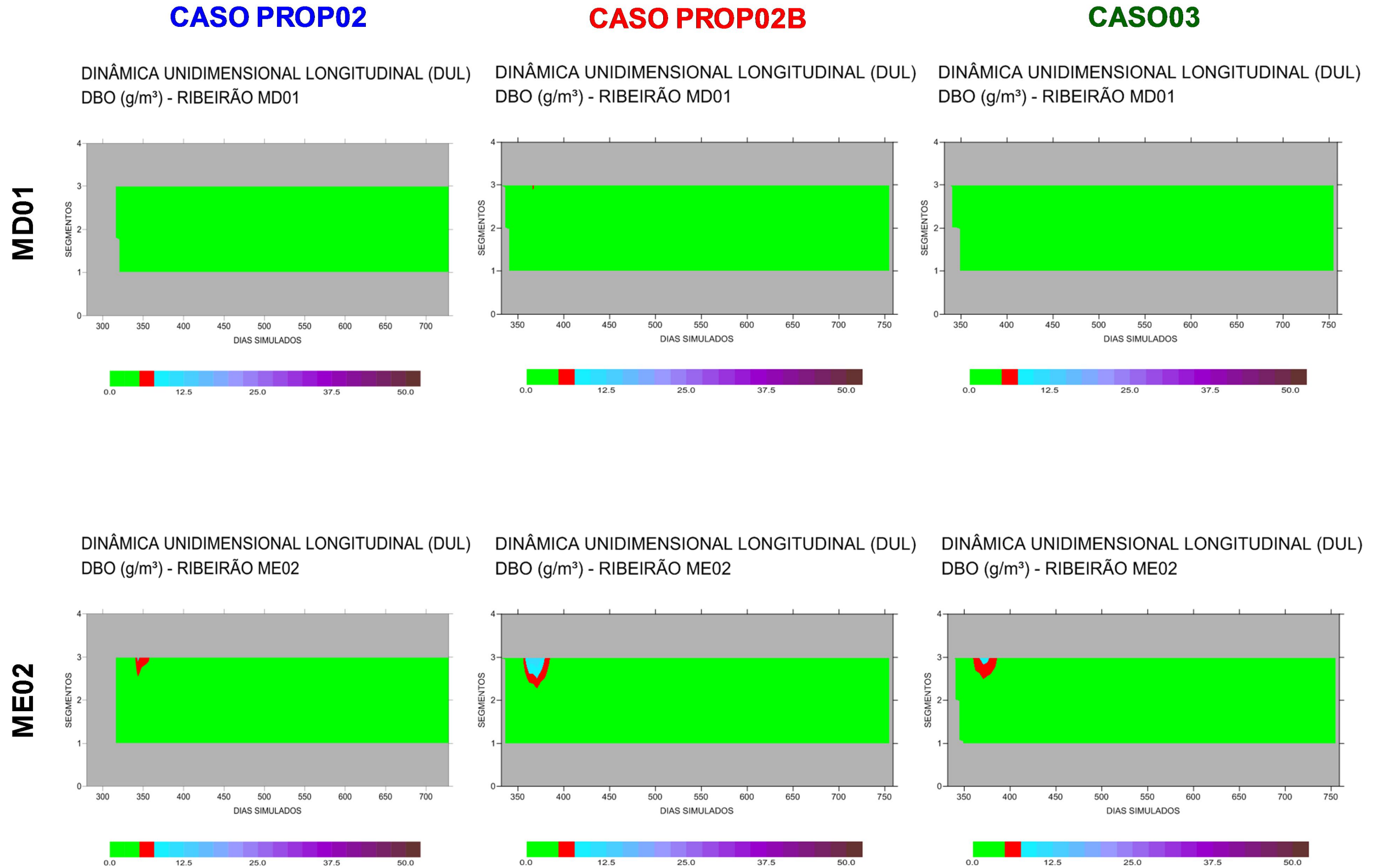


FIGURA 9.40 – Análise global unidimensional do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões ME03 e ME04.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/L) – RIBEIRÕES ME03E ME04**

**CASO PROP02**

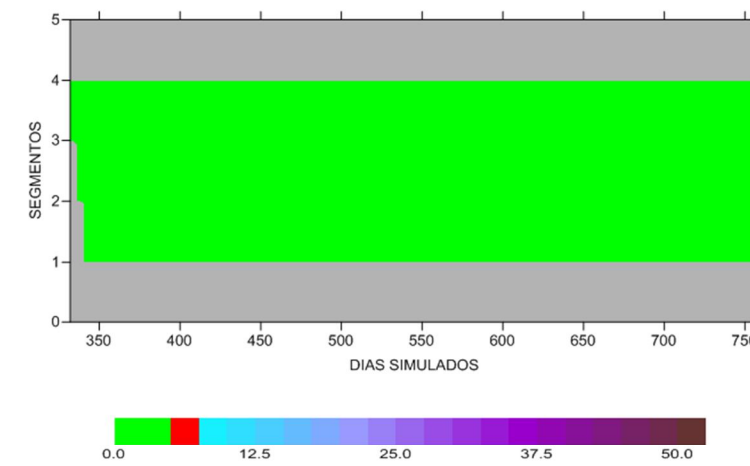
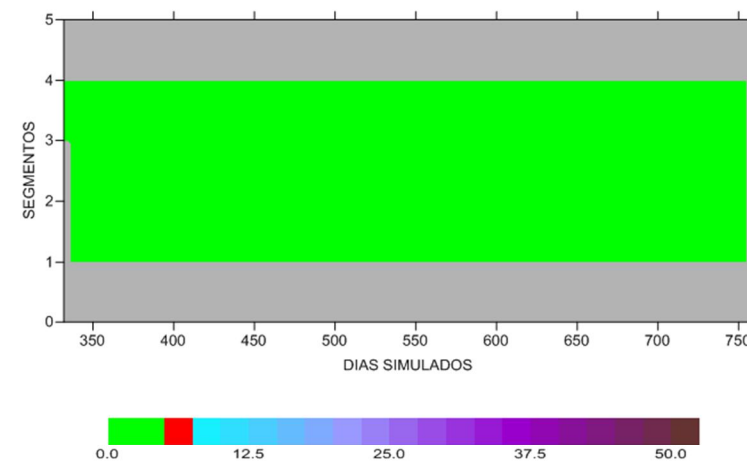
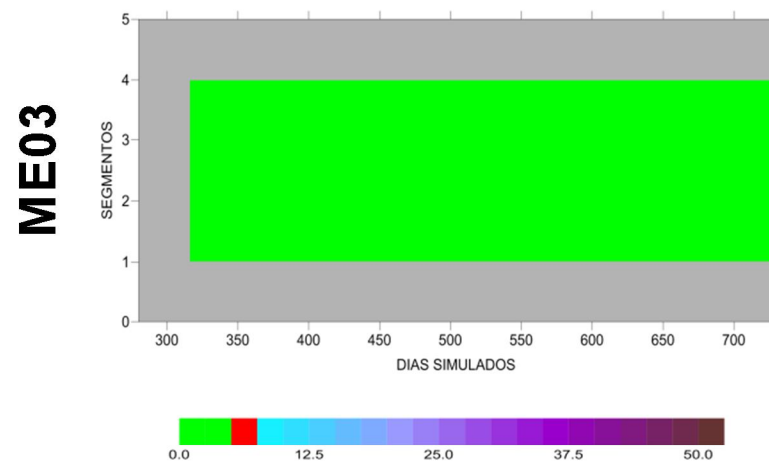
**CASO PROP02B**

**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03

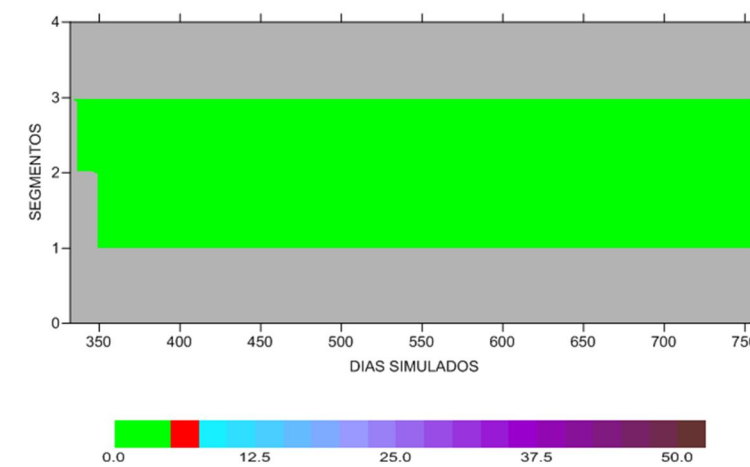
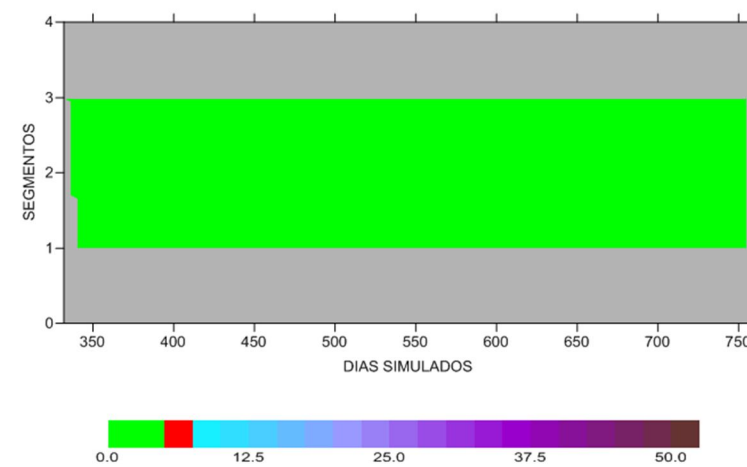
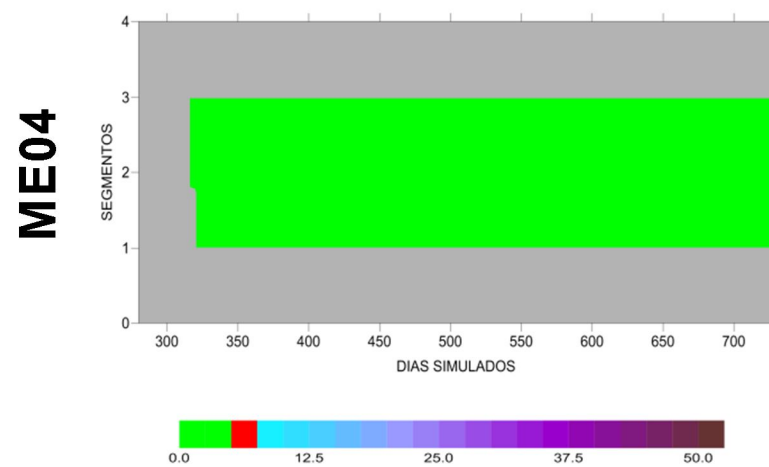
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



### 9.3.2.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O comportamento vertical das concentrações de OD ao longo do tempo, observado na Figura 9.41 (**DUV**), mostra que logo após o enchimento, com a depuração da biomassa alagada, ocorre anoxia nas camadas mais profundas. Contudo, na camada superior do reservatório (nos primeiros 5 metros), as concentrações de OD são sempre superiores a 3,0 mg/L, nos três casos simulados.

Observa-se também que os CASOS PROP02 e 03 apresentam melhores concentrações quando comparados ao CASO PROP02.

Nota-se que camadas mais profundas de reservatório apresentam sempre concentrações mais baixas de OD, o que configura um quadro típico de reservatórios.

O comportamento longitudinal das concentrações de OD, ao longo do tempo, pode ser observado nas Figuras 9.42, 9.43, 9.44 e 9.45 (**DULs**) para o TRECHO TELES PIRES e para os TRIBUTÁRIOS.

Para o TRECHO TELES PIRES (Figura 9.42) pode-se observar que as menores concentrações de OD ocorrem no trecho mais à jusante do reservatório (mais próximos à barragem), nos três cenários. Observa-se, ainda, expressiva melhora nas concentrações deste parâmetro quando se compara o CASO PROP02 aos CASOS PROP02B e 03, que apresentam menores concentrações devido à diluição ocasionada pelas maiores vazões afluentes durante o enchimento.

Para o TRECHO PARANAÍTA (Figura 9.43) observa-se um período com quadro crítico logo após o enchimento, onde as concentrações de OD apresentam valores muito baixos (próximos à anoxia) no CASO PROP02. Este quadro é consequência do aumento expressivo das concentrações de DBO, mesmo após o desmatamento total deste braço. Para os CASOS PROP02B e 03, pode-se observar uma sensível melhora devido às maiores vazões afluentes que propiciam maior diluição e, conseqüentemente, concentrações menos anóxicas, principalmente no CASO PROP02B.

Os demais braços do reservatório – MD01, ME02, ME03 e ME04 (Figuras 9.43 e 9.44) – também apresentam períodos de concentrações mais baixas de OD, para os três cenários simulados. Para o TRECHO MD01, as concentrações são, com pouquíssimas exceções, sempre acima de 3,0 mg/L. Para os TRECHOS ME02 e ME03, os períodos com concentrações de OD abaixo de 3,0 mg/L duram aproximadamente 15 dias e, para o TRECHO ME04, aproximadamente 5 dias. Em maior ou menor grau, dependendo do grau de intrusão das águas do corpo principal, as concentrações de OD para os TRECHOS MD01, ME02, ME03 E ME04 refletem as condições observadas no TRECHO TELES PIRES e não observadas diferenças relevantes entre os três cenários simulados.

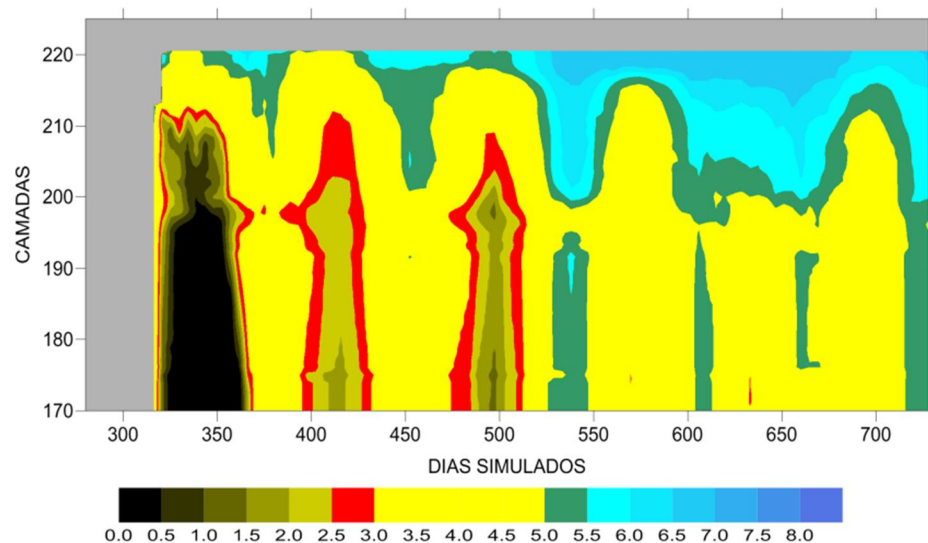
Ressalta-se que o valor mínimo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005 é de 5,0 mg/L de OD, para rios classe 2.

FIGURA 9.41 – Análise global unidimensional do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) – integral nas camadas (DUV).

**INTEGRAL NAS CAMADAS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)**

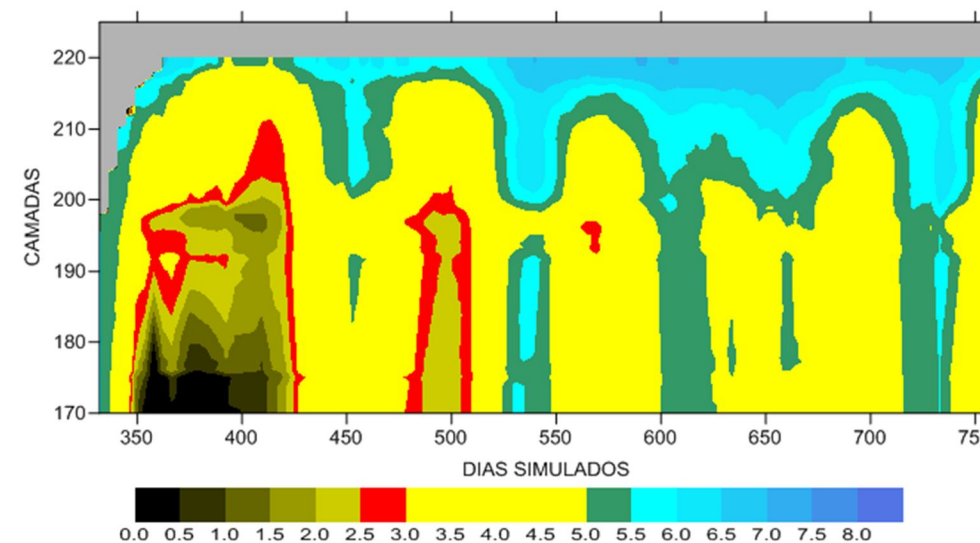
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES

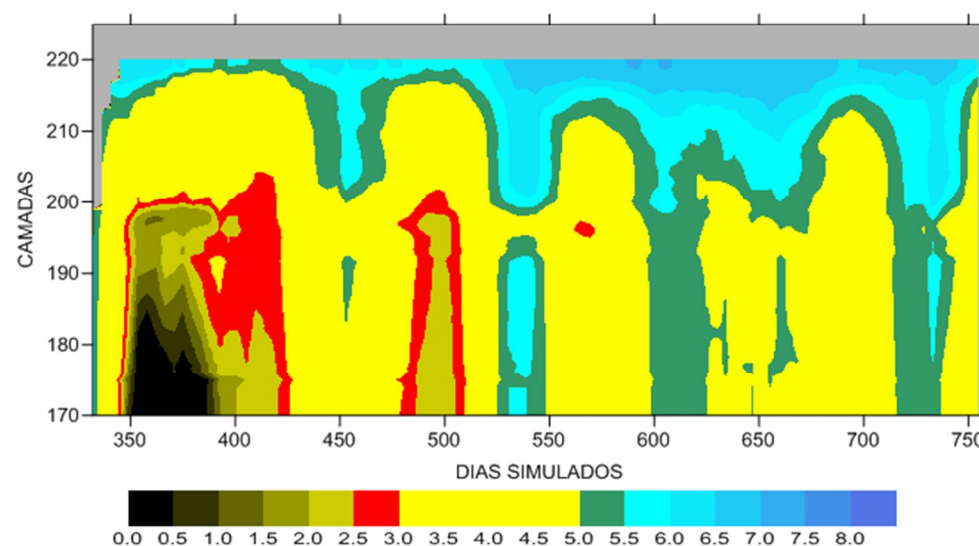


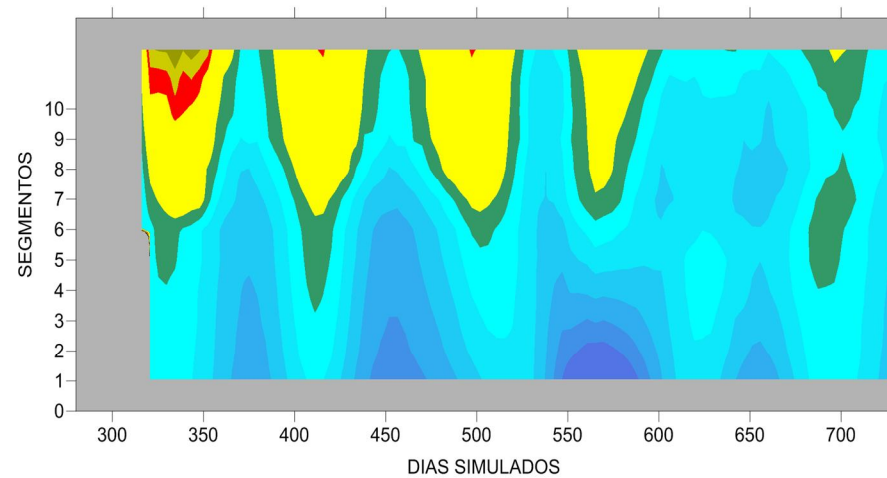


FIGURA 9.42 – Análise global unidimensional do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L) – RIO TELES PIRES**

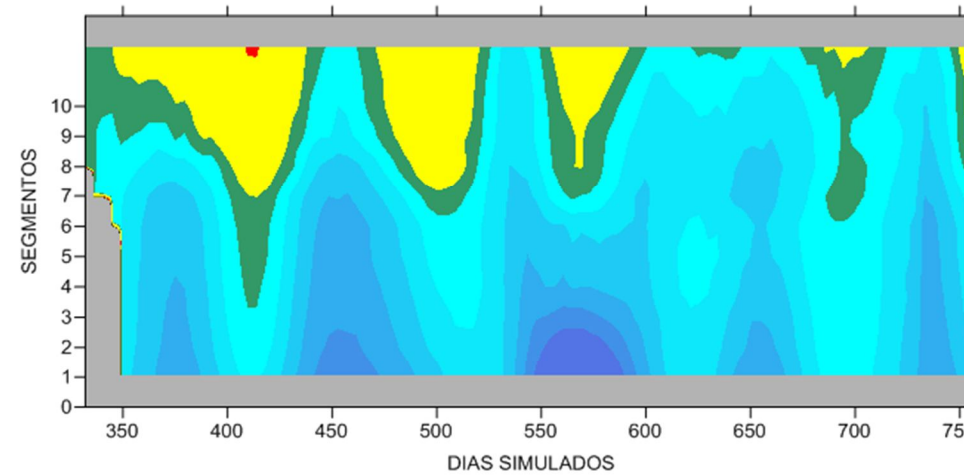
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

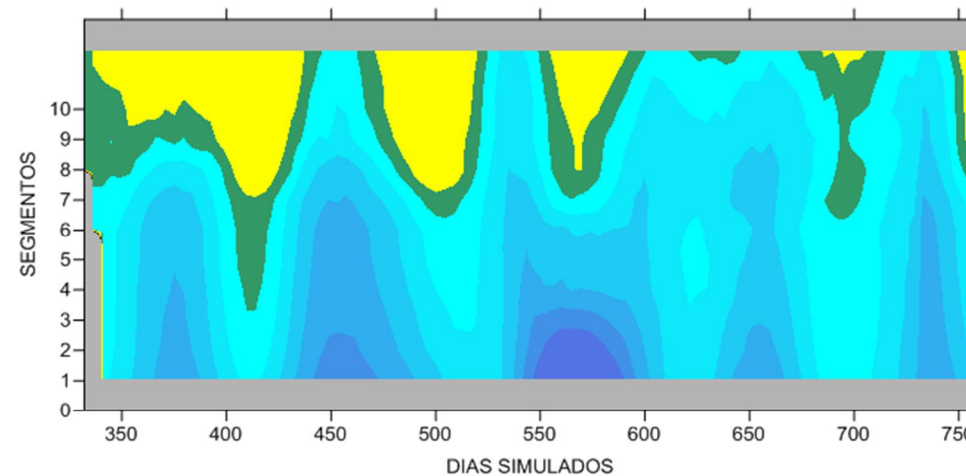
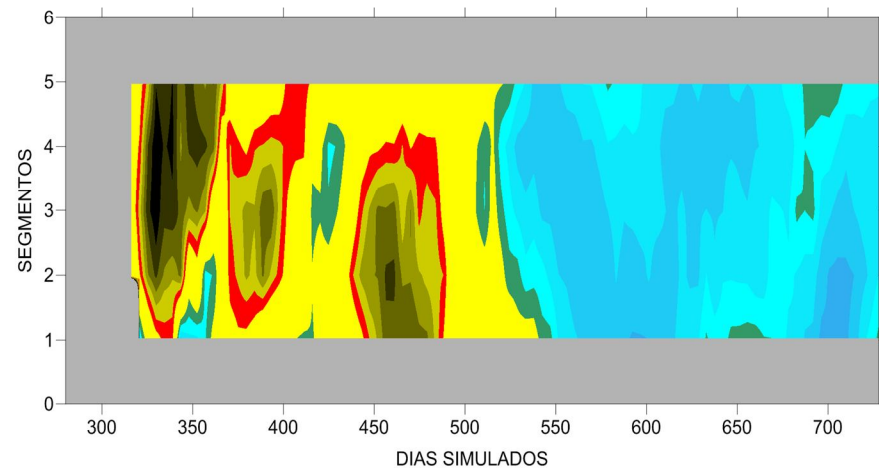


FIGURA 9.43 – Análise global unidimensional do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

## INTEGRAL NOS SEGMENTOS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L) – RIO PARANAÍTA

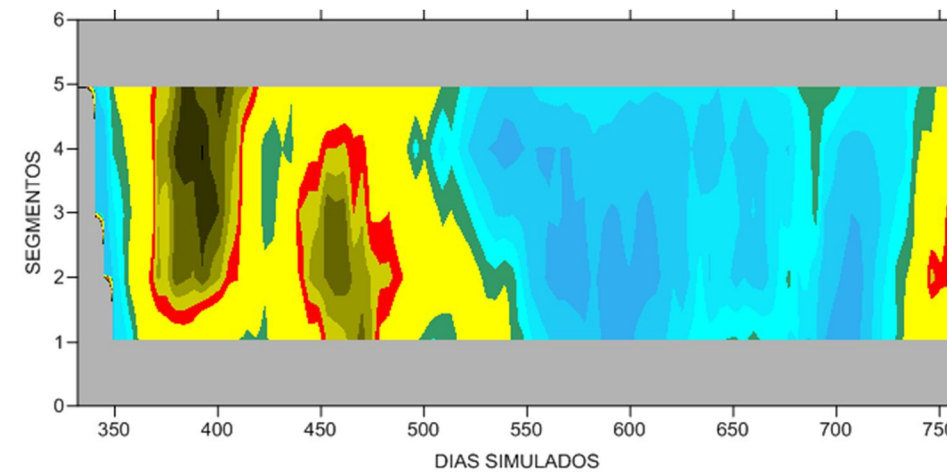
### CASO PROP02

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



### CASO03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



### CASO PROP02B

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

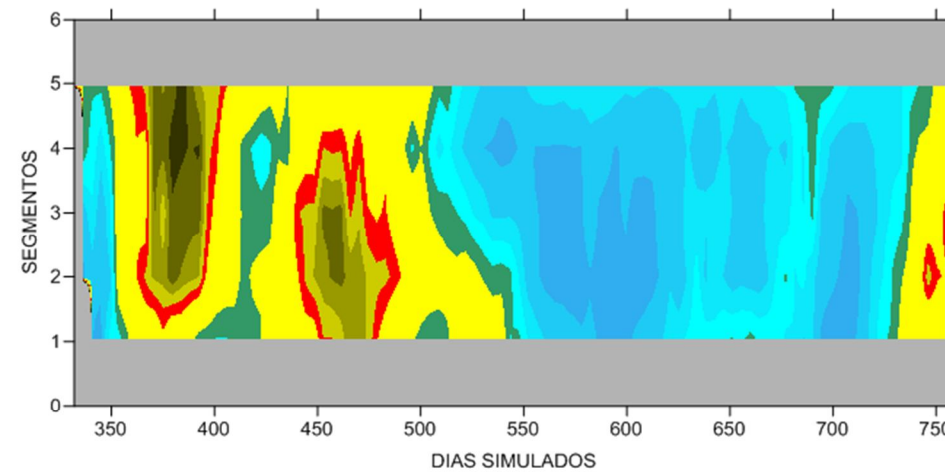


FIGURA 9.44 – Análise global unidimensional do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões MD01 e ME02.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**

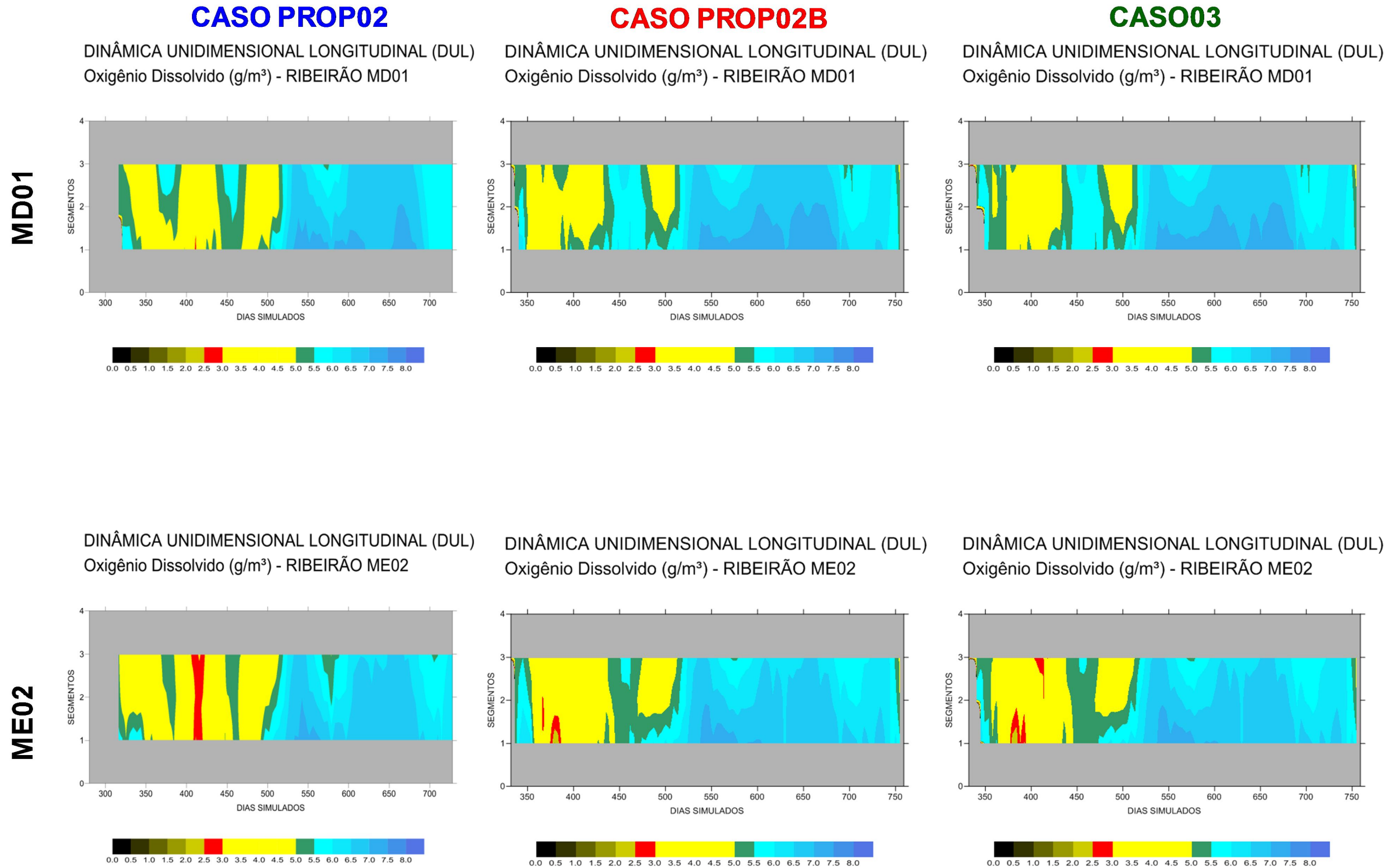
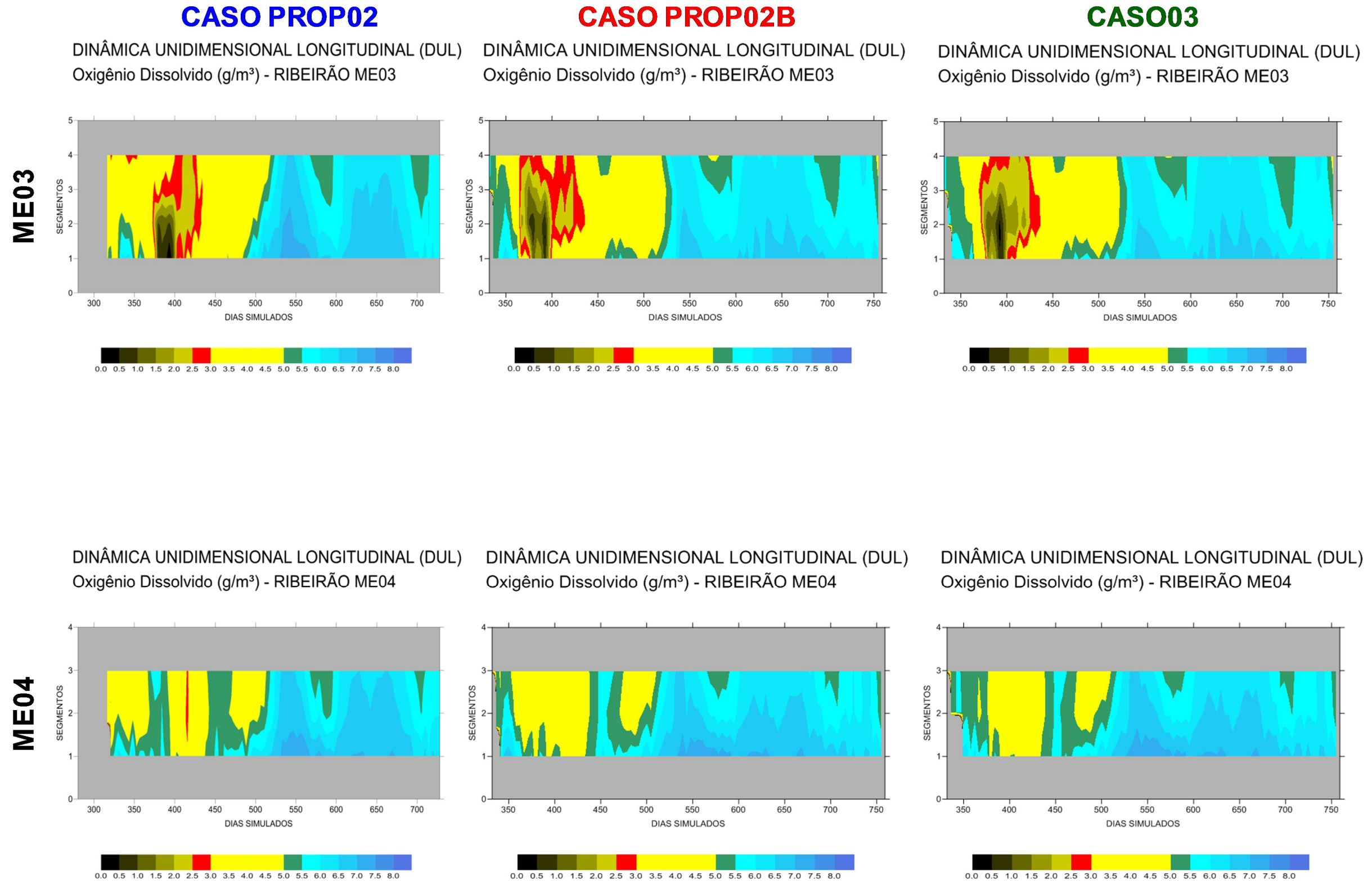




FIGURA 9.45 – Análise global unidimensional do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões ME03 e ME04.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L) – RIBEIRÕES ME03 E ME04**





### 9.3.2.3 NITROGÊNIO AMONIACAL

O comportamento vertical das concentrações de Nitrogênio Amoniacal, ao longo do tempo, pode ser observado na Figura 9.46 (**DUV**). As concentrações máximas deste parâmetro ocorrem no período subsequente ao enchimento, devido à baixa disponibilidade de OD, nas camadas mais inferiores do reservatório, para os três cenários simulados.

O comportamento longitudinal das concentrações de Nitrogênio Amoniacal, ao longo do tempo, pode ser observado nas Figuras 9.47, 9.48, 9.49 e 9.50 (**DULs**) para o TRECHO TELES PIRES e para os TRIBUTÁRIOS.

Pode-se observar para o TRECHO TELES PIRES (Figura 9.47) que, no período subsequente ao enchimento, as maiores concentrações de Nitrogênio Amoniacal ocorrem no trecho mais à jusante do reservatório. Contudo, na estiagem, as maiores concentrações passam a ocorrer no terço médio do reservatório nos três cenários simulados. Observa-se, ainda, que não ocorrem diferenças significativas entre os cenários.

Para o TRECHO PARANAÍTA (Figura 9.48), as maiores concentrações de Nitrogênio Amoniacal atingem todo o braço, no período subsequente ao enchimento, devido à baixa disponibilidade de OD, nos três cenários simulados. As maiores concentrações deste parâmetro persistem até a estiagem, acompanhando o comportamento do corpo principal do reservatório e não são observadas diferenças muito significativas entre os cenários.

Nos demais trechos (Figuras 9.49 e 9.50) os valores de Nitrogênio Amoniacal atingem seus máximos, acompanhando o comportamento do corpo principal do reservatório (TRECHO TELES PIRES), para os três cenários, sem diferenças expressivas entre eles.

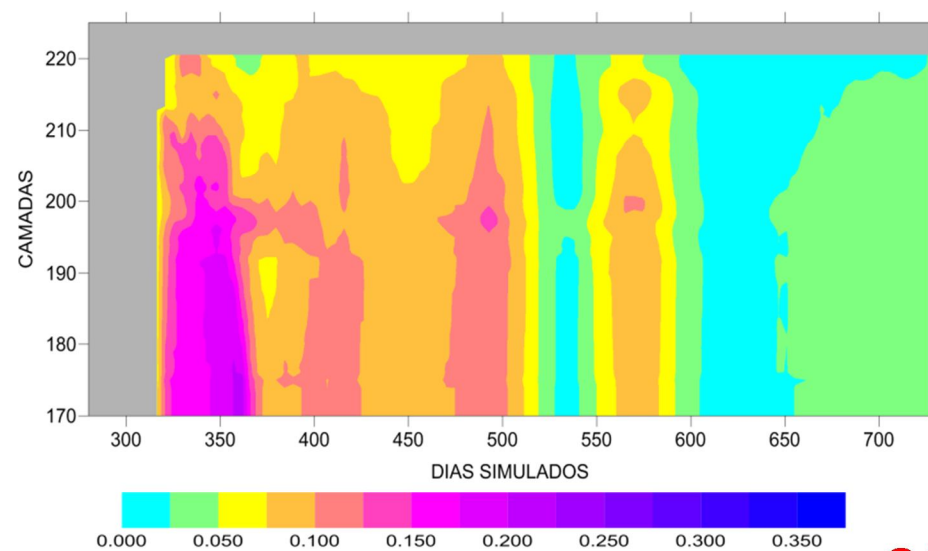
Ressalta-se que os valores na simulação para todos os braços do reservatório são expressivamente inferiores ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 3,7 mg/L, para rios classe 2.

FIGURA 9.46 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) – integral nas camadas (DUV).

**INTEGRAL NAS CAMADAS – NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L)**

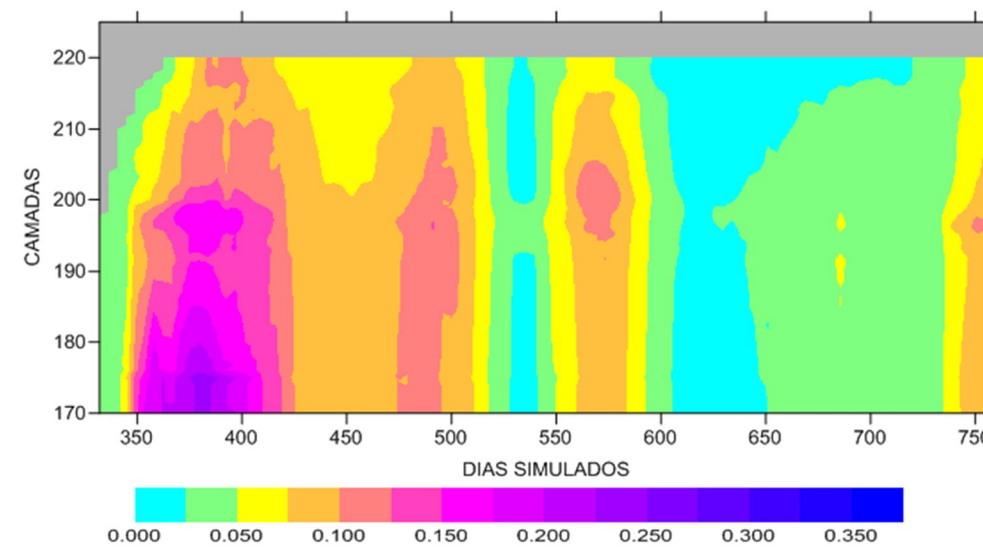
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES

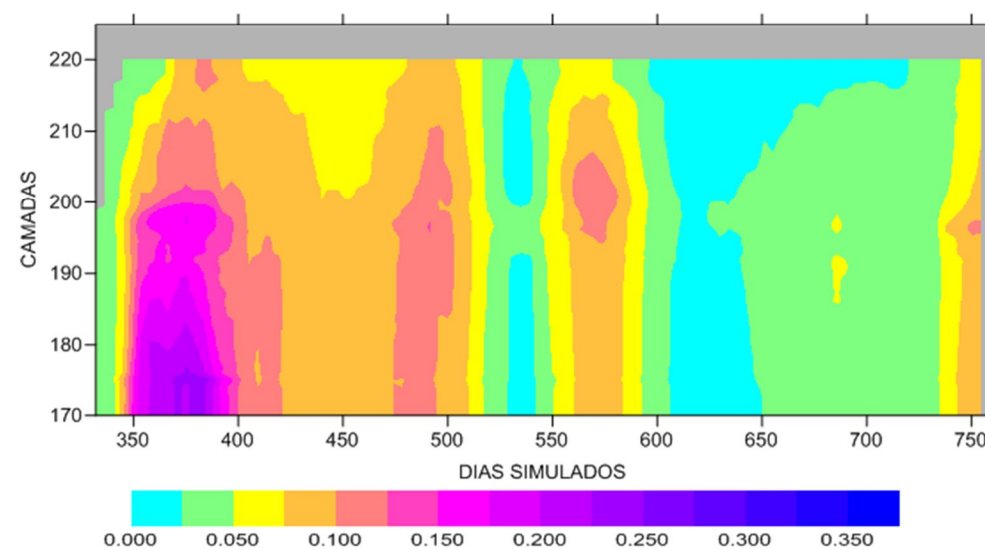
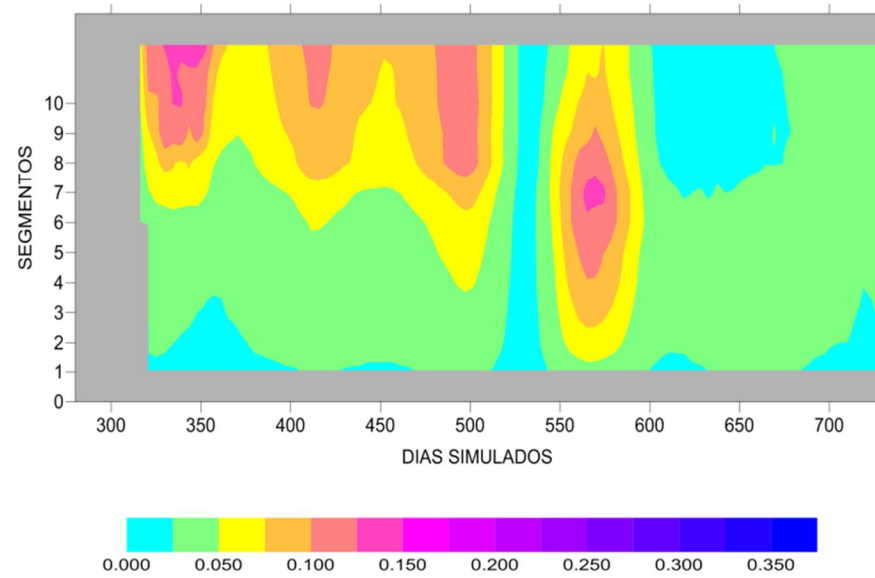


FIGURA 9.47 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L) – RIO TELES PIRES**

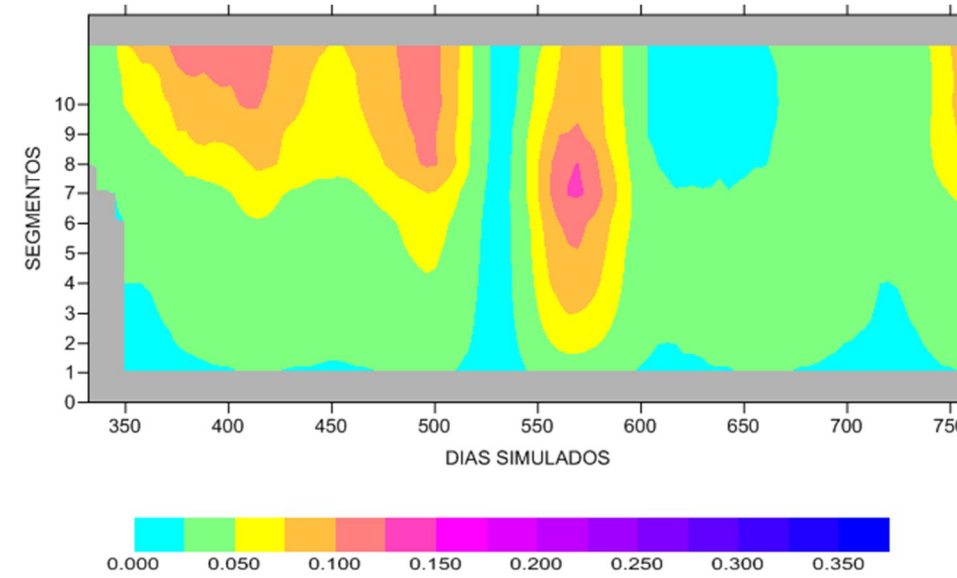
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO TELES PIRES

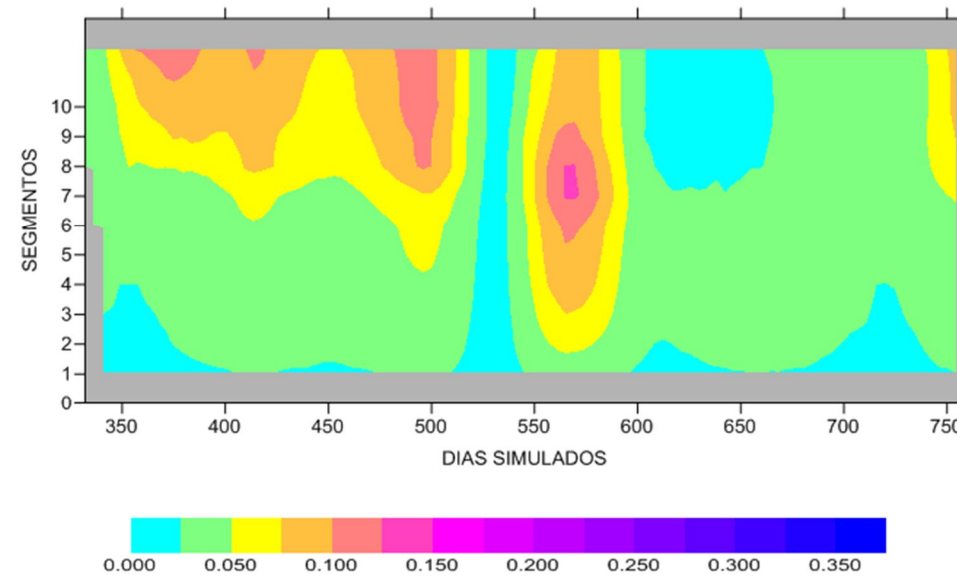
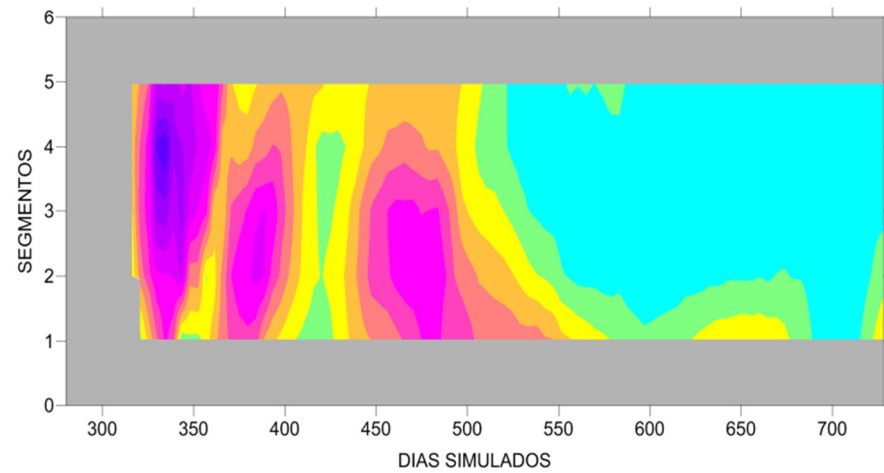


FIGURA 9.48 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L) – RIO PARANAÍTA**

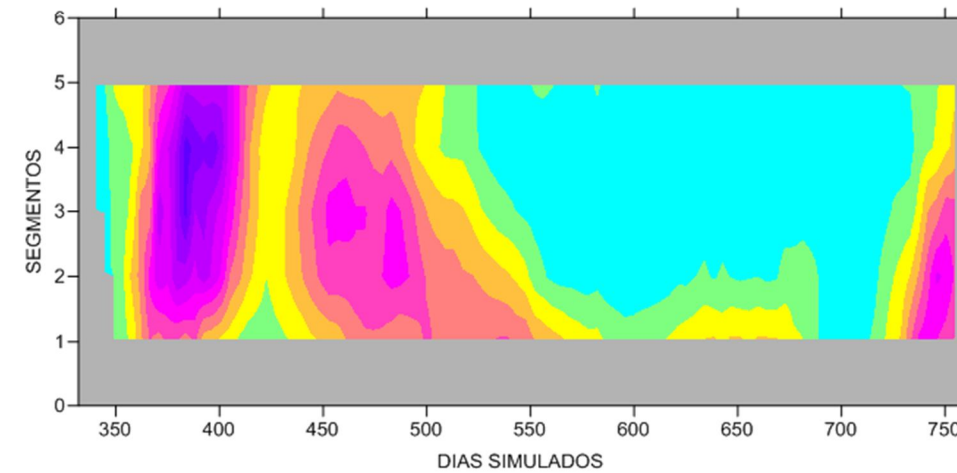
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO PARANAÍTA



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO PARANAÍTA



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N ( $g/m^3$ ) - RIO PARANAÍTA

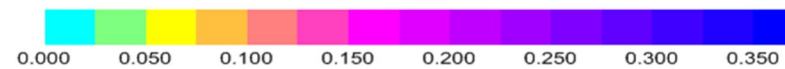
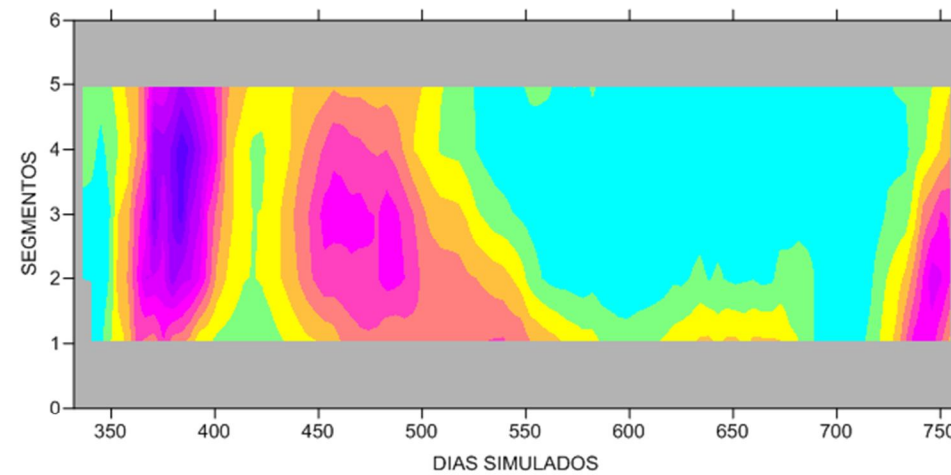




FIGURA 9.49 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões MD01 e ME02.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**

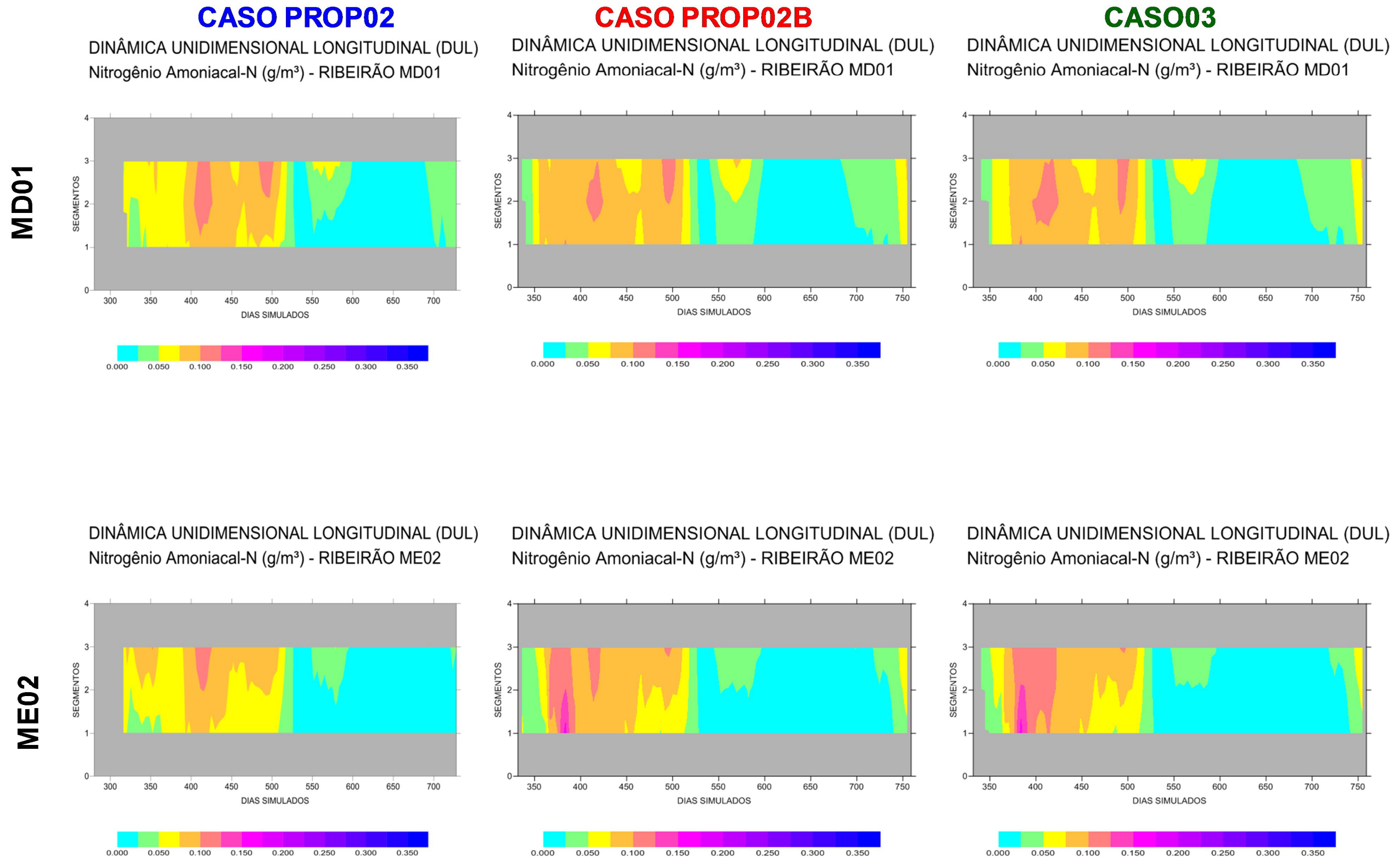
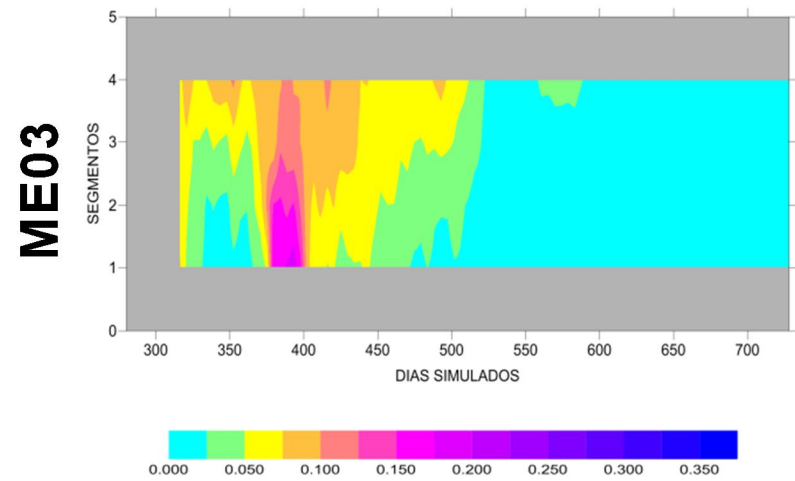


FIGURA 9.50 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões ME03 e ME04.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L) – RIBEIRÕES ME03 E ME04**

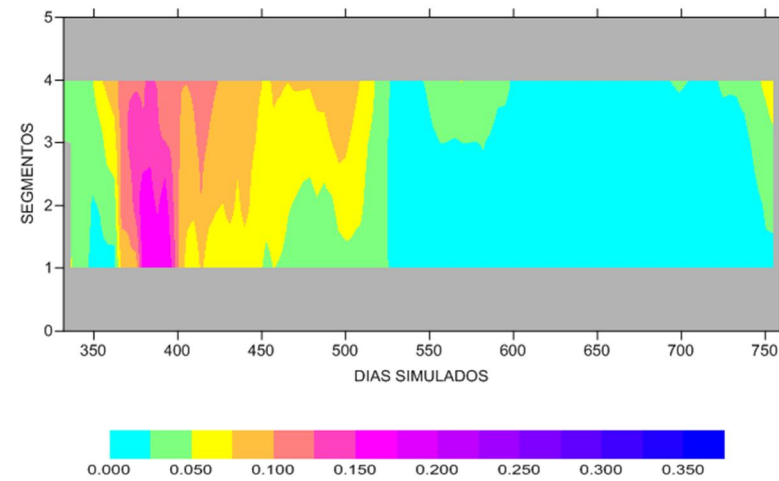
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



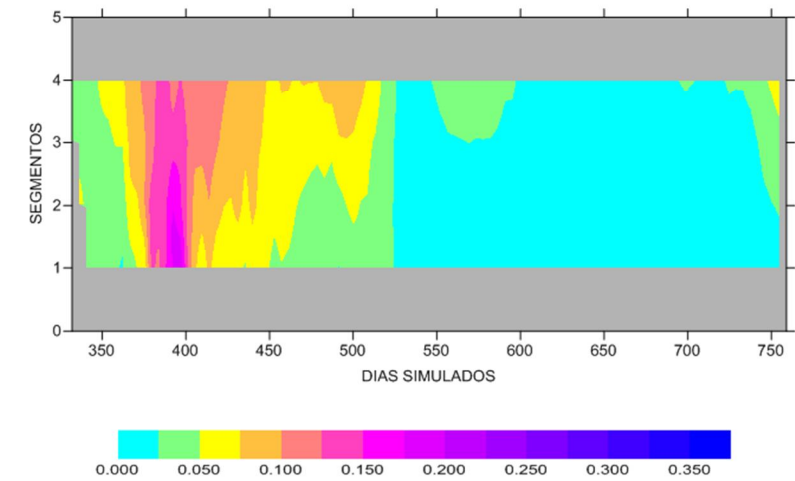
**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03

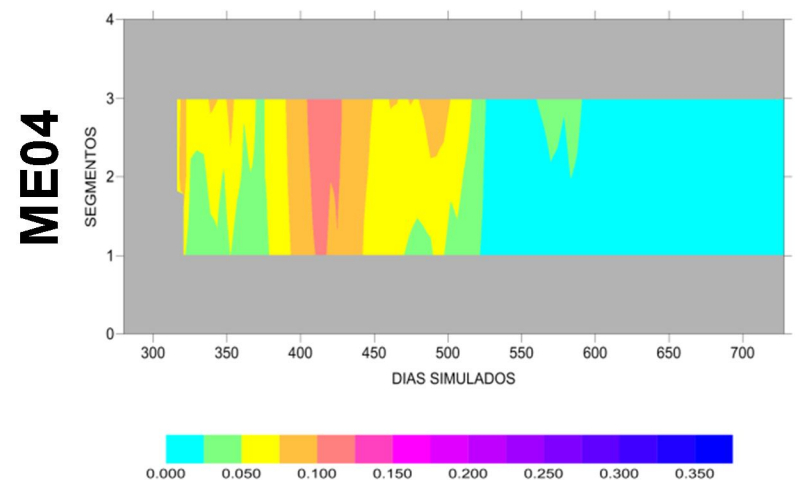


**CASO03**

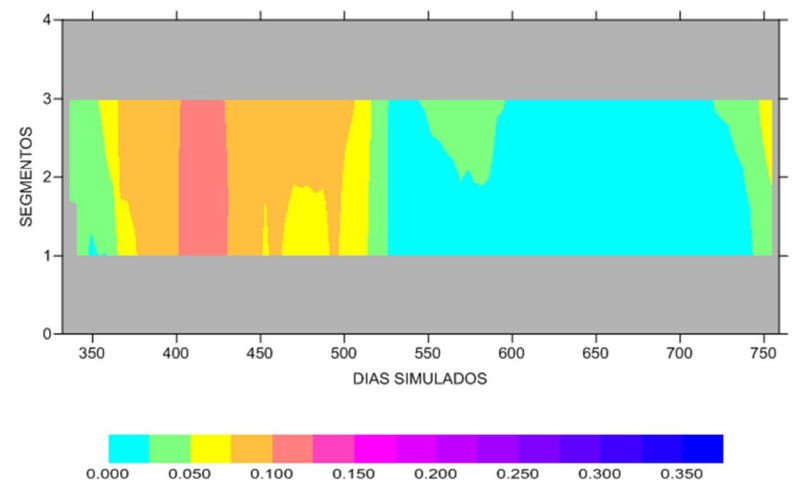
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



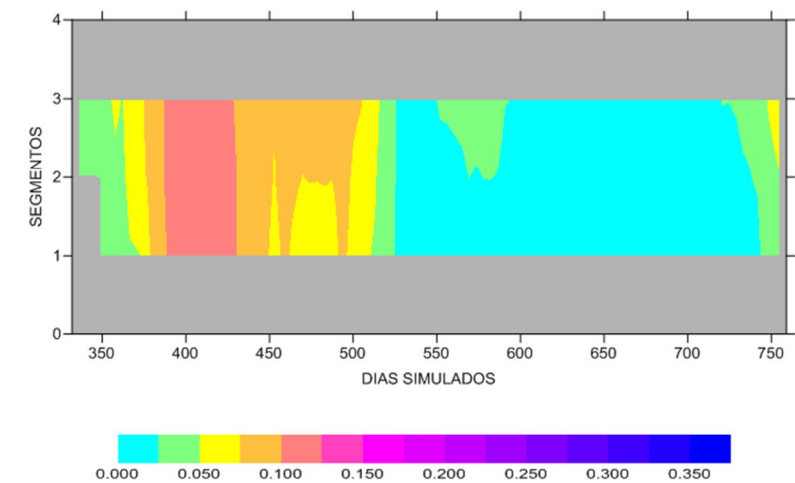
DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrogênio Amoniacal-N (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



#### 9.3.2.4 NITRATO

O comportamento vertical das concentrações de Nitrato, ao longo do tempo, pode ser observado na Figura 9.51 (**DUV**). Nota-se que os valores deste parâmetro situam-se no mesmo patamar, ao longo de todas as camadas, para os três cenários simulados.

O comportamento longitudinal das concentrações de Nitrato, ao longo do tempo, pode ser observado nas Figuras 9.52, 9.53, 9.54 e 9.55 (**DULs**) para o TRECHO TELES PIRES e para os TRIBUTÁRIOS.

Tanto no TRECHO TELES PIRES (Figura 9.52), quanto no TRECHO PARANAÍTA (Figura 9.53) e demais tributários (Figuras 9.54 e 9.55), as concentrações de Nitrato permanecem no mesmo patamar ao longo de todo o período de simulação, para os três cenários simulados, não sendo observadas diferenças significativas entre eles.

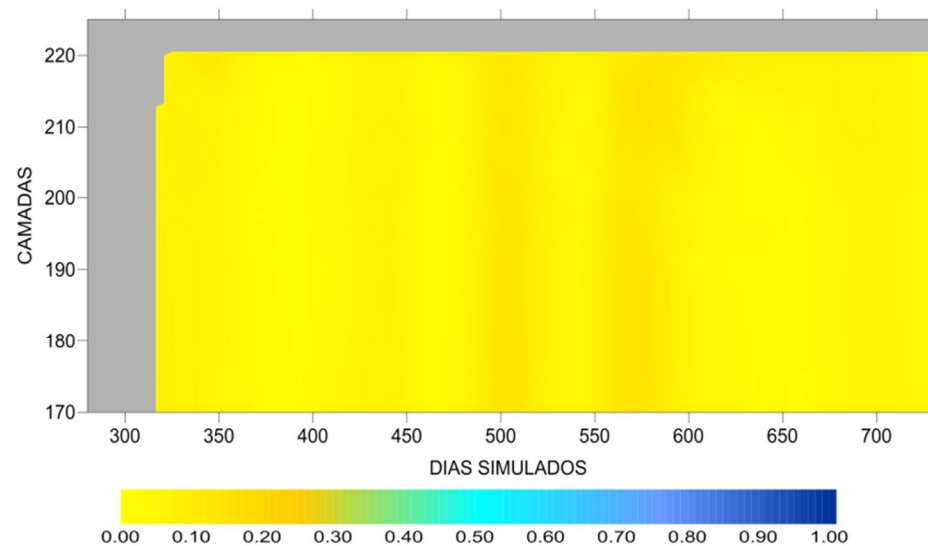
Ressalta-se que os valores obtidos para as concentrações de Nitrato são expressivamente inferiores ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que é de 10,0 mg/L, para rios classe 2.

FIGURA 9.51 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrato (mg/L) – integral nas camadas (DUV).

### INTEGRAL NAS CAMADAS – NITRATO (mg/L)

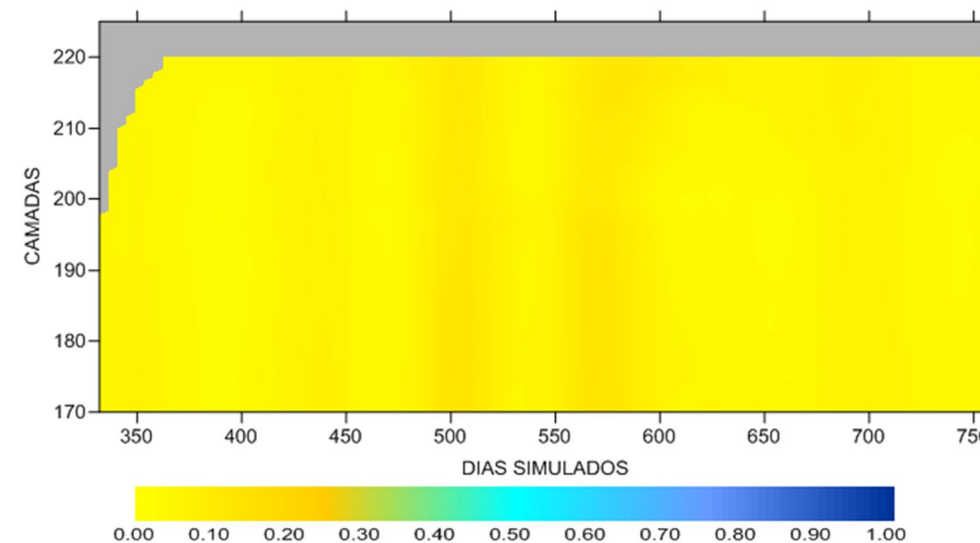
#### CASO PROP02

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



#### CASO03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



#### CASO PROP02B

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES

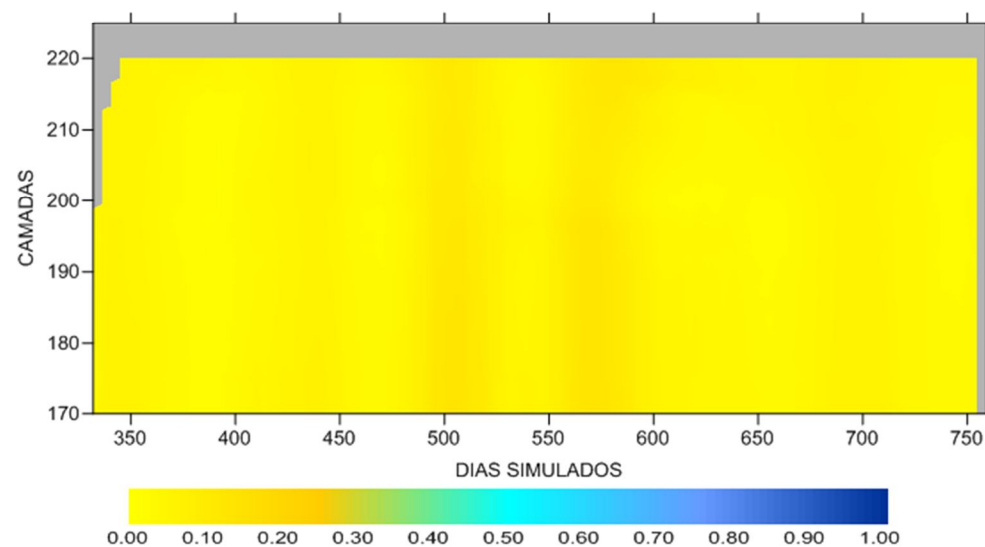


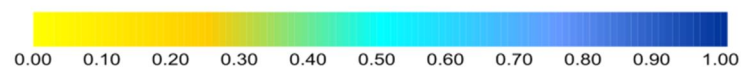
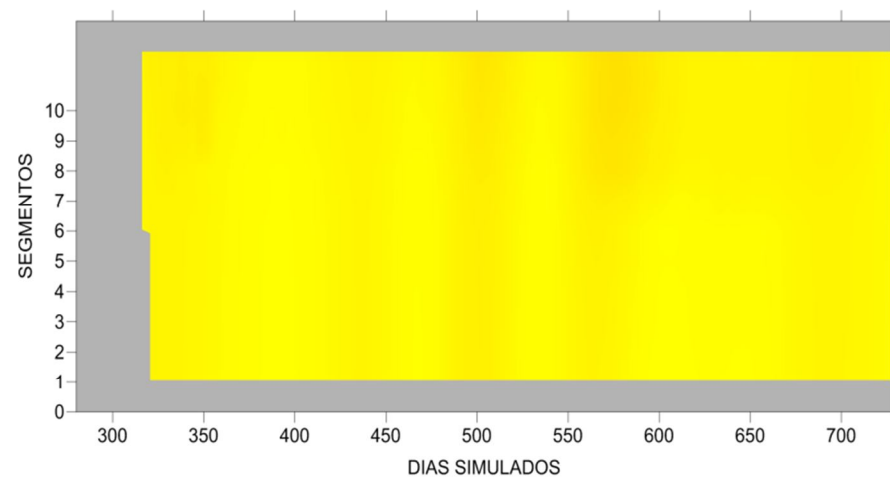


FIGURA 9.52 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrato (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

## INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITRATO (mg/L) – RIO TELES PIRES

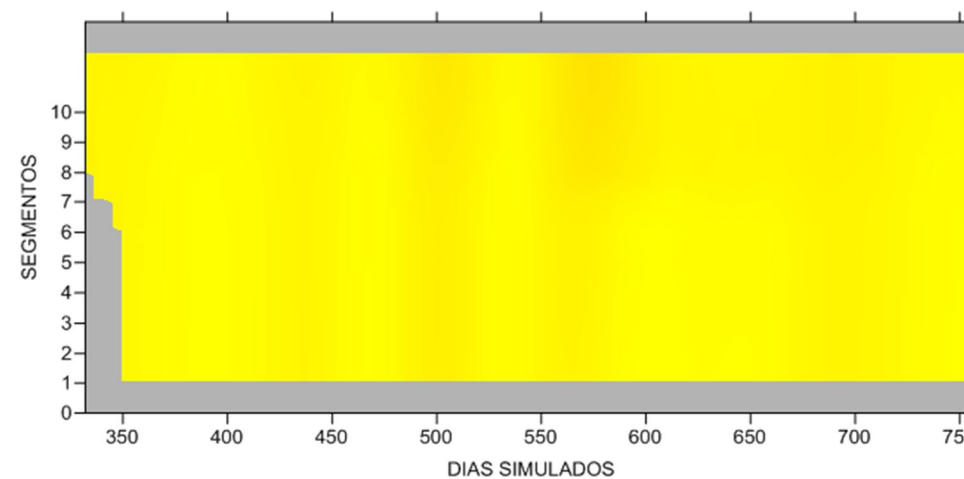
### CASO PROP02

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



### CASO03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



### CASO PROP02B

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

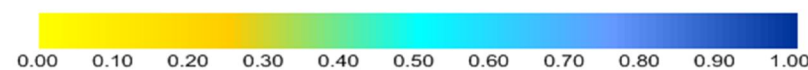
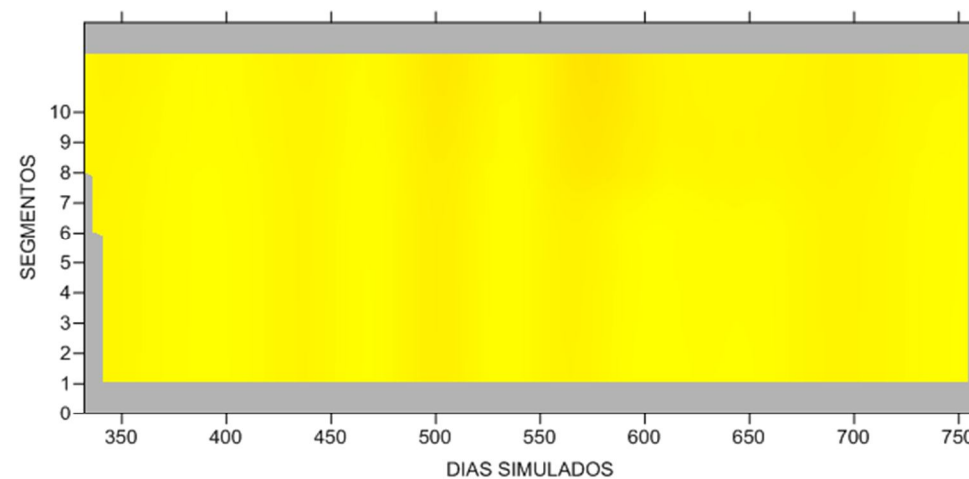
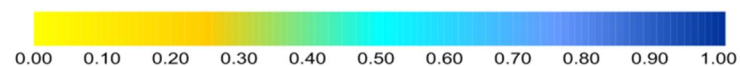
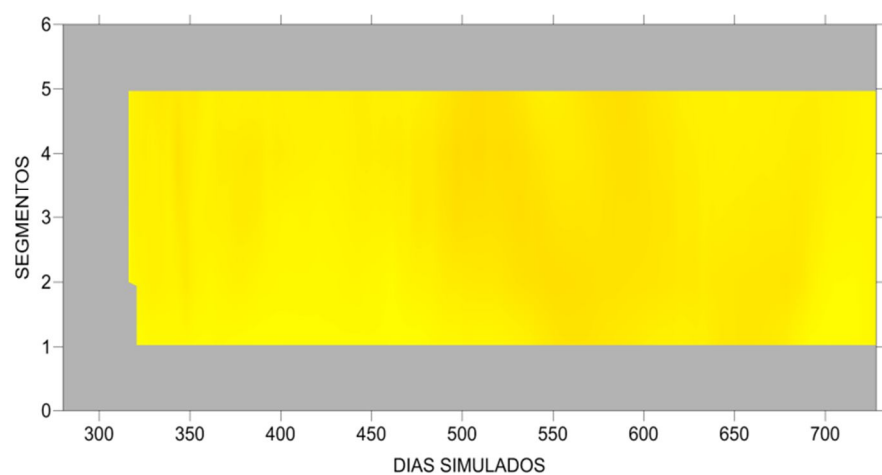


FIGURA 9.53 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrato (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

## INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITRATO (mg/L) – RIO PARANAÍTA

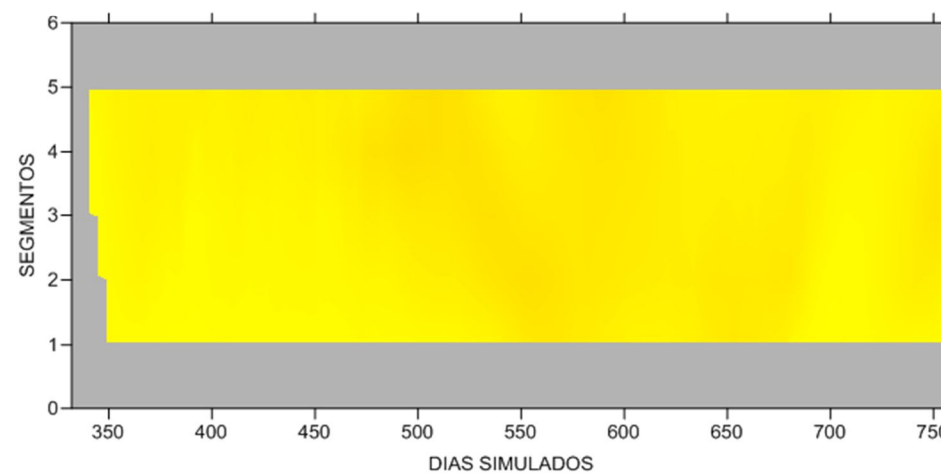
### CASO PROP02

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



### CASO03

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



### CASO PROP02B

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Nitrato-N (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

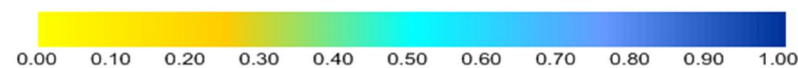
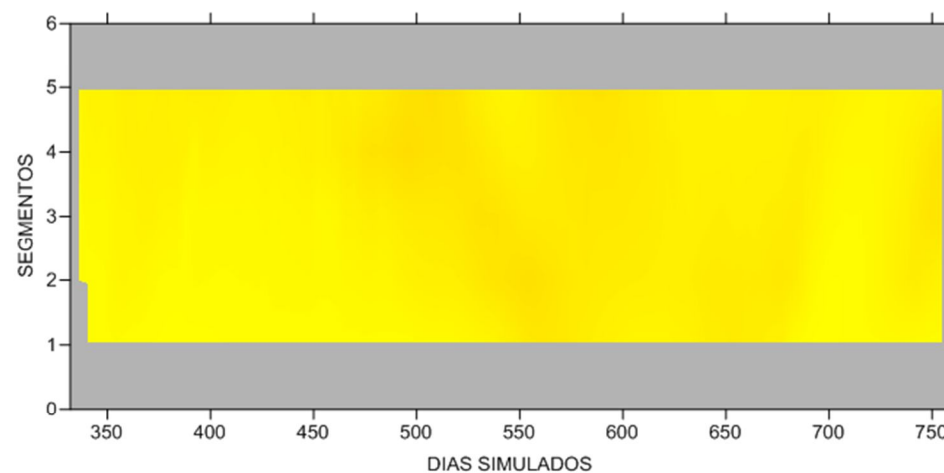


FIGURA 9.54 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrato (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões MD01 e ME02.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITRATO (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**

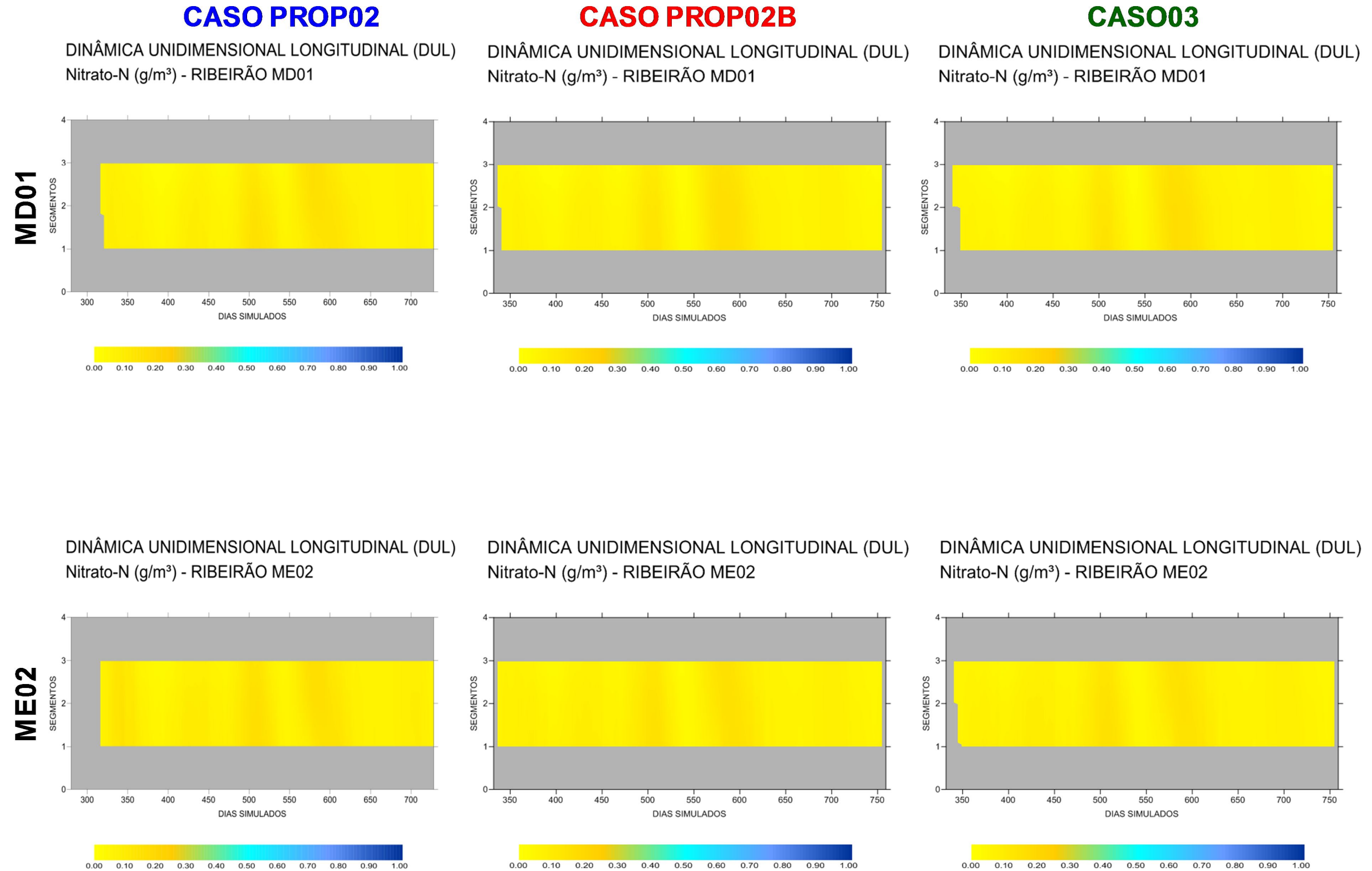
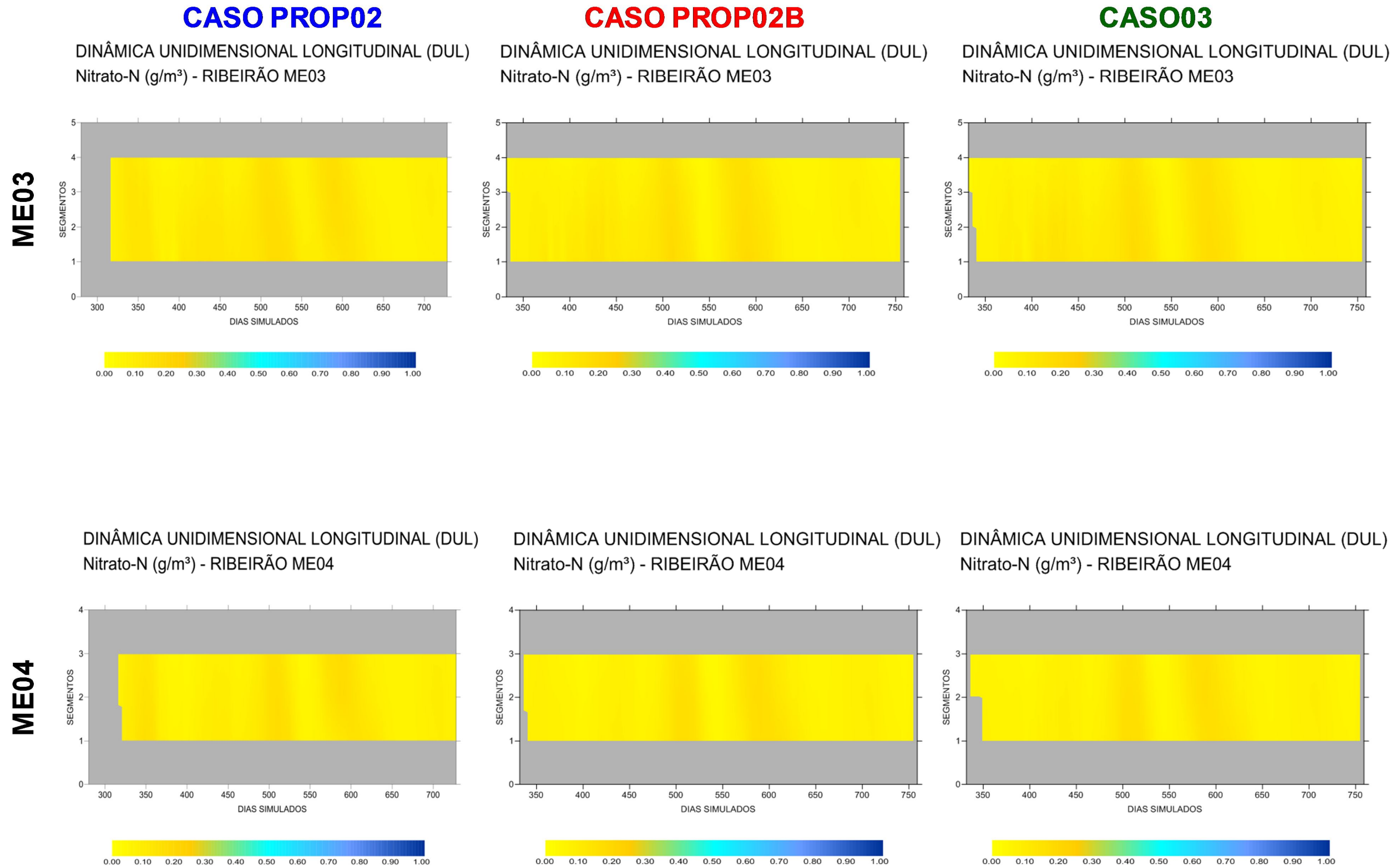


FIGURA 9.55 – Análise global unidimensional do parâmetro Nitrato (mg/L) – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões ME03 e ME04.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – NITRATO (mg/L) – RIBEIRÕES ME03 E ME04**



#### 9.3.2.5 ORTOFOSFATO

O comportamento vertical das concentrações de Ortofosfato, ao longo do tempo, pode ser observado na Figura 9.56 (**DUV**), para os três cenários. Nota-se que os mesmos não apresentam diferenças muito significativas entre si, com concentrações limítrofes ao longo das camadas no período subsequente ao enchimento, condicionadas pelas condições de entrada.

O comportamento longitudinal das concentrações de Ortofosfato, ao longo do tempo, pode ser observado nas Figuras 9.57, 9.58, 9.59 e 9.60 (**DULs**) para o TRECHO TELES PIRES e para os TRIBUTÁRIOS.

No TRECHO TELES PIRES (Figura 9.57), pode-se observar que, no período subsequente ao enchimento, concentrações limítrofes atingem o trecho mais à jusante do reservatório em todos os cenários. Na estiagem, essas concentrações alcançam quase todo o estirão do corpo principal.

O TRECHO PARANAÍTA (Figura 9.58) apresenta concentrações ainda mais altas de Ortofosfato no período após o enchimento, principalmente no trecho mais a jusante. Este quadro repete-se nos três cenários, que não apresentam diferenças muito expressivas entre si.

Os demais trechos (Figuras 9.59 e 9.60) apresentam comportamento semelhante ao corpo principal, com concentrações mais altas ocorrendo no período subsequente ao enchimento, sem diferenças significativas entre os cenários simulados.

Os teores de Ortofosfato obtidos na simulação são limítrofes, quando comparados aos valores máximos de Fósforo Total preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para rios classe 2. Esta Resolução estipula um patamar de:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lânticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

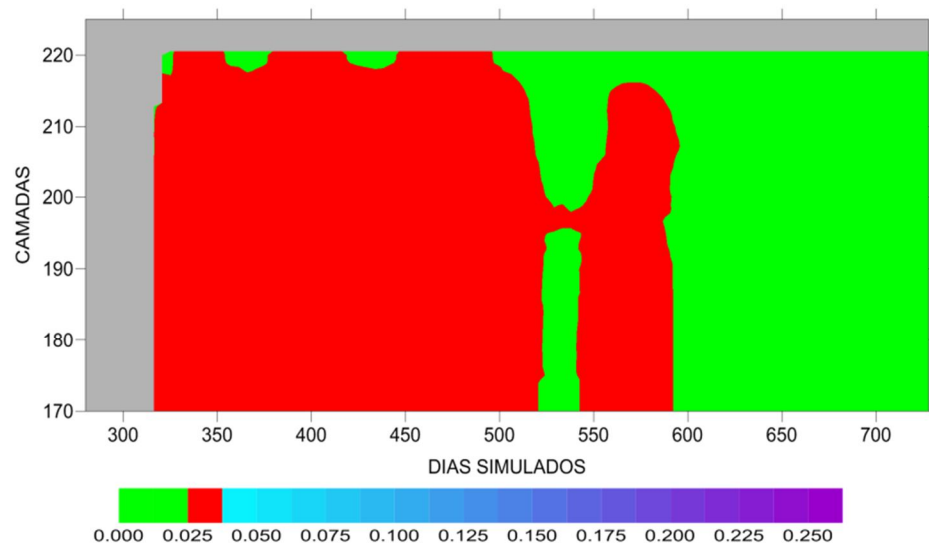


FIGURA 9.56 – Análise global unidimensional do parâmetro Ortofosfato (mg/L) – integral nas camadas (DUV).

**INTEGRAL NAS CAMADAS – ORTOFOSFATO (mg/L)**

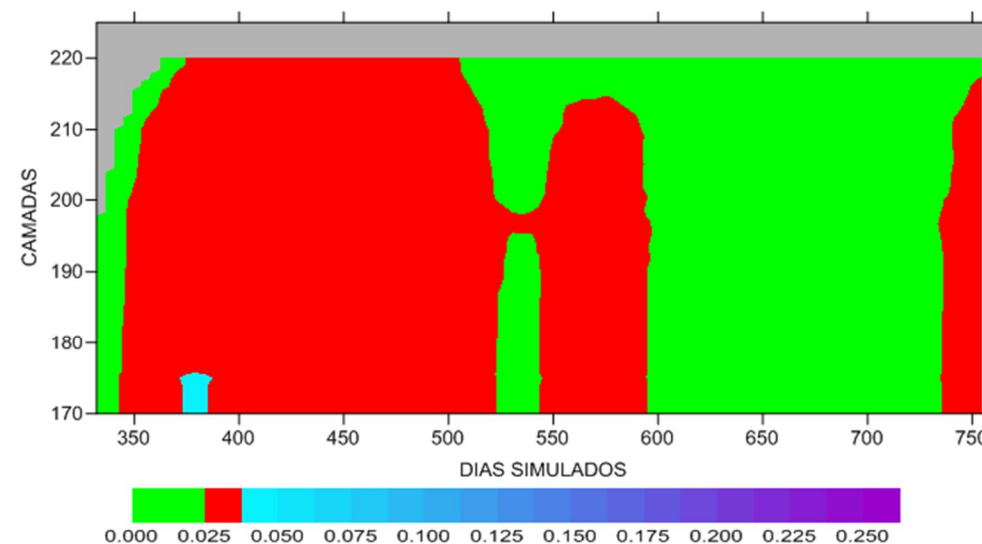
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL VERTICAL (DUV)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - AHE TELES PIRES

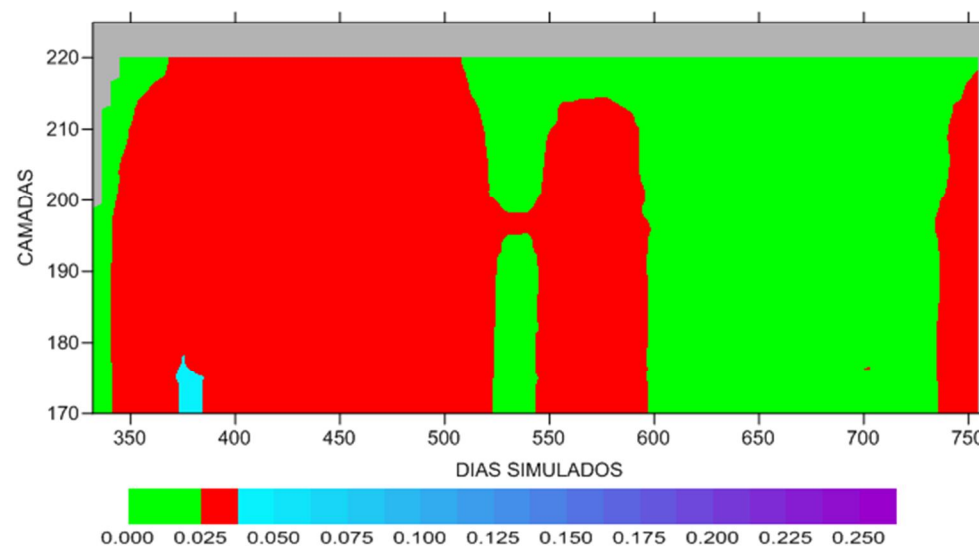
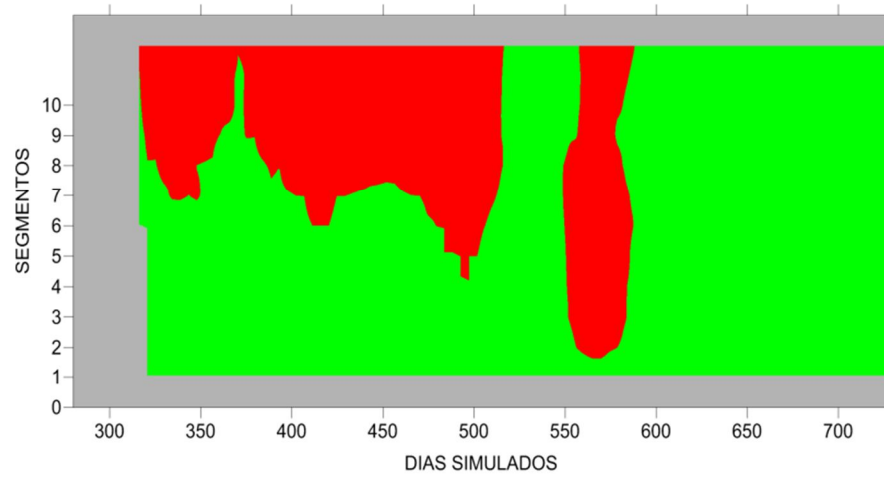


FIGURA 9.57 – Análise global unidimensional do parâmetro Ortofosfato – integral nos segmentos (DUL) – Rio Teles Pires.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – ORTOFOSFATO (mg/L) – RIO TELES PIRES**

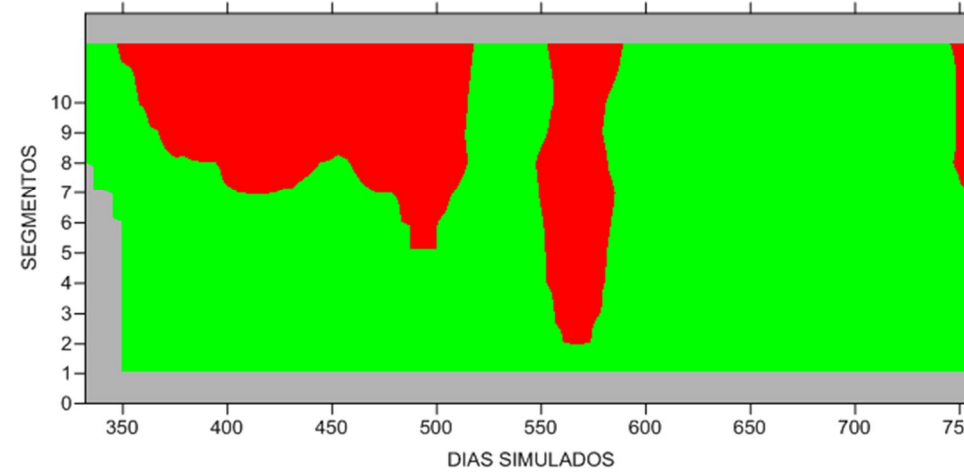
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

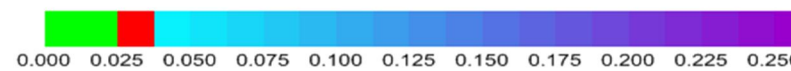
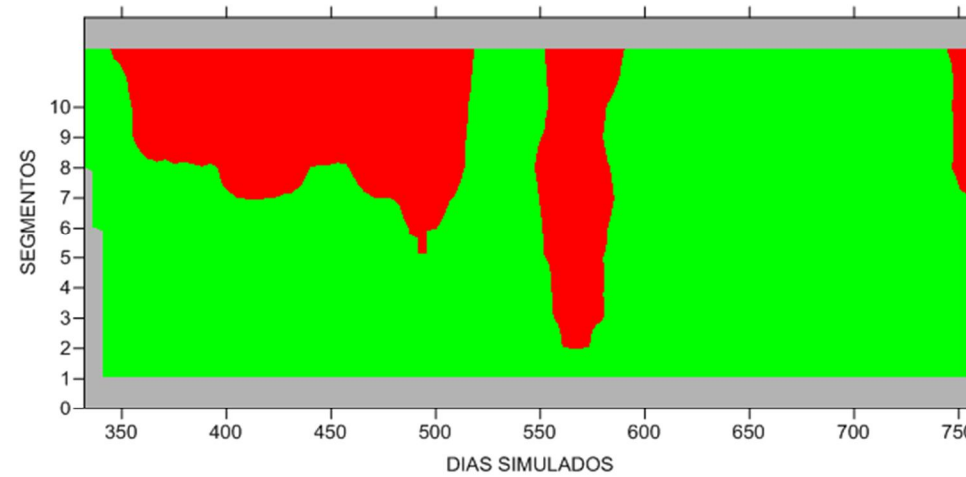


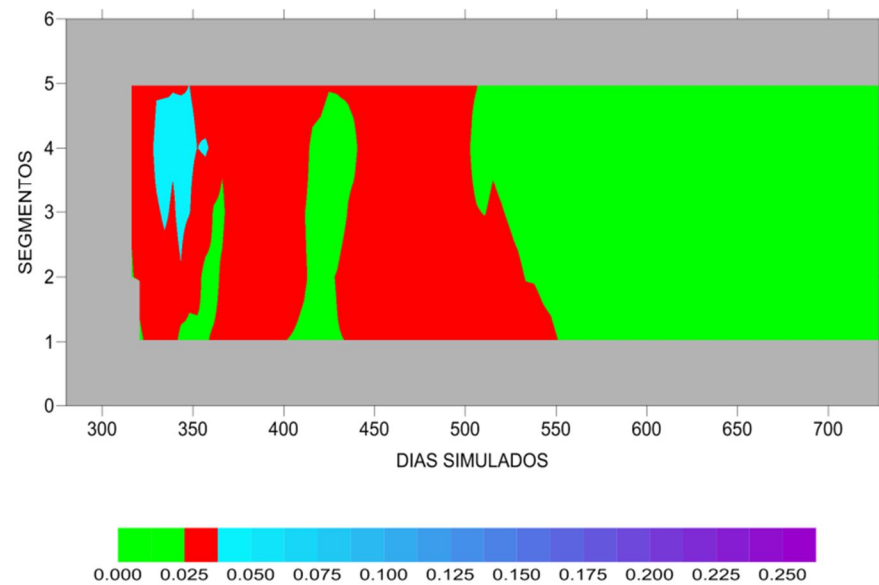


FIGURA 9.58 – Análise global unidimensional do parâmetro Ortofosfato – integral nos segmentos (DUL) – Rio Paranaíta.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – ORTOFOSFATO (mg/L) – RIO PARANAÍTA**

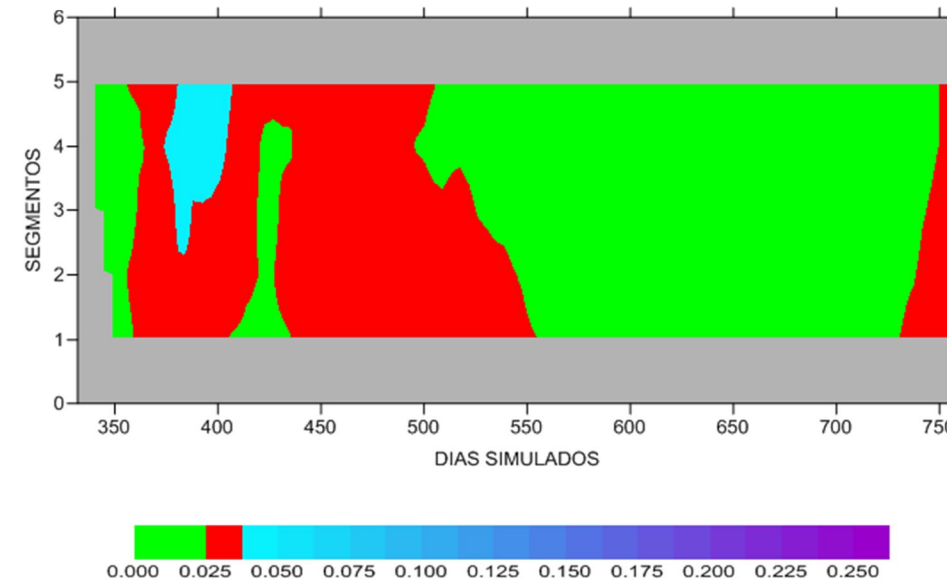
**CASO PROP02**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



**CASO03**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



**CASO PROP02B**

DINÂMICA UNIDIMENSIONAL LONGITUDINAL (DUL)  
Ortofosfato-P (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

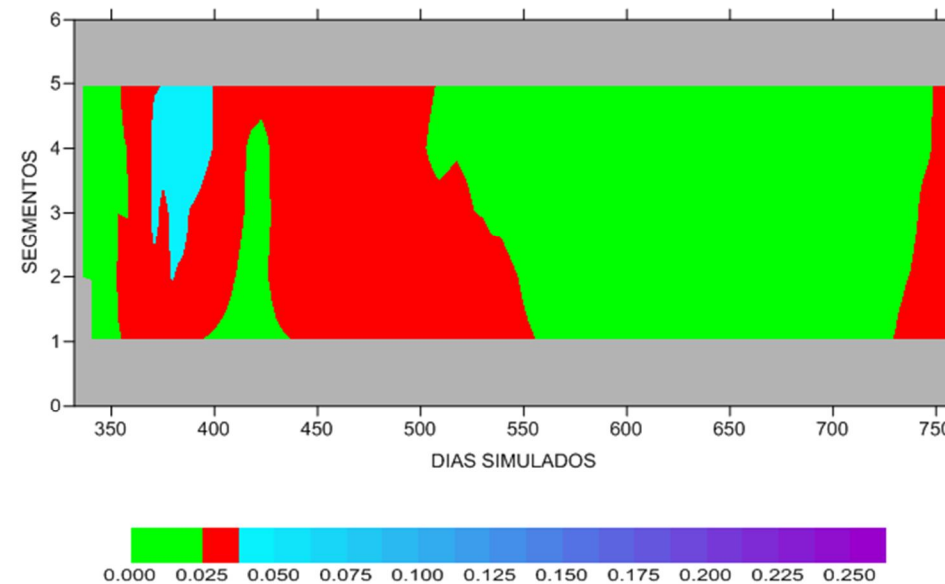


FIGURA 9.59 – Análise global unidimensional do parâmetro Ortofosfato – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões MD01 e ME02.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – ORTOFOSFATO (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**

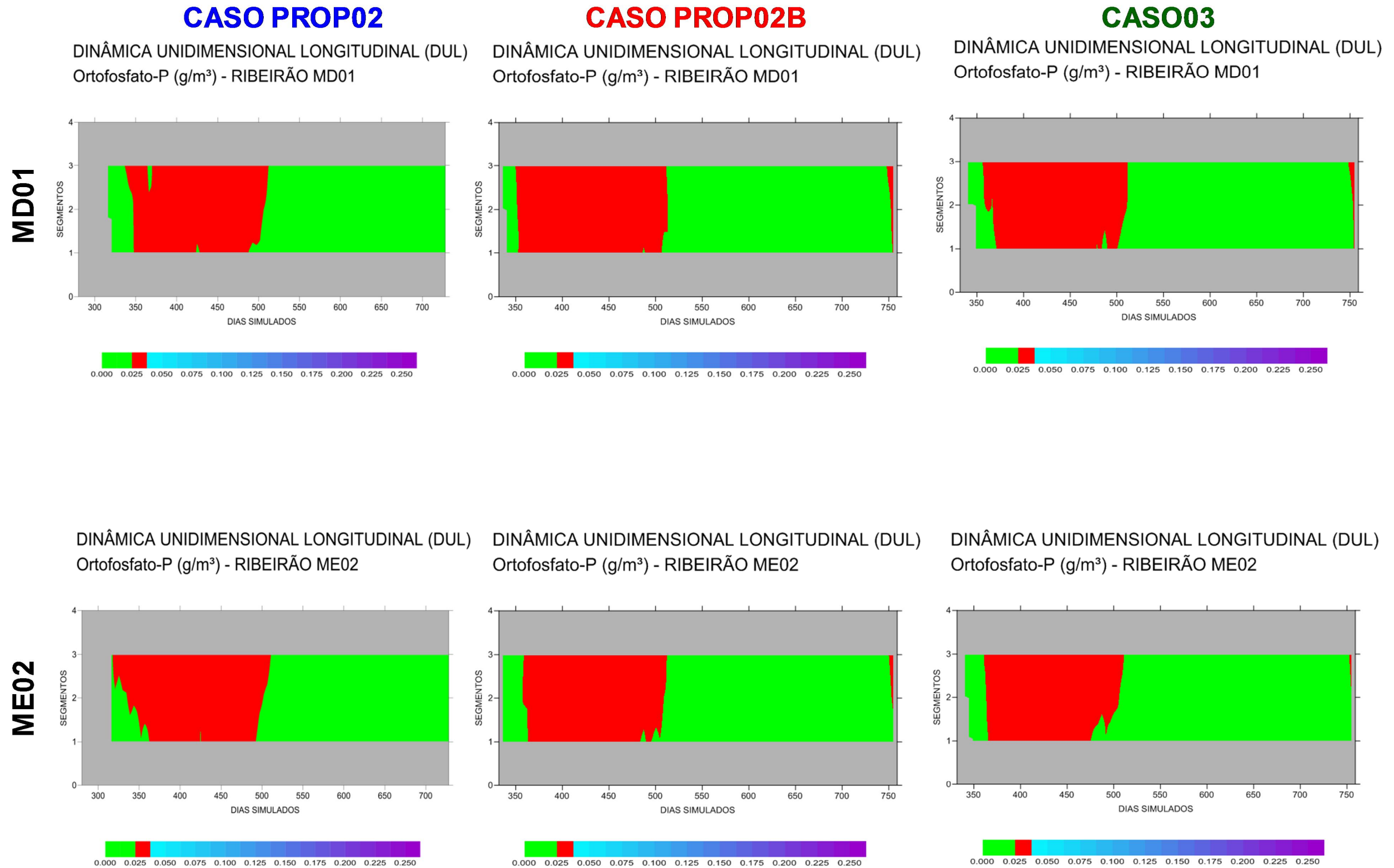
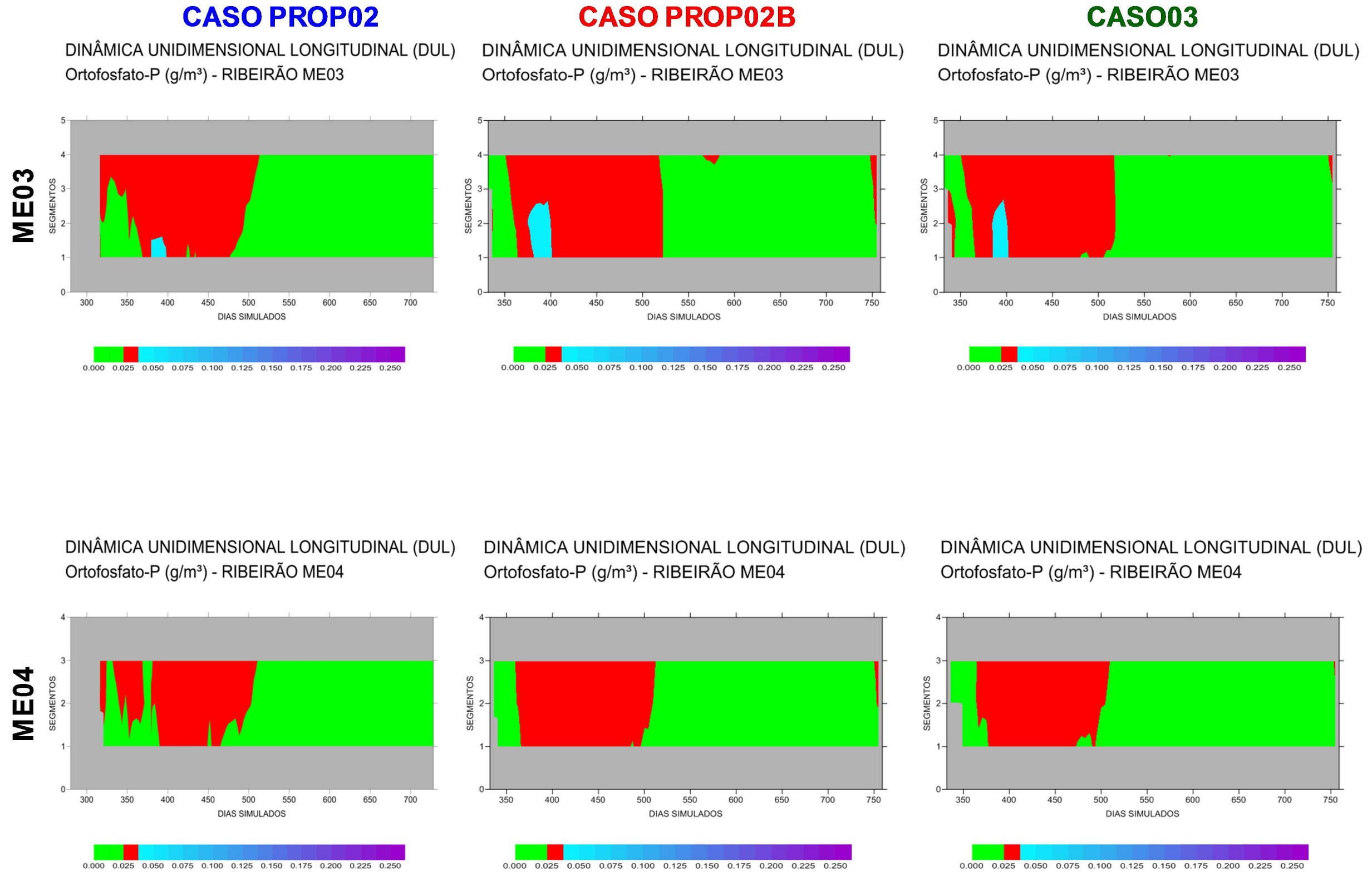


FIGURA 9.60 – Análise global unidimensional do parâmetro Ortofosfato – integral nos segmentos (DUL) – Ribeirões ME03 e ME04.

**INTEGRAL NOS SEGMENTOS – ORTOFOSFATO (mg/L) – RIBEIRÕES MD01 E ME02**



## 9.4. ANÁLISES DE FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA

Os envoltórios de frequência indicam o quanto um determinado constituinte apresentou concentrações acima ou abaixo de um valor de referência ao longo de um determinado período, 180 dias contados a partir do final do enchimento. Estes valores são discutidos em termos percentuais.

Os envoltórios de máximos e mínimos registram os valores extremos que cada célula computacional alcançou ao longo de um determinado período. É importante ressaltar que, nestes diagramas, os valores máximos ou mínimos de cada região do corpo do reservatório não necessariamente ocorrerão nas mesmas datas.

Nesta seção serão analisados os envoltórios dos parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no rio Teles Pires (calha principal) e nos braços do reservatório. Os valores limítrofes foram fixados em 5,0 mg/L, para DBO, e 3,0 mg/L, para o OD.

### 9.4.1. RIO TELES PIRES

Nas Figuras 9.61a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0 mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do rio Teles Pires, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência (Figura 9.61a) de OD mostram que, na camada superficial, nos 10 metros iniciais da massa d'água, as concentrações apresentam valores iguais ou superiores a 3,0 mg/L, em 90% do período de estabilização, para os três cenários, sendo o CASO PROP02B o mais favorável.

Nos envoltórios de mínimos (Figura 9.61c) observa-se que as menores concentrações de OD ocorrem na região mais próxima à barragem, nos três cenários.

Os gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.61a) indicam que as maiores incidências deste parâmetro com concentrações acima de 5,0 mg/L ocorrem na parte final do reservatório, próximo ao eixo da barragem, nas camadas mais profundas, entre 10% e 30% do tempo, nos três casos simulados.

Nos envoltórios de máximos de DBO (Figura 9.61b), observa-se uma sensível melhora nas concentrações deste parâmetro quando se compara o CASO PROP02 aos CASOS PROP02B e 03.

Os resultados dos envoltórios de mínimos (Figura 9.61c) sugerem que o fluxo de DBO cessa no período observado, para os três casos.

FIGURA 9.61a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO - Rio Teles Pires.

**FREQUÊNCIAS**

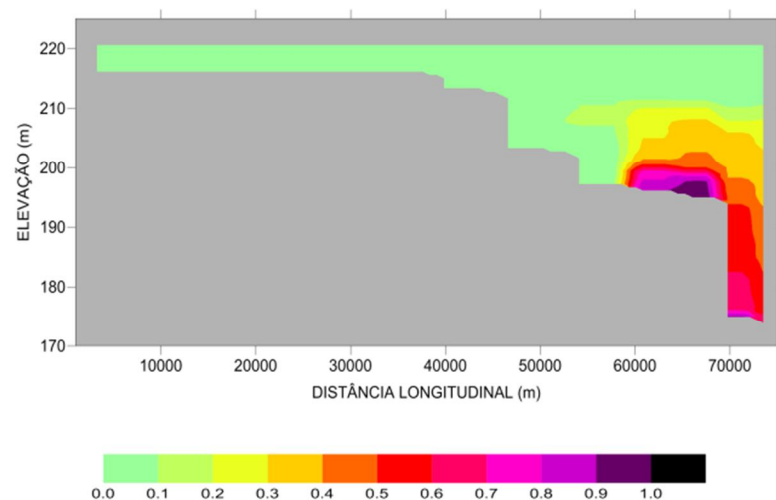
**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

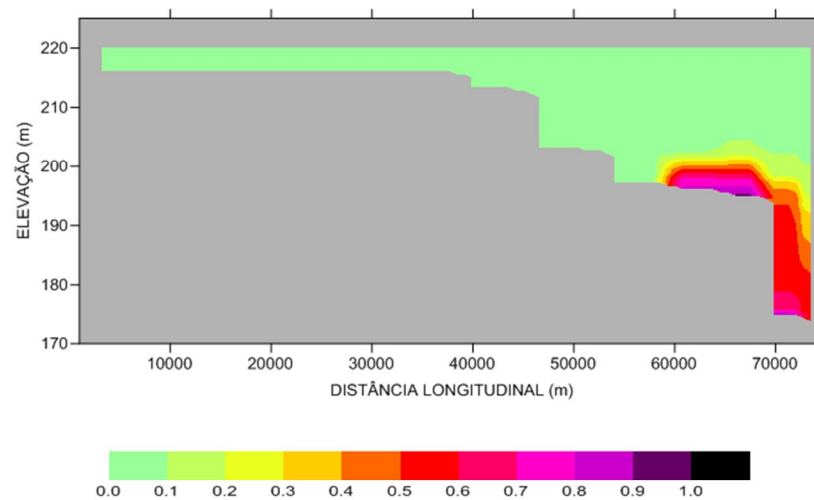
**CASO3**

**OD**

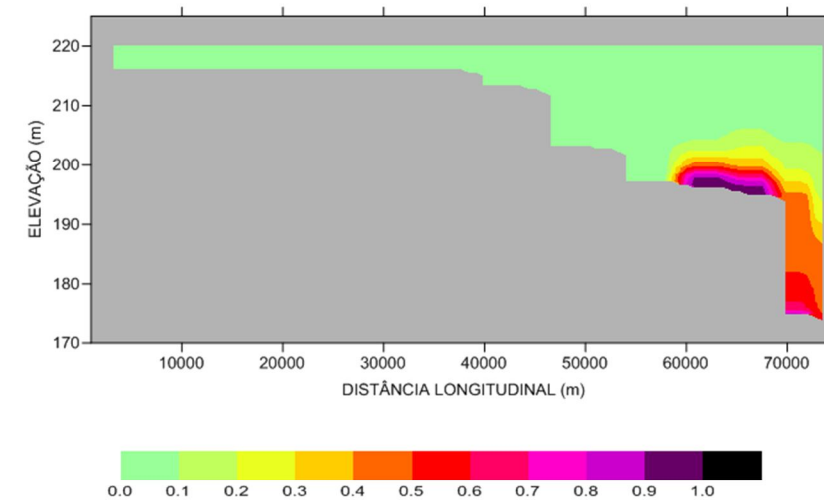
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

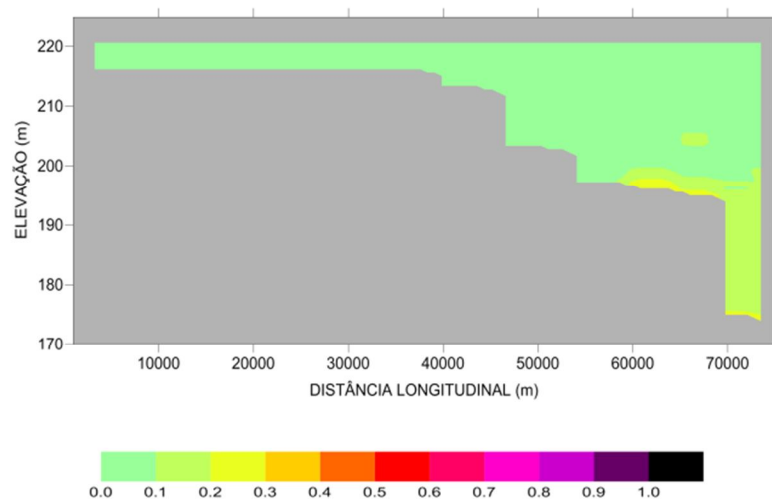


ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

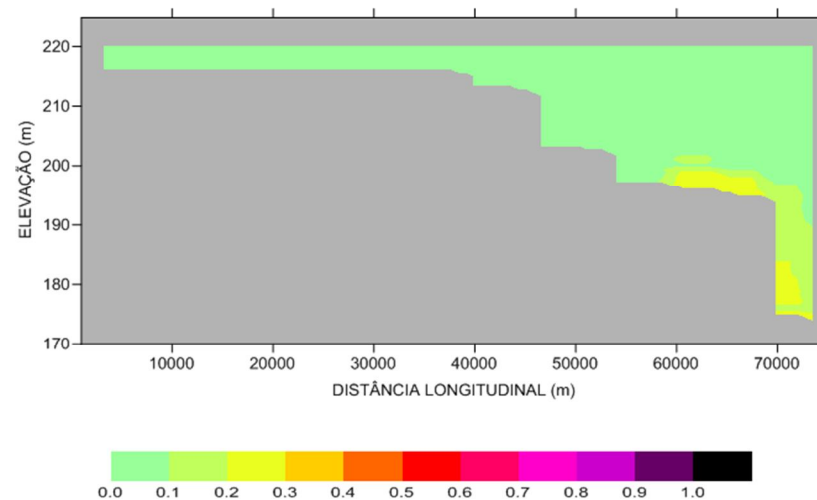


**DBO**

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

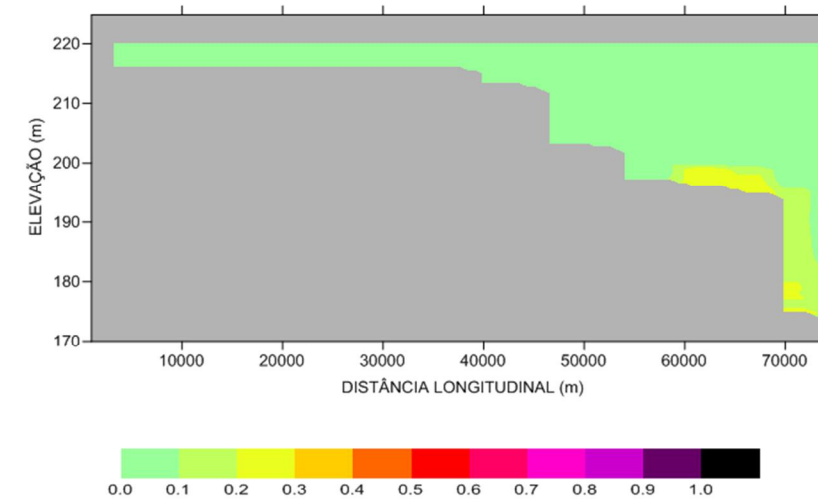




FIGURA 9.61b – Envolvimentos de Máximos para os parâmetros OD e DBO - Rio Teles Pires.

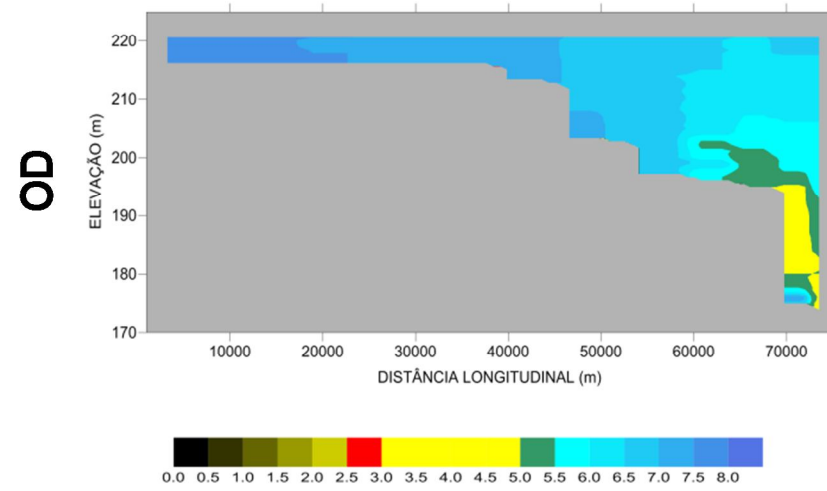
**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

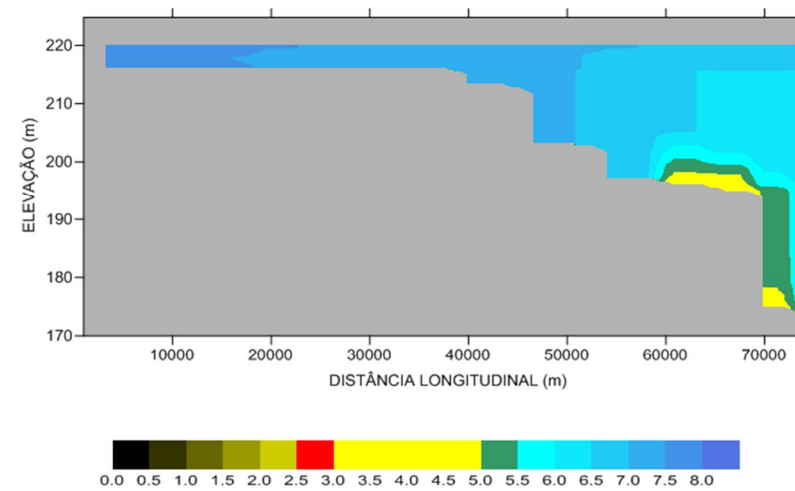
**CASO PROP02B**

**CASO3**

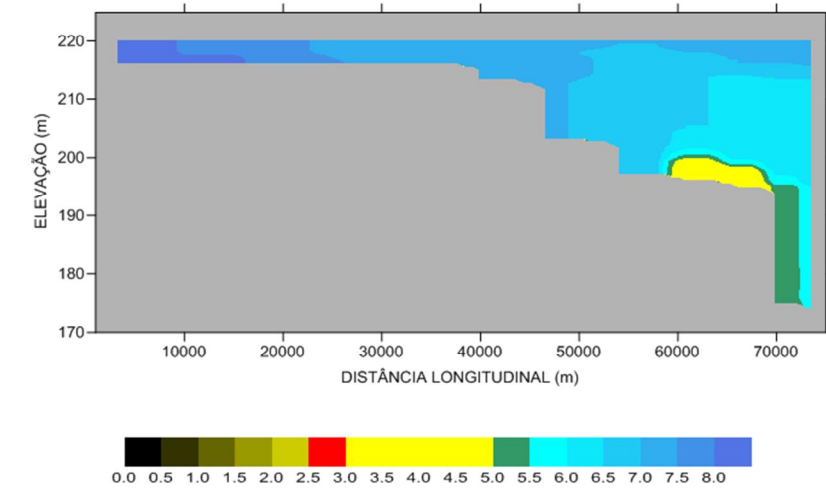
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



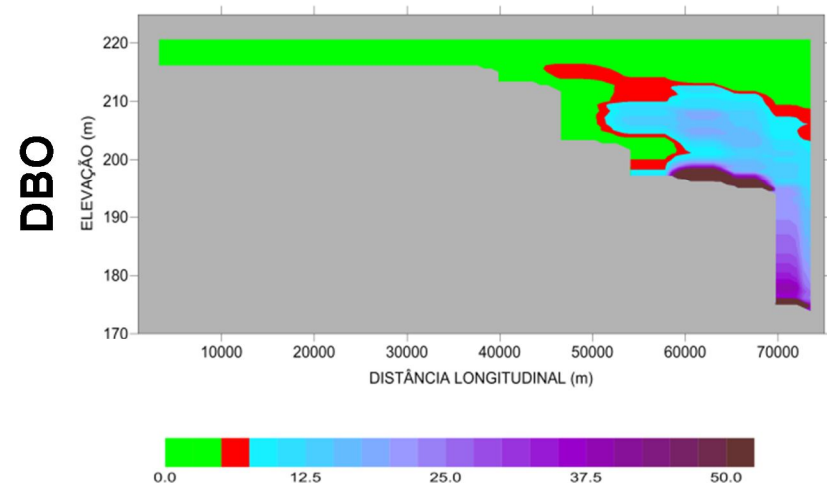
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



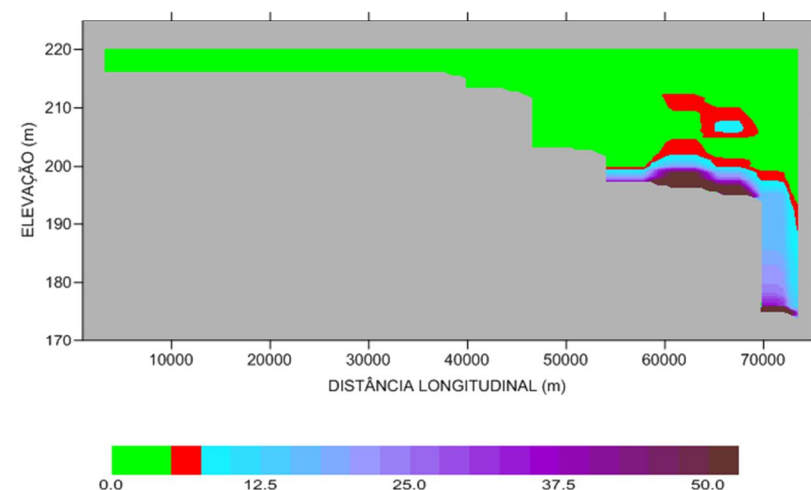
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

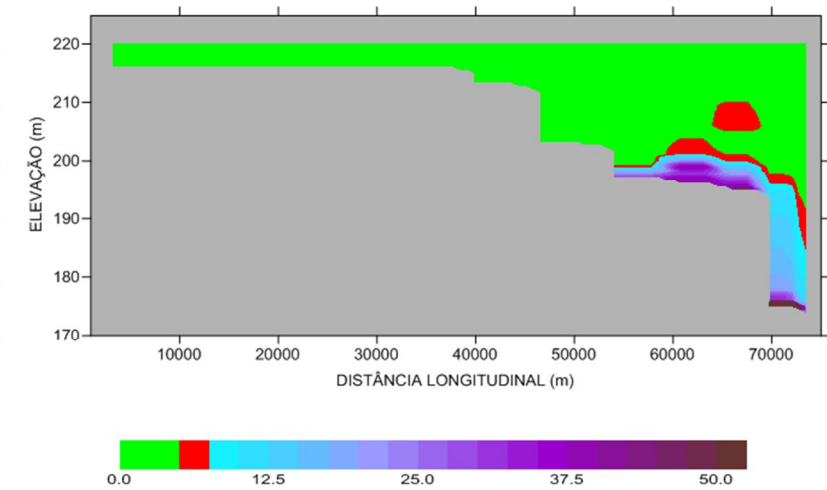


FIGURA 9.61c – Envolvimentos de Mínimos para os parâmetros OD e DBO - Rio Teles Pires.

**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

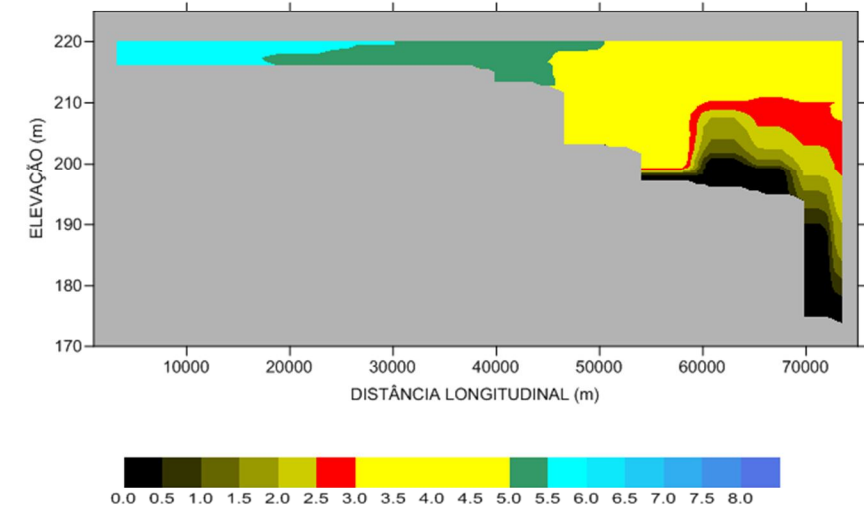
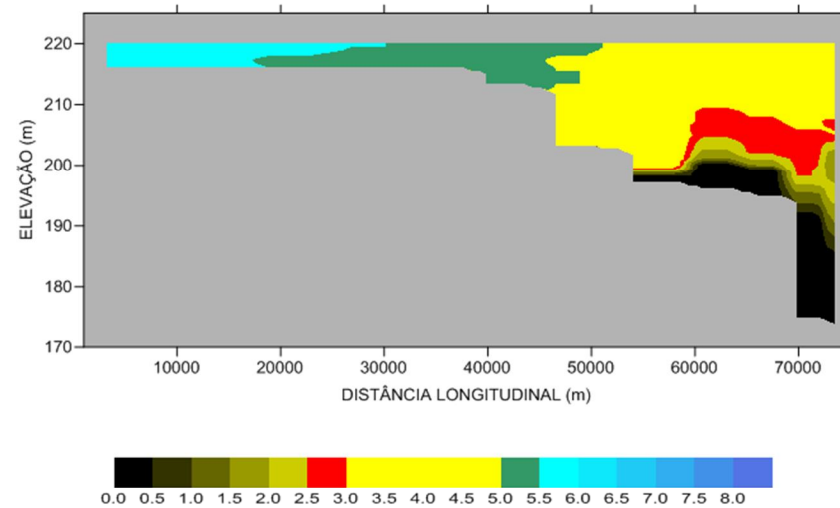
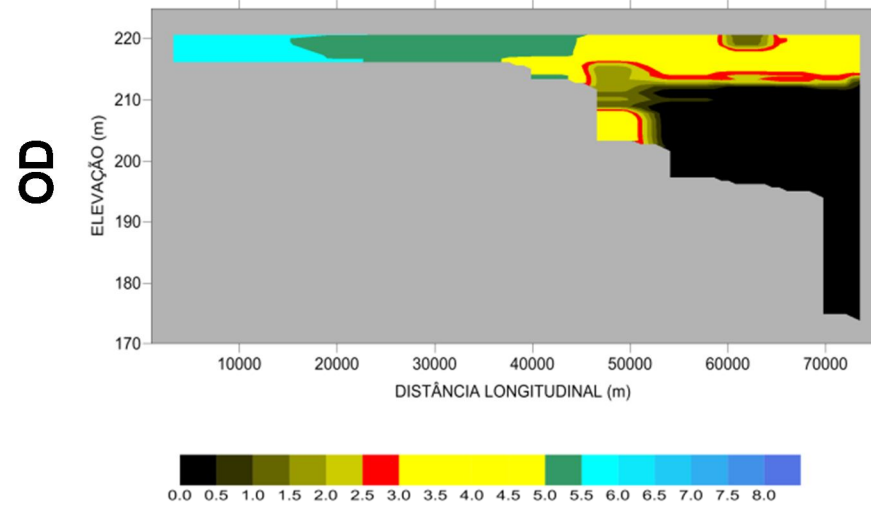
**CASO PROP02B**

**CASO3**

ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

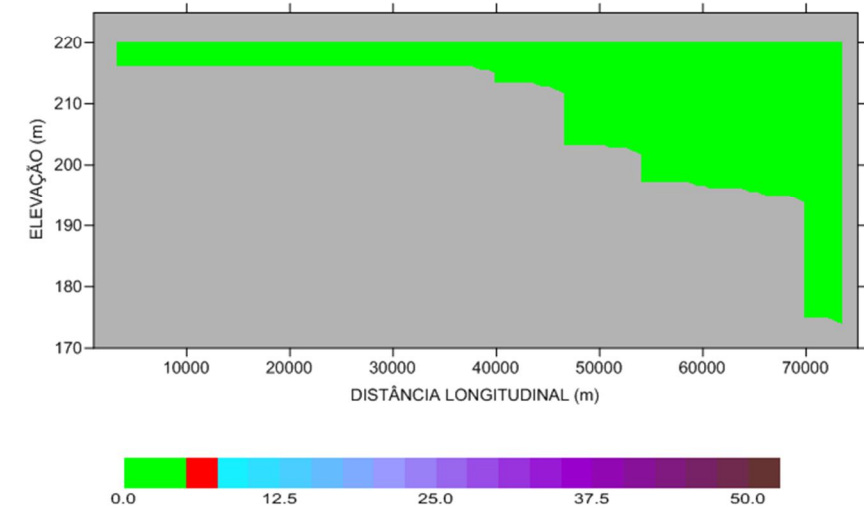
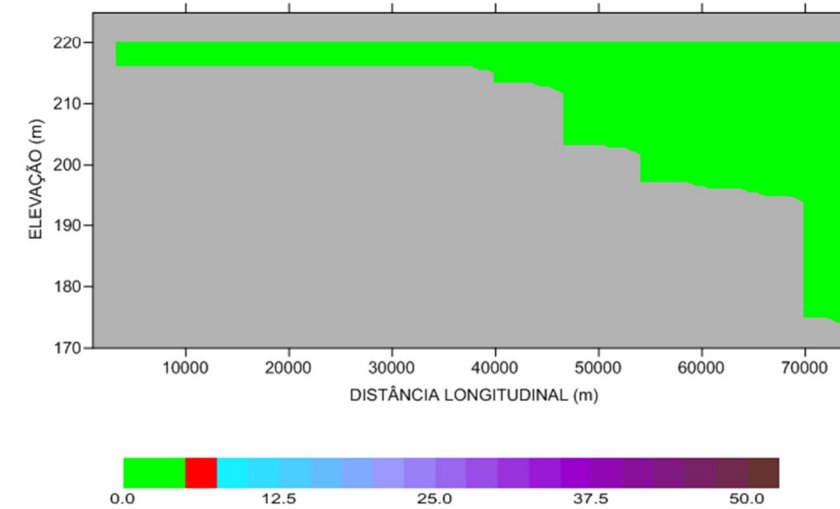
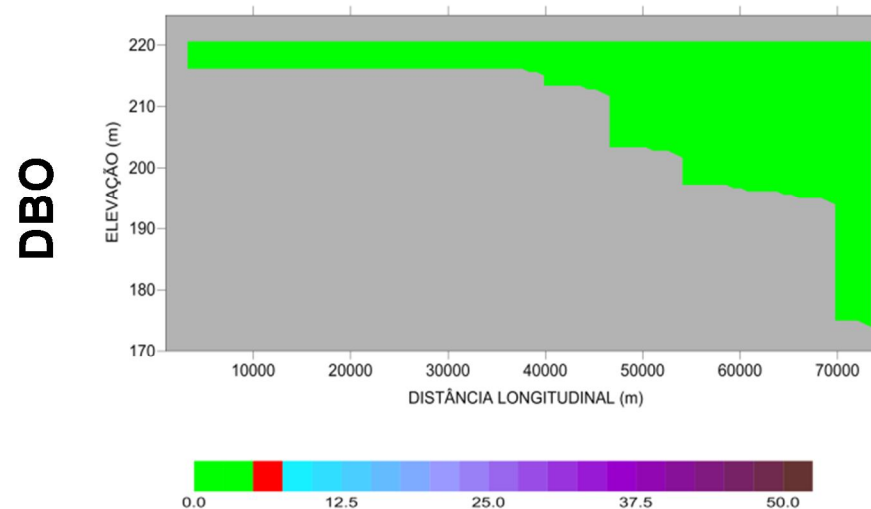
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES

ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO TELES PIRES





#### 9.4.2. RIO PARANAÍTA

Nas Figuras 9.62a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0 mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do rio Paranaíta, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

O gráfico de frequência de ocorrência de OD (Figura 9.62a) para o CASO PROP02 mostra que as concentrações inferiores a 3,0 mg/L ocorrem entre 10% e 40% do tempo nas camadas mais superficiais (nos primeiros 2 metros), de jusante para montante deste trecho. Já para os CASOS PROP02B e 03 observa-se uma sensível melhora, com frequência de ocorrência entre 10% e 20% do tempo nas camadas superficiais.

No envoltório de mínimos de OD para o CASO PROP02 (Figura 9.62c), observa-se que em todas as regiões do rio Paranaíta ocorre anoxia em algum instante da simulação, enfatizando a criticidade das concentrações de OD e DBO neste braço. Contudo, ressalta-se que o quadro de anoxia não ocorre ao mesmo tempo em todo o braço, conforme pode ser observado na figura da distribuição das concentrações para o dia mais crítico da simulação (Figura 9.7).

Os envoltórios de mínimos de OD (Figura 9.62c) para os CASOS PROP02B e 03 apresentam sensível melhora, quando comparados ao CASO PROP02, com maiores concentrações nas camadas mais superficiais deste braço.

Os gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.62a) mostram que as concentrações acima de 5,0 mg/L atingem as camadas mais superficiais entre 10% e 20% do tempo, nos três casos simulados, com algumas diferenças nas camadas mais profundas.

No envoltório de máximos de DBO para o CASO PROP02 (Figura 9.62b), observa-se que, apenas num pequeno trecho a jusante deste braço, as concentrações máximas situam-se abaixo de 5,0 mg/L. Já para os CASOS PROP02B e 03, observa-se uma sensível melhora, com as camadas mais superficiais apresentando menores concentrações de DBO.

Os resultados dos envoltórios de mínimos (Figura 9.62c) sugerem que o fluxo de DBO cessa no período observado, para os três casos simulados.

FIGURA 9.62a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO - Rio Paranaíta.

**FREQUÊNCIAS**

**CASO PROP02**

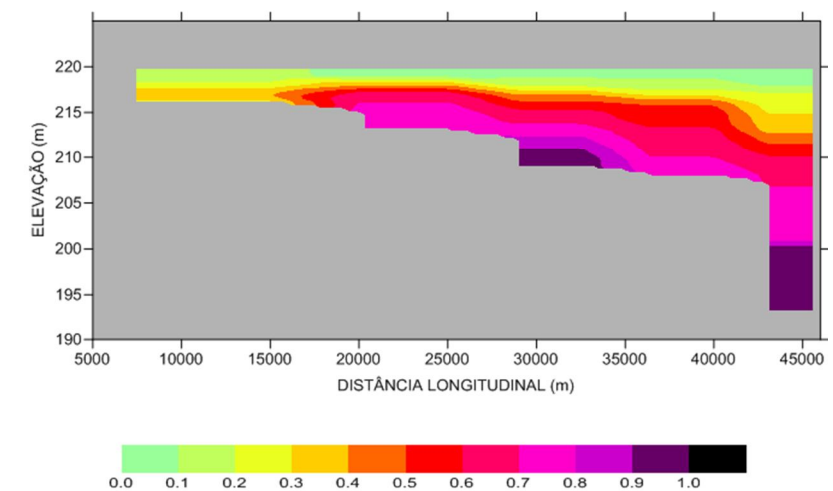
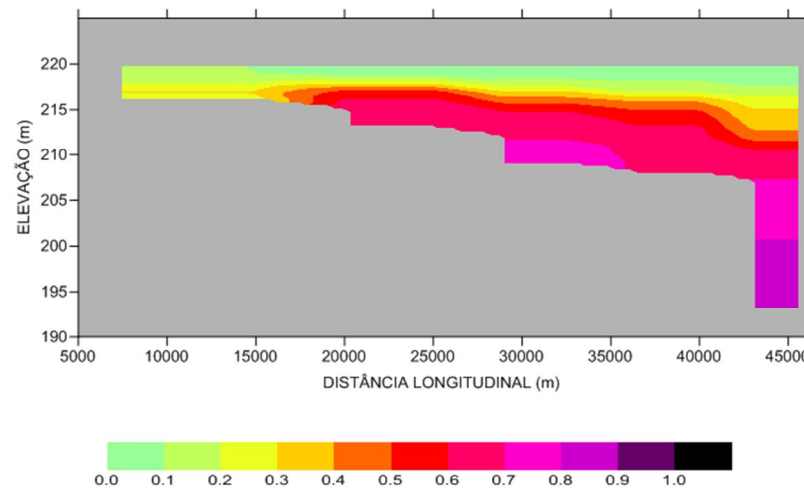
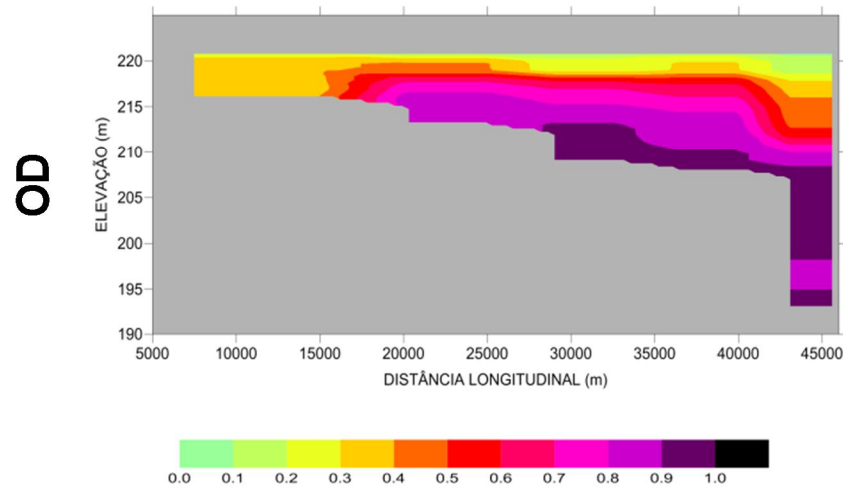
**CASO PROP02B**

**CASO3**

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

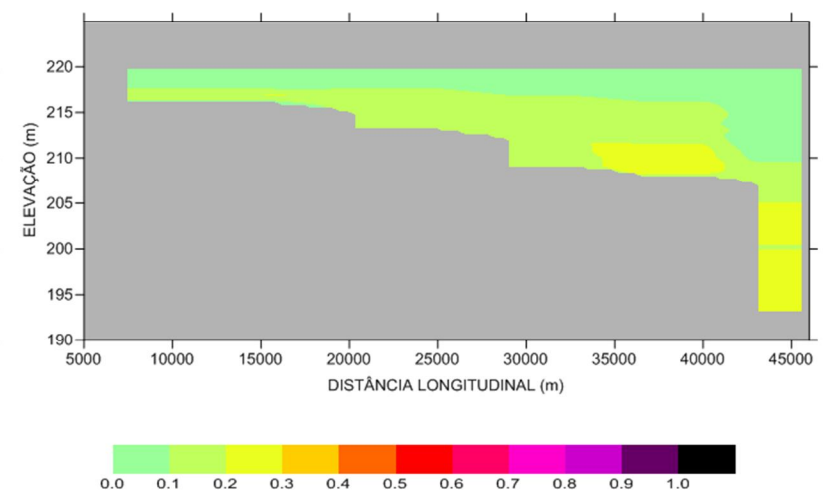
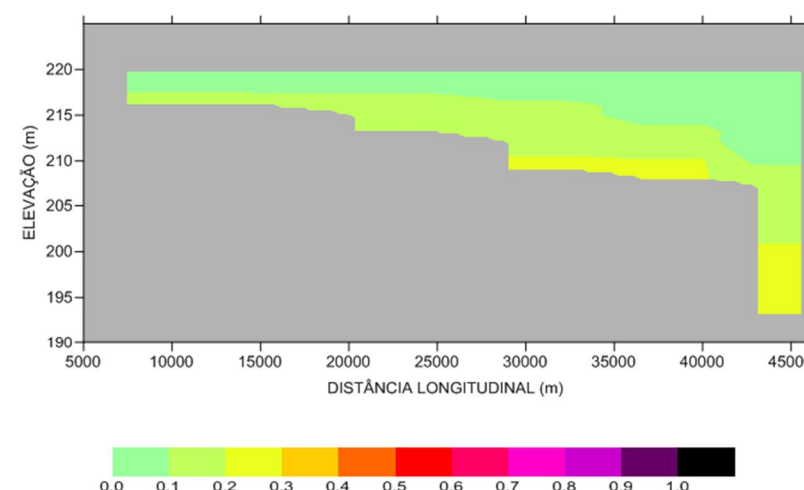
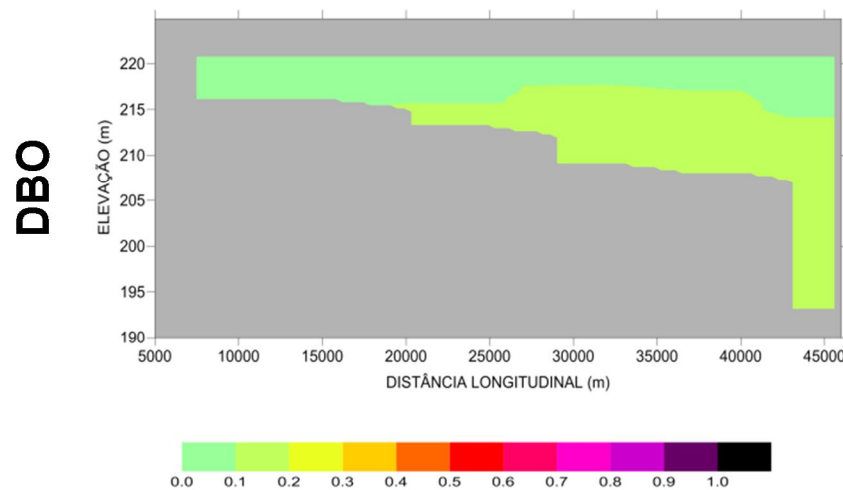


FIGURA 9.62b – Envoltórios de Máximos para os parâmetros OD e DBO - Rio Paranaíta.

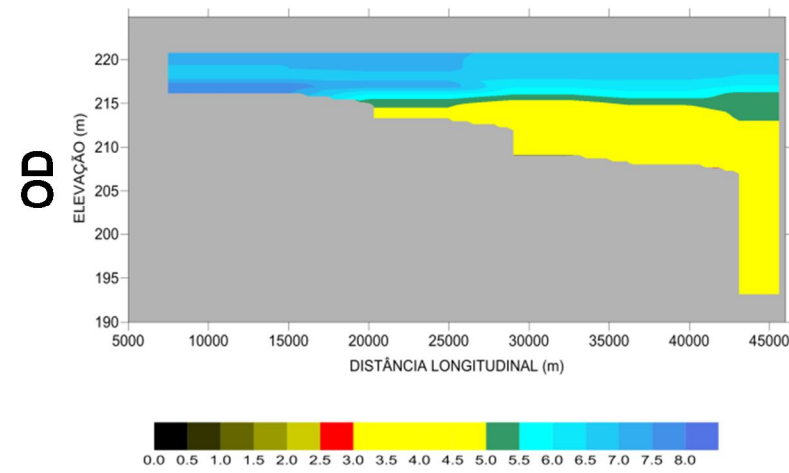
**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

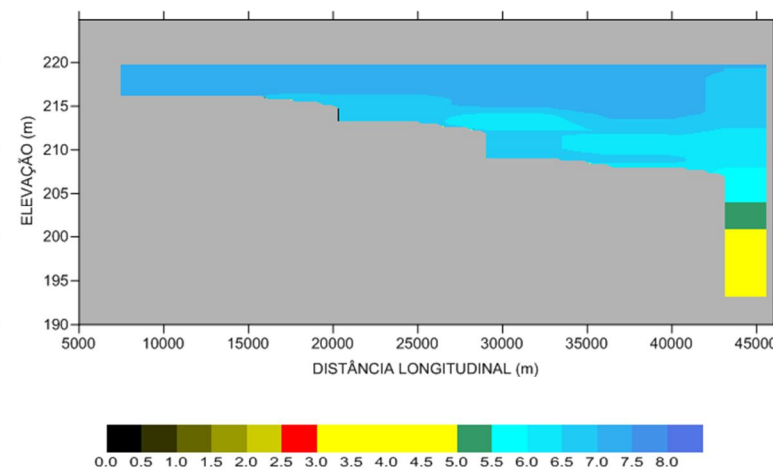
**CASO PROP02B**

**CASO3**

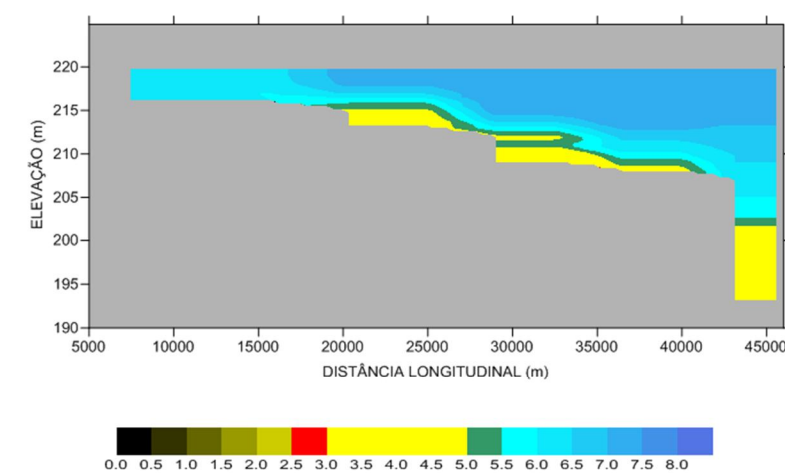
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



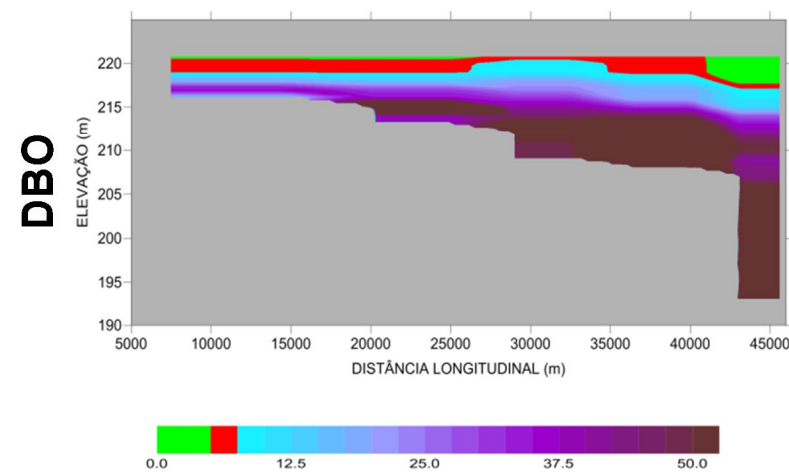
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



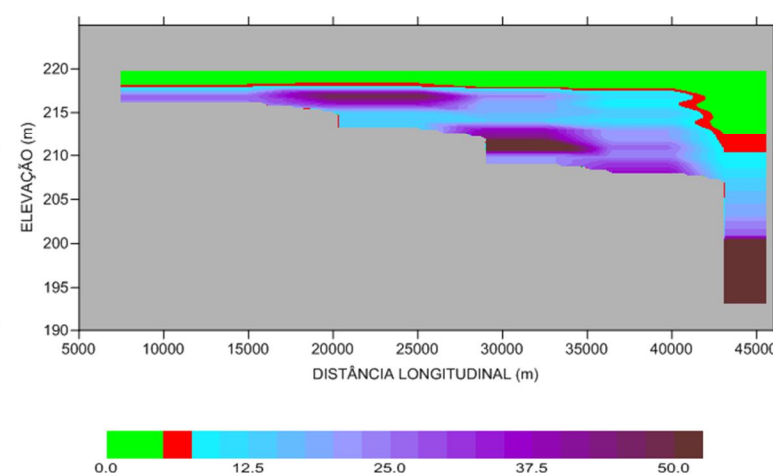
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA

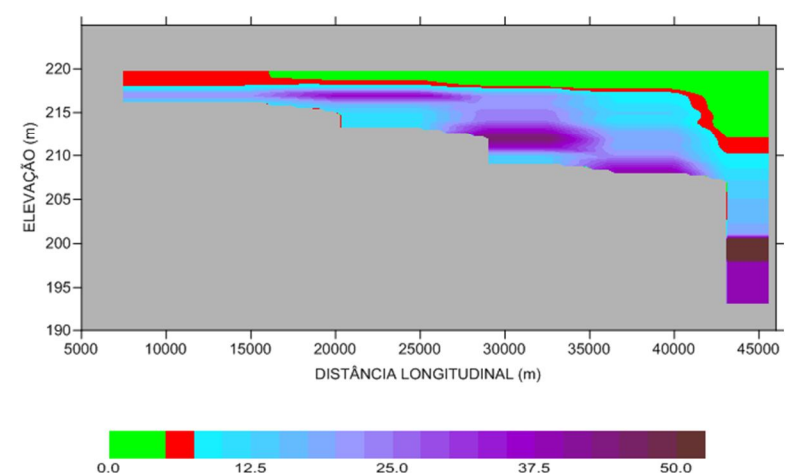


FIGURA 9.62c – Envoltórios de Mínimos para os parâmetros OD e DBO - Rio Paranaíta.

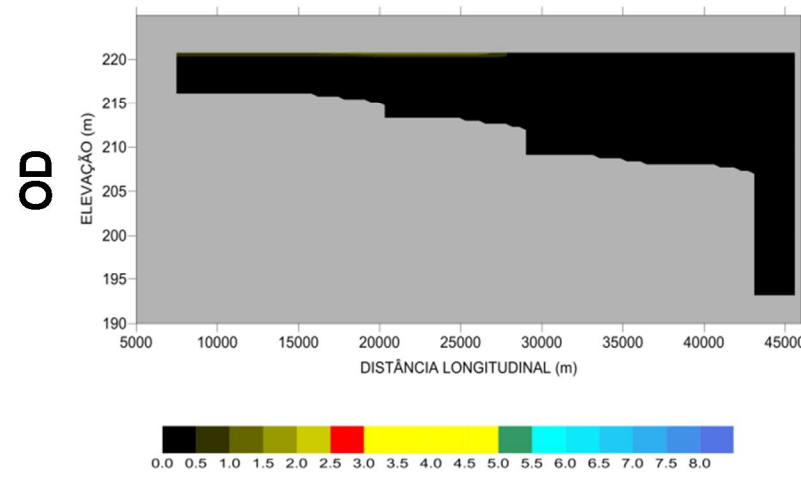
**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

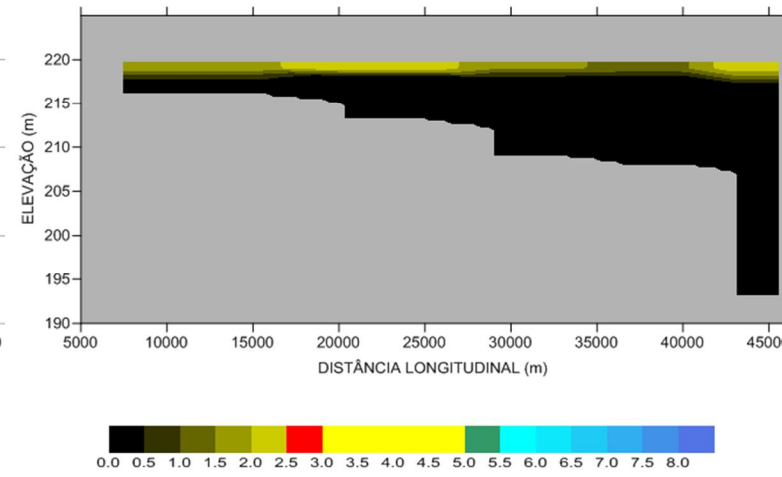
**CASO PROP02B**

**CASO3**

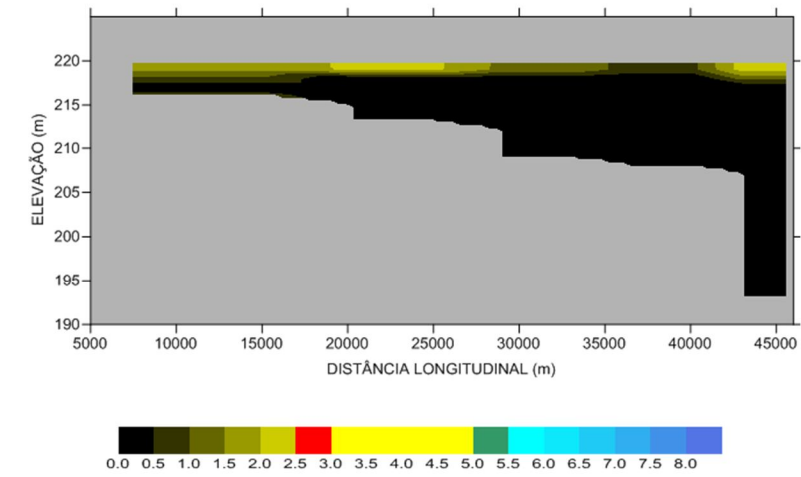
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



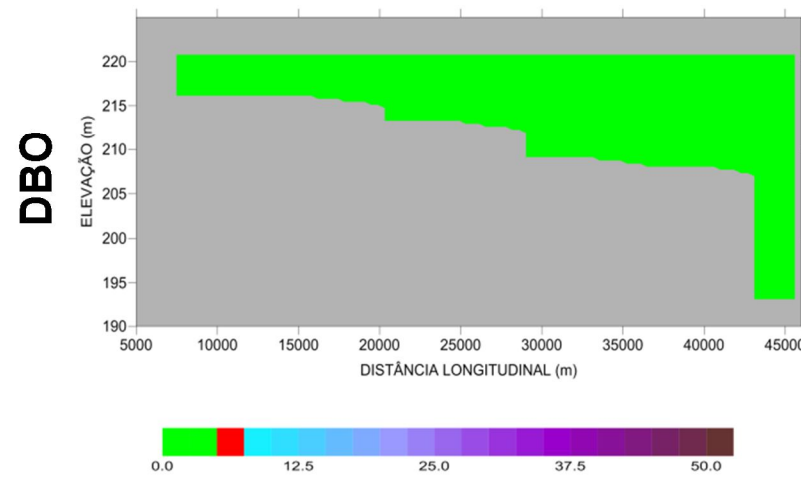
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



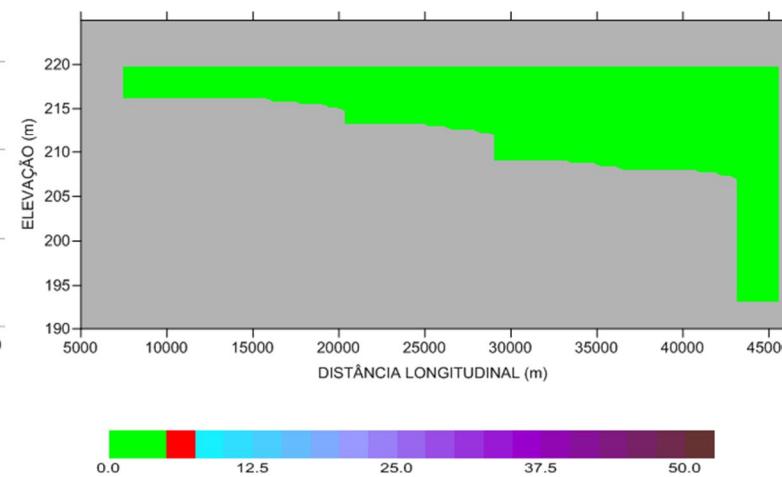
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



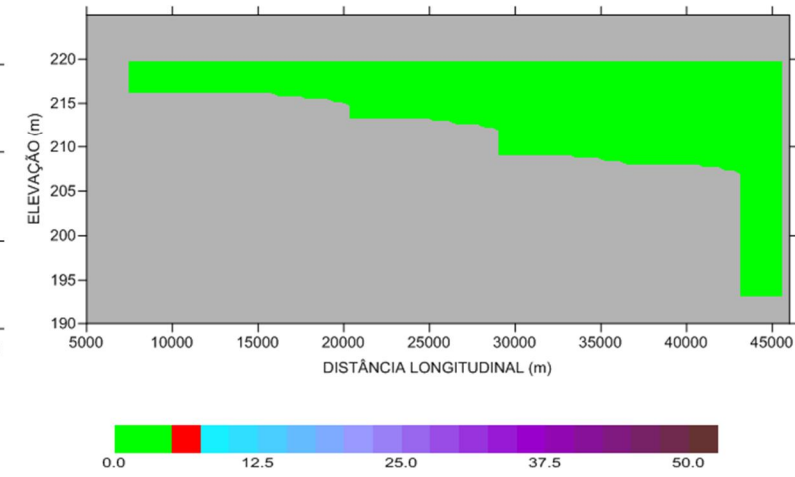
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIO PARANAÍTA



#### 9.4.3. RIBEIRÃO MD01

Nas Figuras 9.63a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do ribeirão MD01, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência de OD (Figura 9.63a) mostram que as concentrações abaixo de 3,0 mg/L ocorrem em 10% tempo nos primeiros 5 metros, nos três casos simulados. Contudo, observa-se uma sensível melhora ao longo deste braço quando se compara o CASO PROP02 e os demais casos.

No envoltório de mínimos de OD para o CASO PROP02 (Figura 9.63c) observa-se que as concentrações deste parâmetro atingem valores abaixo de 3,0 mg/L, mesmo nas camadas mais superficiais, conforme indicado no envoltório de frequência. Para os CASOS PROP02B e 03, ocorre uma expressiva melhora, com concentrações sempre acima de 3,0 mg/L nas camadas mais superficiais.

Nos gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.63a) observa-se que as concentrações atingem valores acima de 5,0 mg/L ao longo deste braço em menos de 10% do tempo de simulação, para os três casos simulados.

Os envoltórios de máximos (Figura 9.63b) mostram que as concentrações mais críticas ocorrem apenas nas camadas mais profundas, com algumas diferenças entre os três cenários.

Os resultados dos envoltórios de mínimo (Figura 9.63c) sugerem que o fluxo de DBO cessa no período observado, em todos os casos.



FIGURA 9.63a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão MD01.

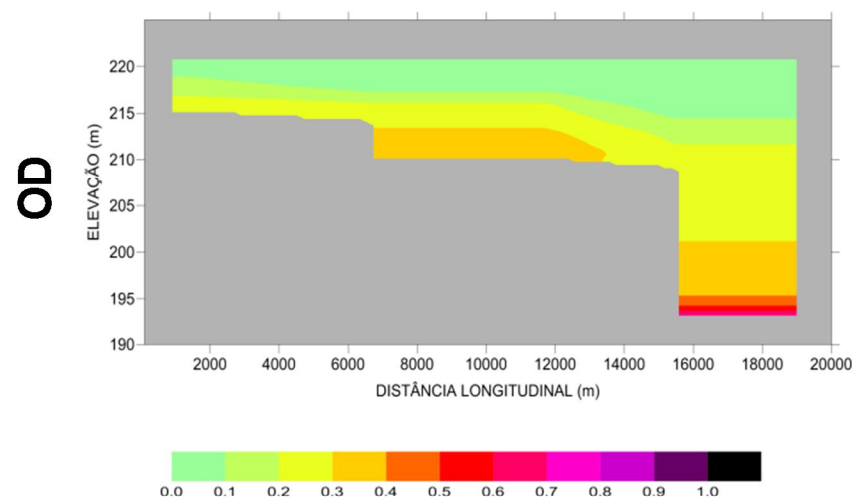
**FREQUÊNCIAS**

**CASO PROP02**

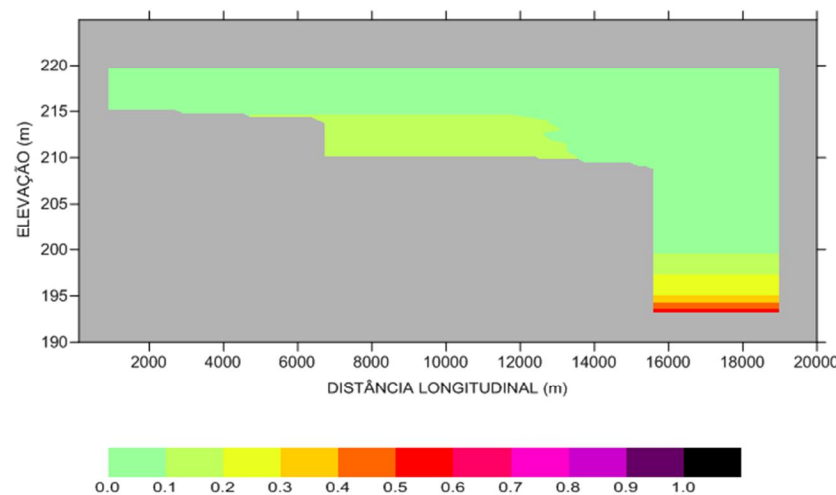
**CASO PROP02B**

**CASO3**

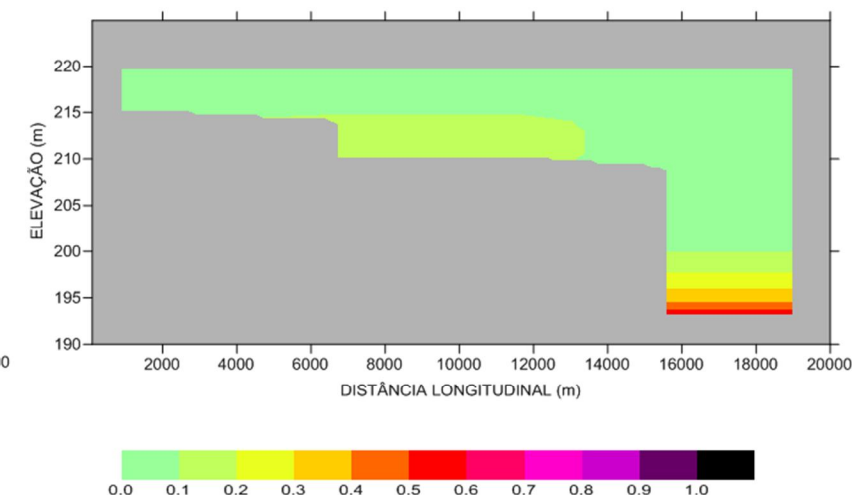
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01



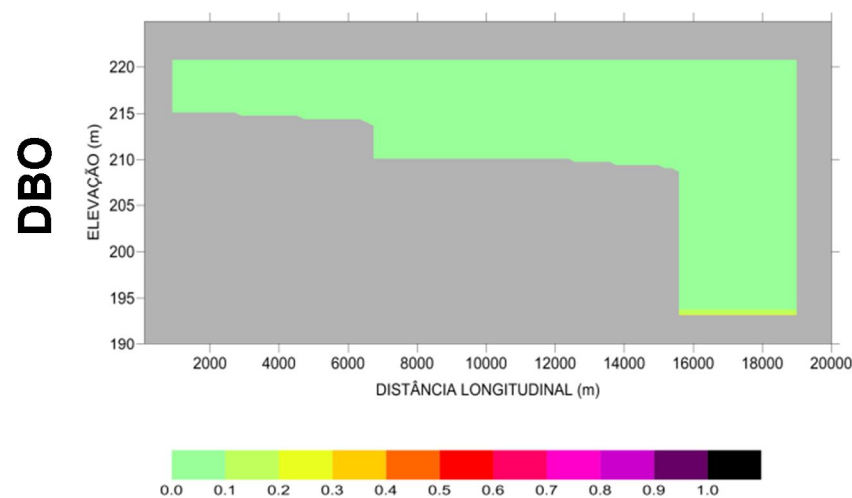
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01



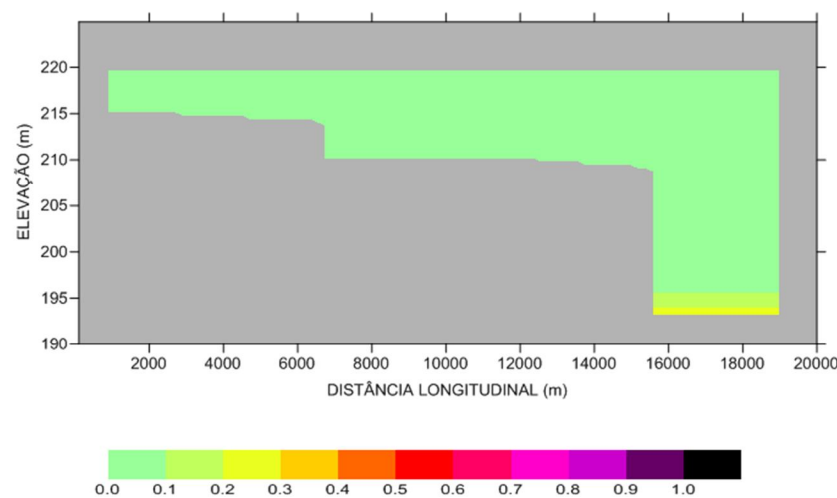
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO MD01

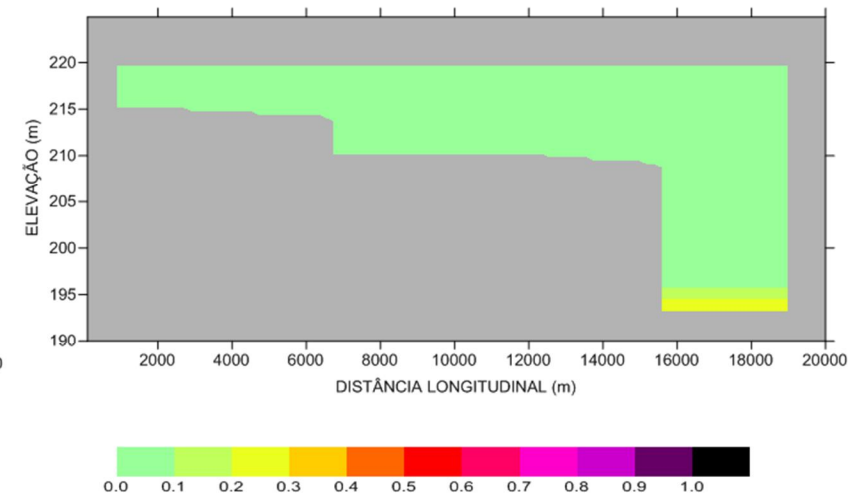


FIGURA 9.63b – Envolvimentos de Máximos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão MD01.

**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

**CASO3**

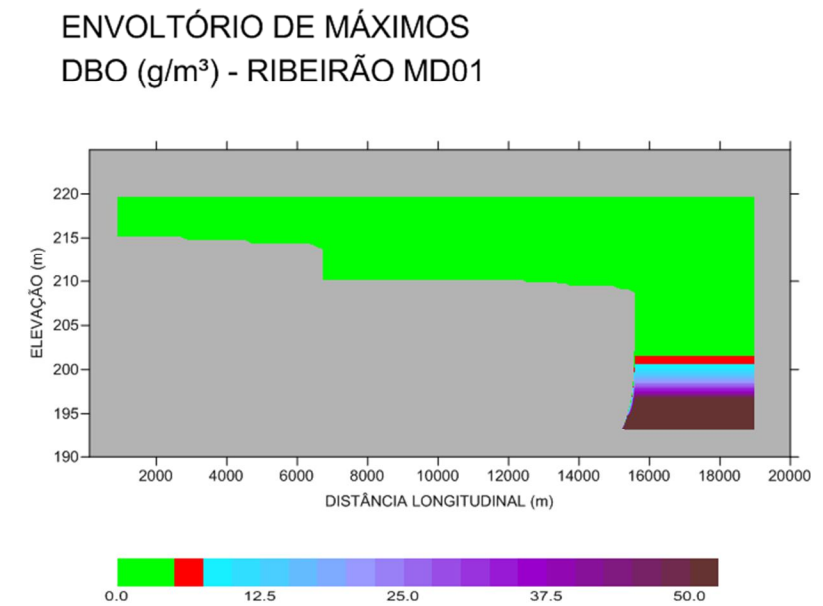
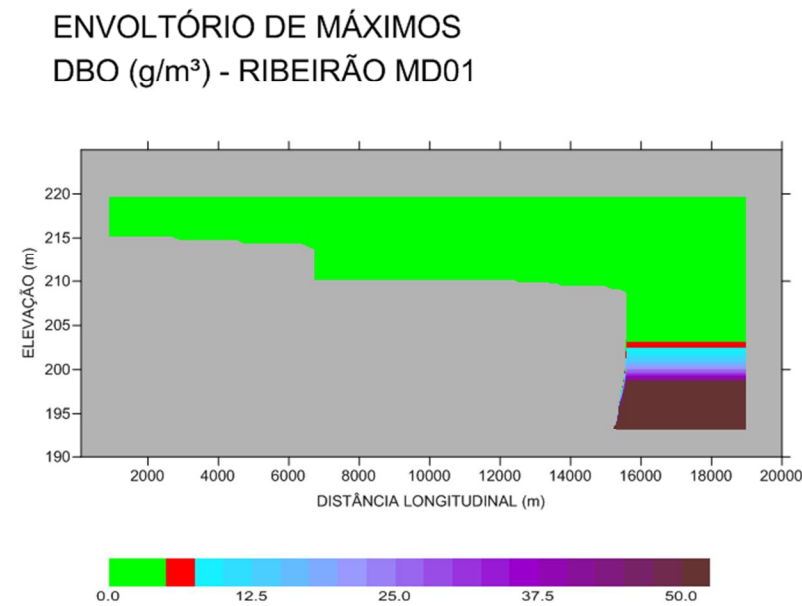
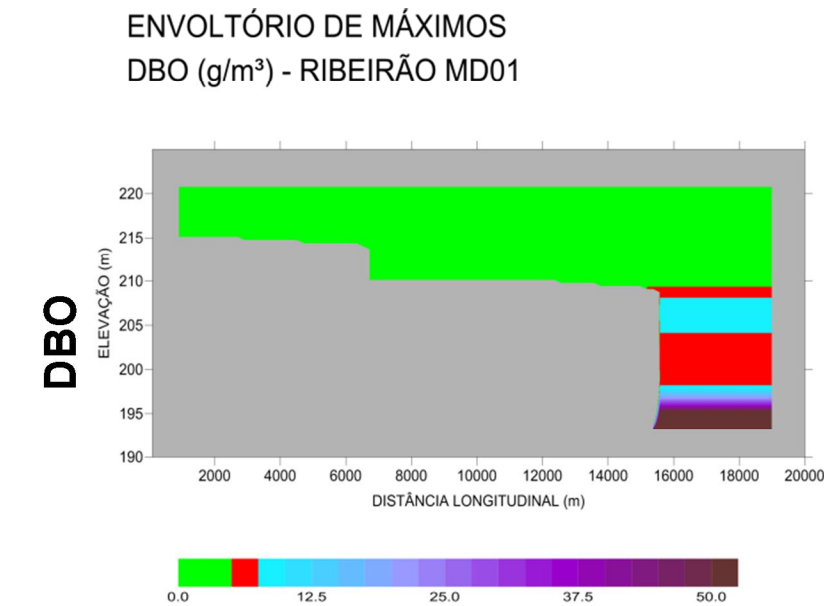
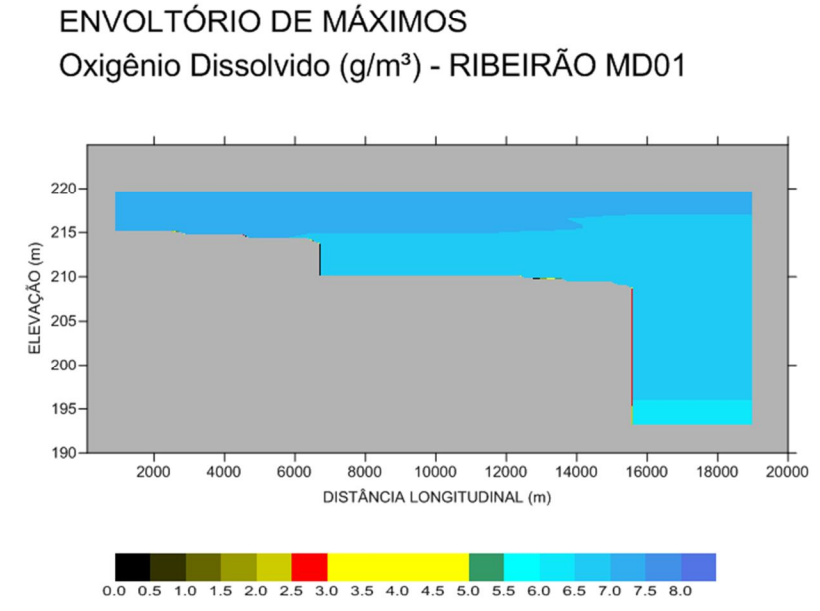
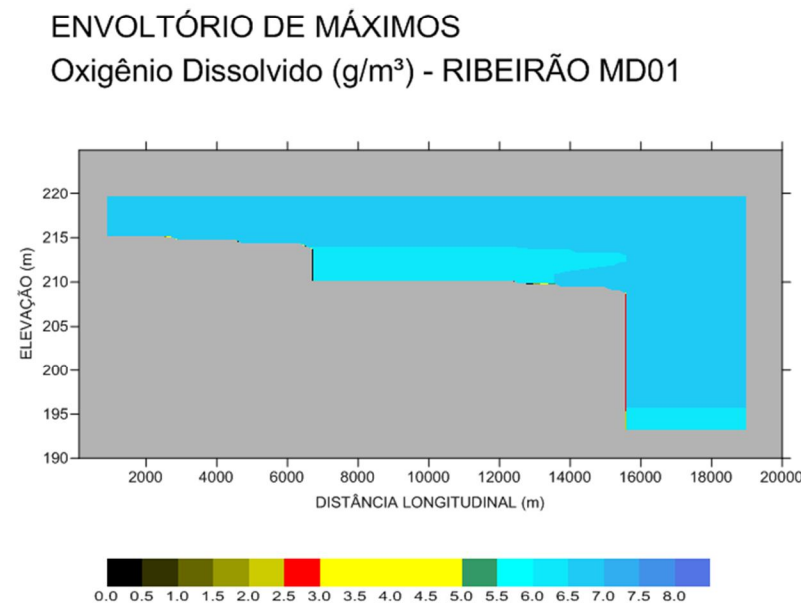
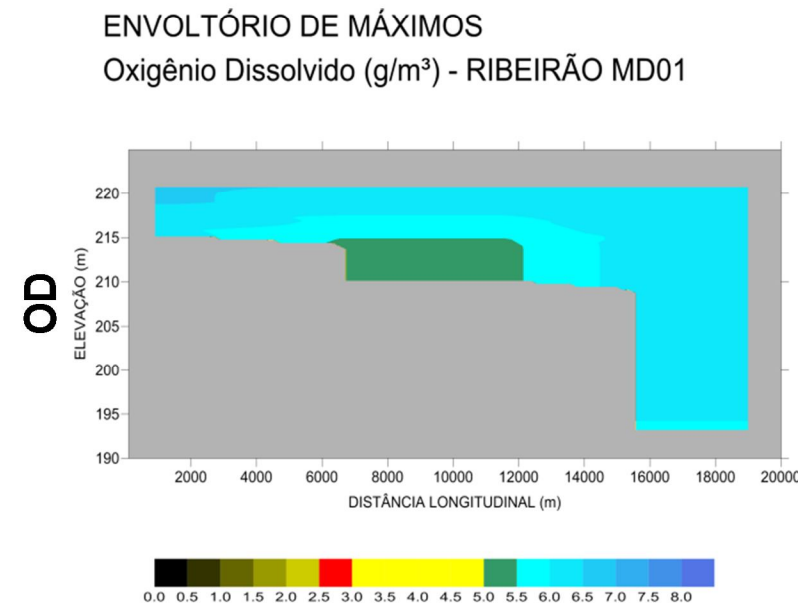




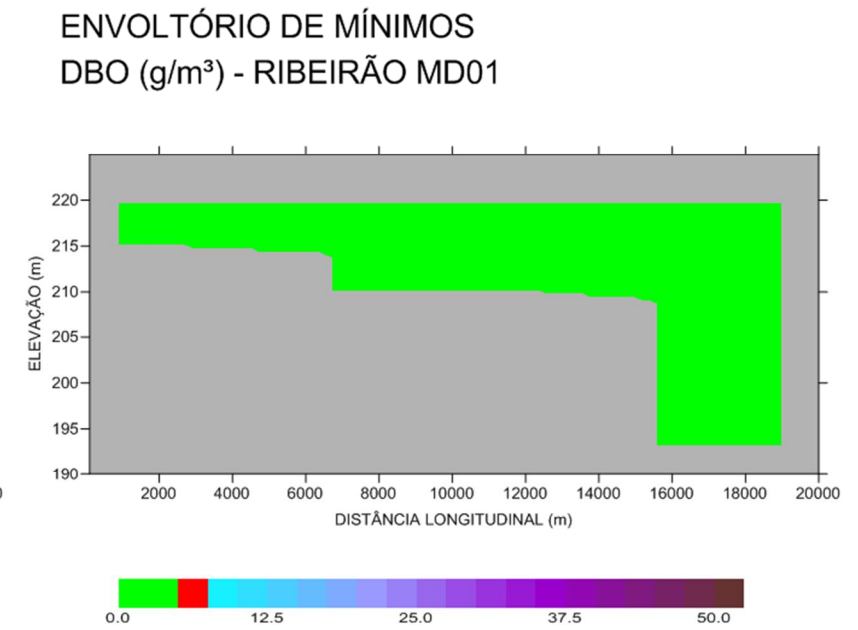
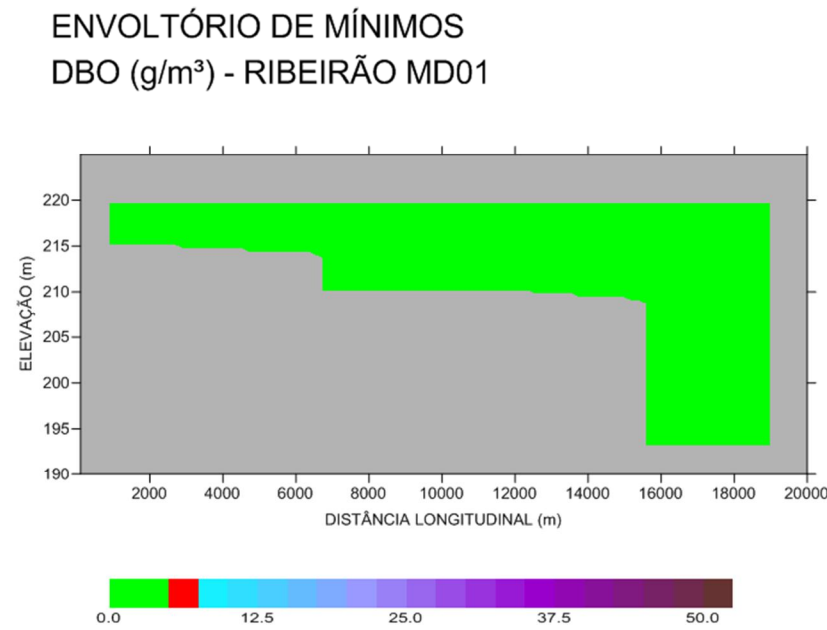
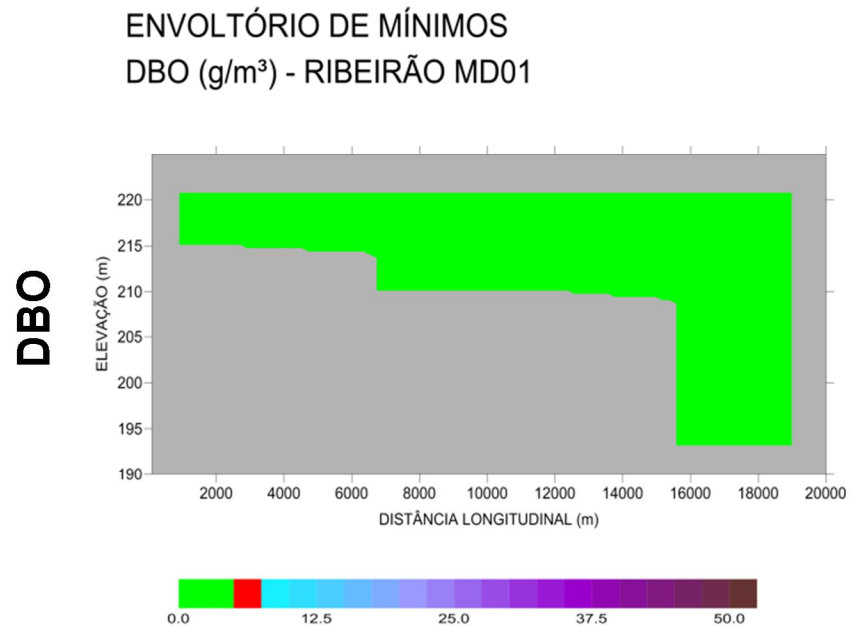
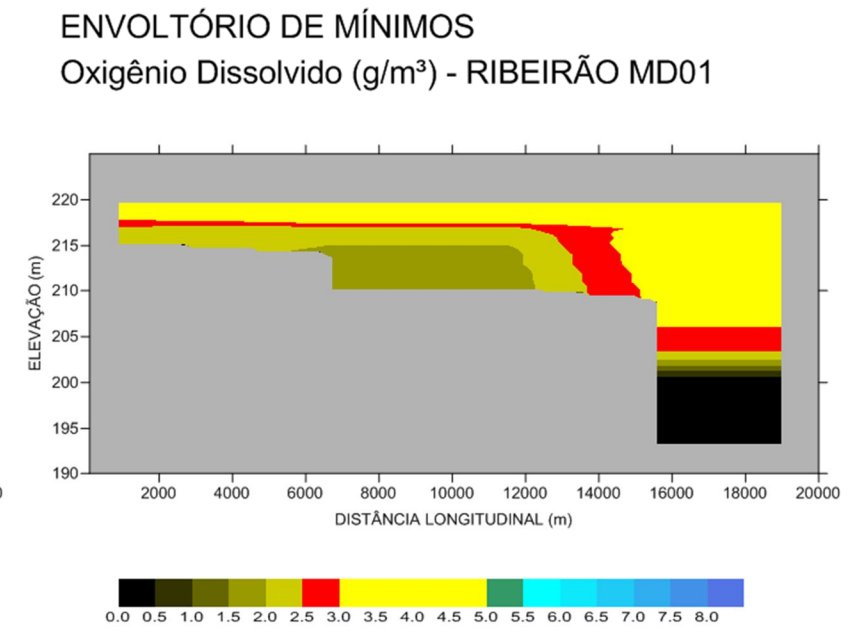
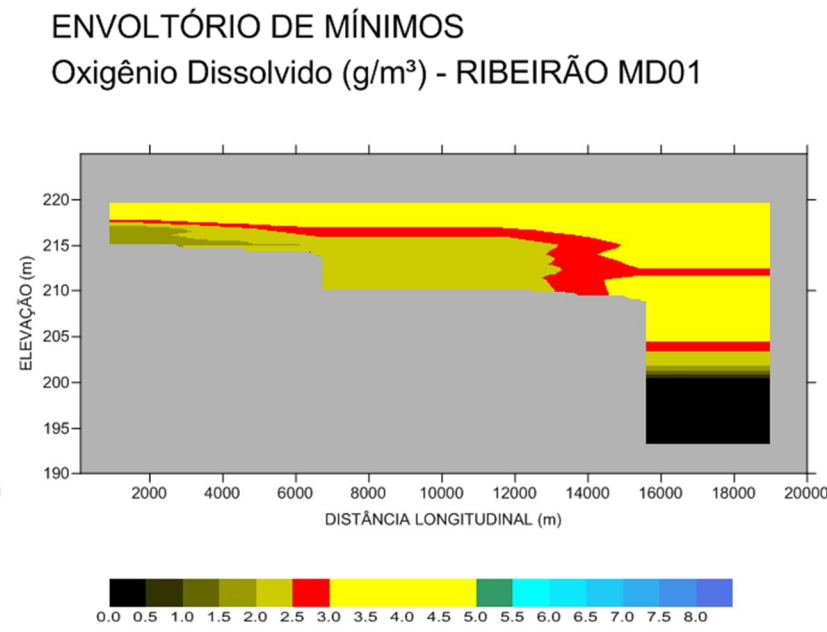
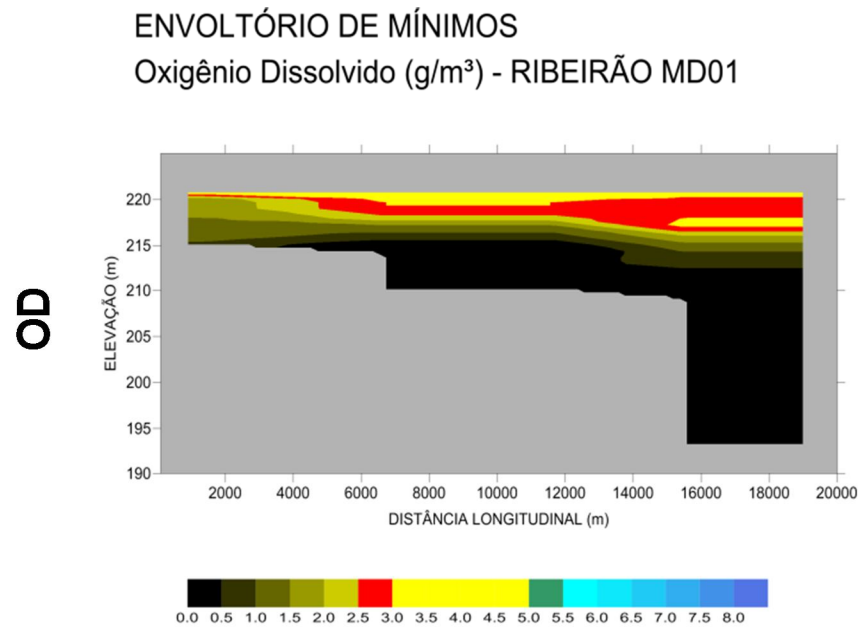
FIGURA 9.63c – Envoltórios de Mínimos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão MD01.

**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

**CASO3**



#### 9.4.4. RIBEIRÃO ME02

Nas Figuras 9.64a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0 mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do ribeirão ME02, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência de OD (Figura 9.64a) mostram que, nos 5 metros iniciais da coluna d'água, ocorrem concentrações abaixo de 3,0 mg/L entre 10% e 20% do tempo, para os três casos. Nos 2 metros iniciais este valor cai para 10%, ou seja, em 90% do período de estabilização as concentrações de OD mantêm-se acima de 3,0mg/L, para os três casos.

Nos envoltórios de mínimos de OD (Figura 9.64c) observa-se que nas camadas superficiais as concentrações de OD situam-se acima de 3,0 mg/L, em quase toda a extensão deste braço, para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.64a) mostram que as concentrações acima de 5,0 mg/L ocorrem, no máximo, em 10% do tempo, nas camadas mais superficiais, para os três casos.

Os envoltórios de máximos (Figura 9.64b) confirmam que as concentrações mais críticas deste parâmetro ocorrem apenas nas camadas mais profundas, nos três cenários.

Os resultados dos envoltórios de mínimos (Figura 9.64c) sugerem que o fluxo de DBO cessa no período observado.

FIGURA 9.64a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME02.

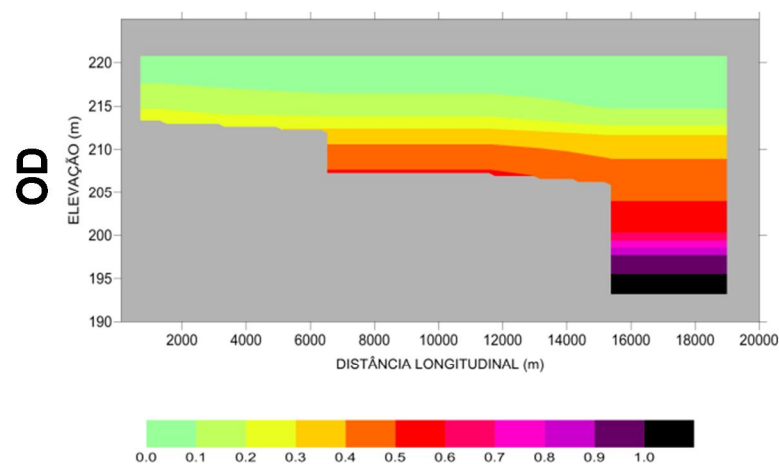
**FREQUÊNCIAS**

**CASO PROP02**

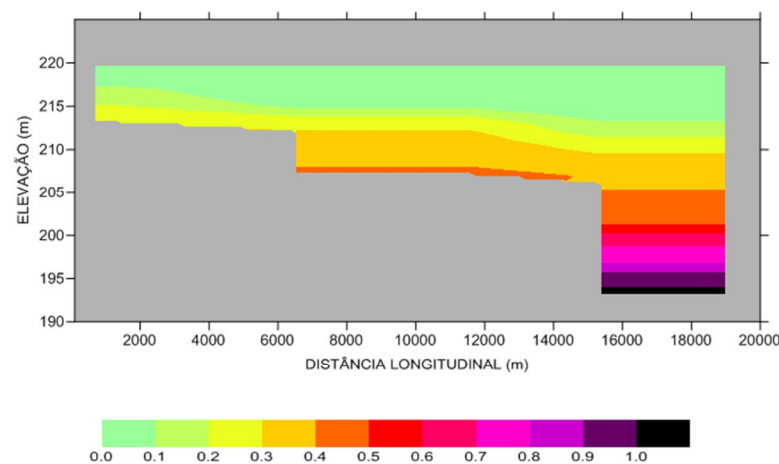
**CASO PROP02B**

**CASO3**

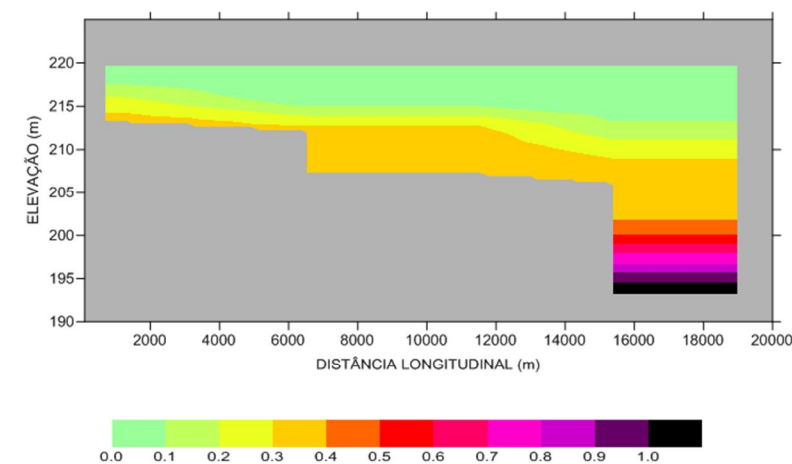
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



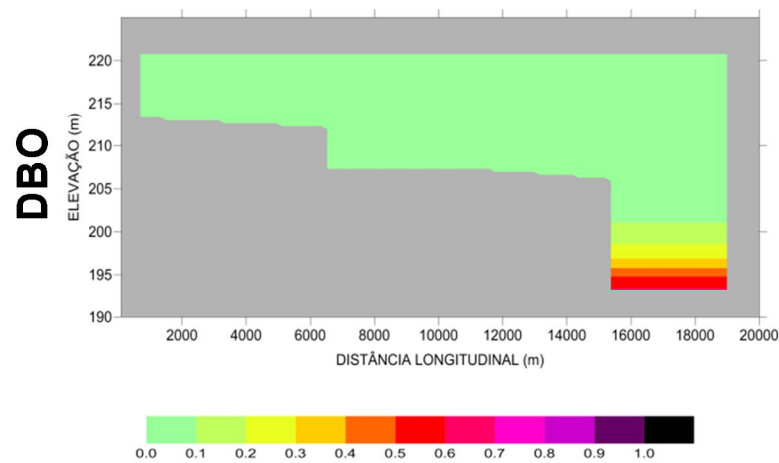
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



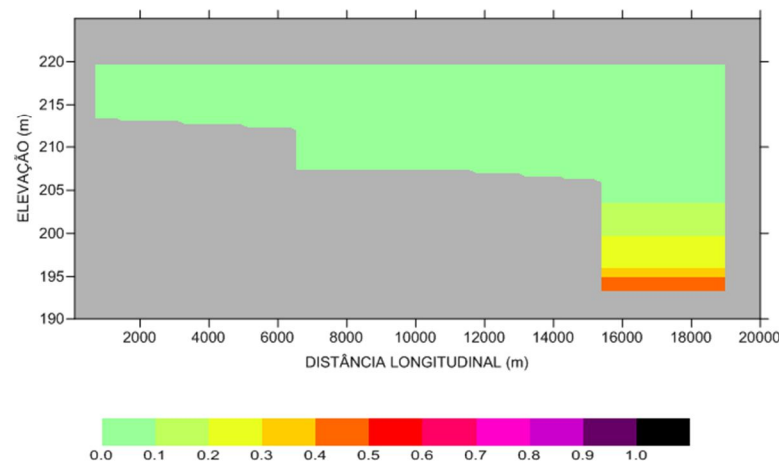
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

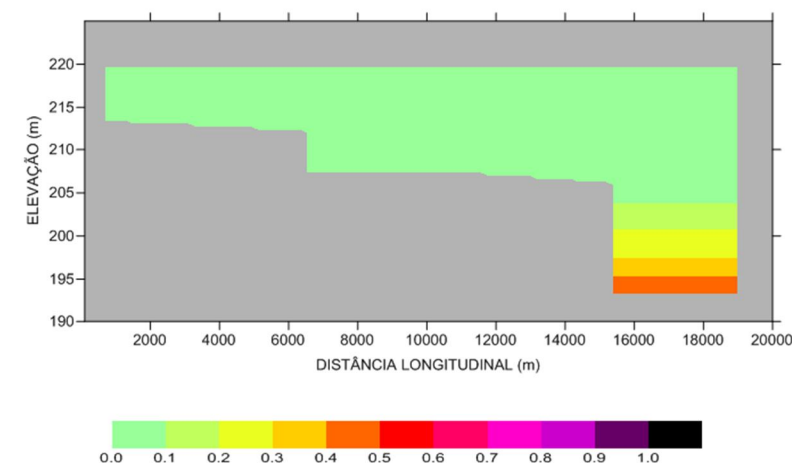


FIGURA 9.64b – Envolvimentos de Máximos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME02.

**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

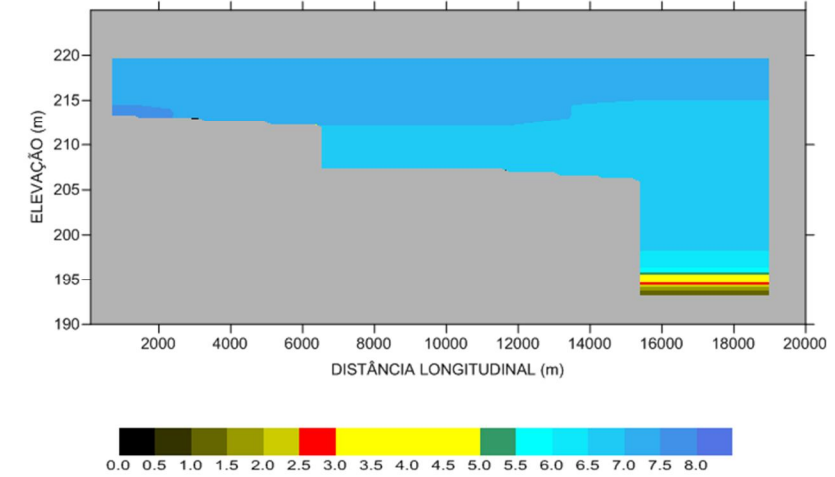
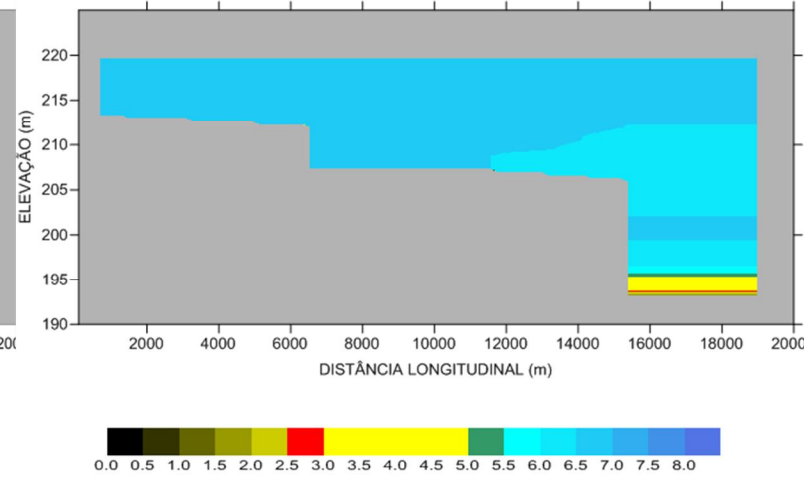
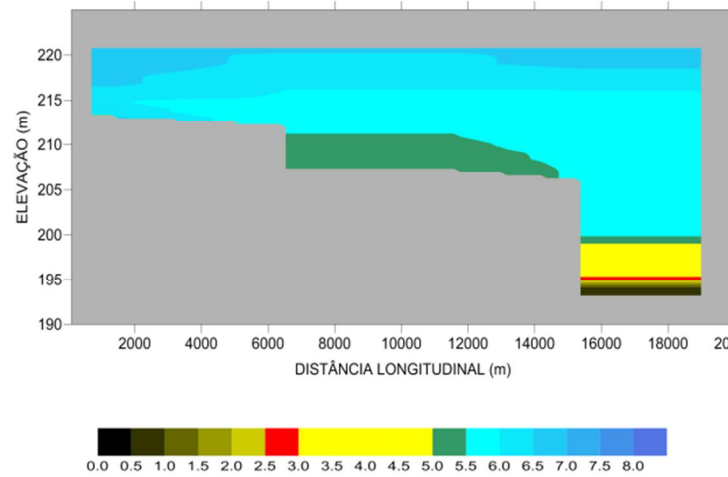
**CASO3**

ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

**OD**



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02

**DBO**

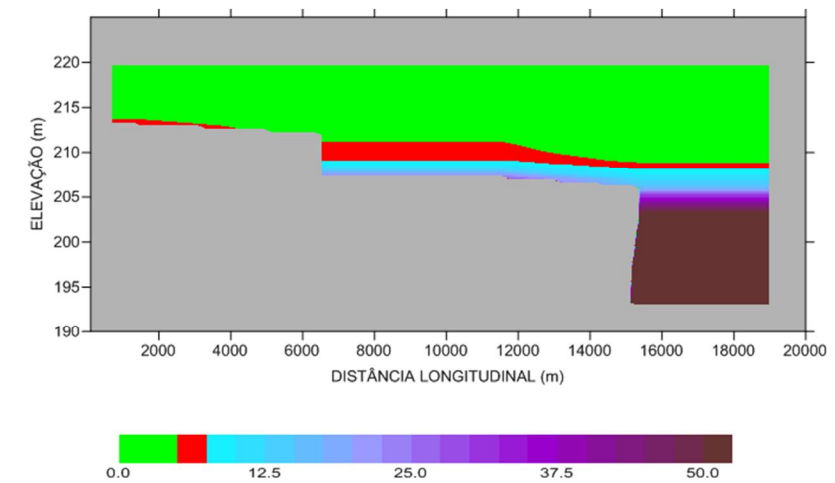
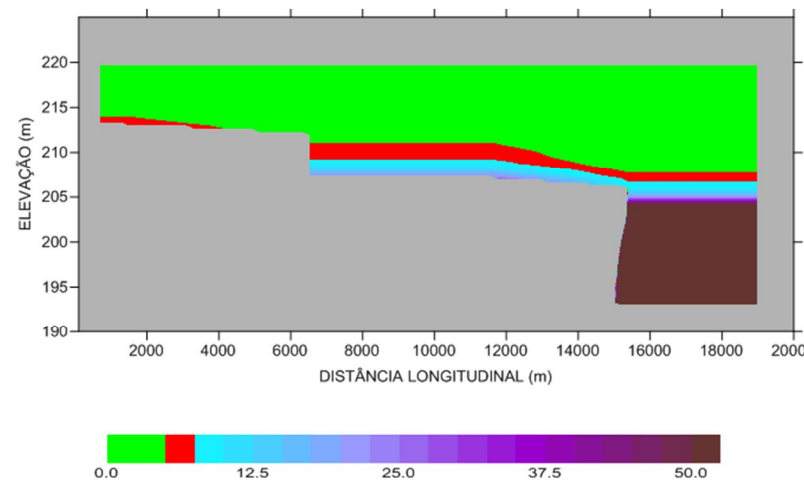
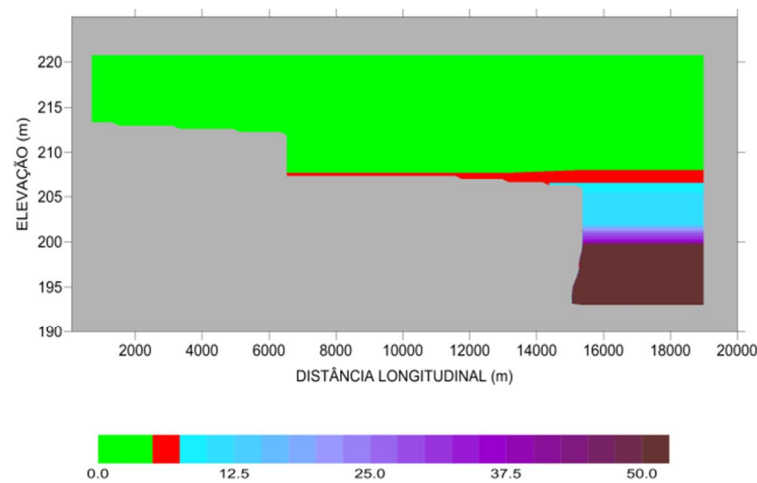


FIGURA 9.64c – Envoltórios de Mínimos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME02.

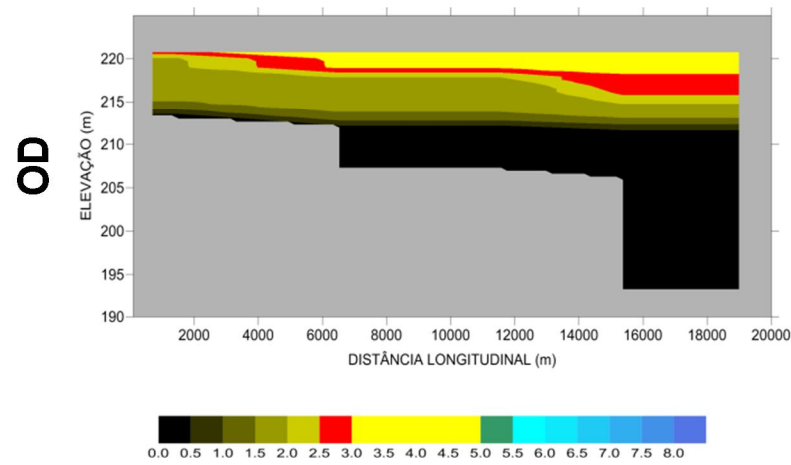
**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

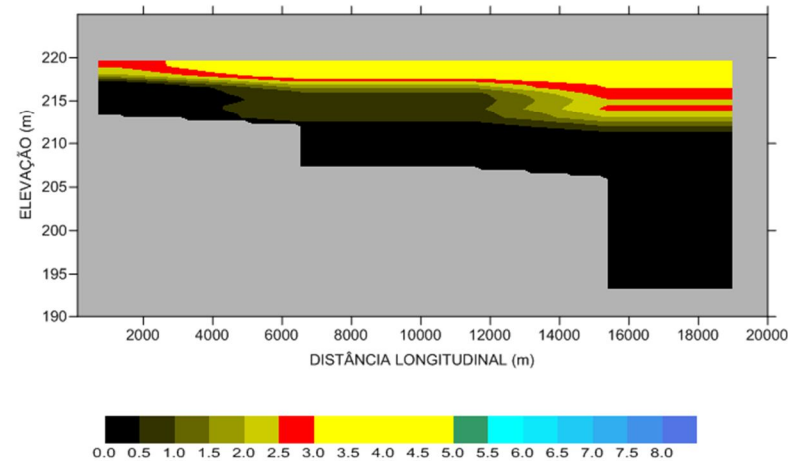
**CASO PROP02B**

**CASO3**

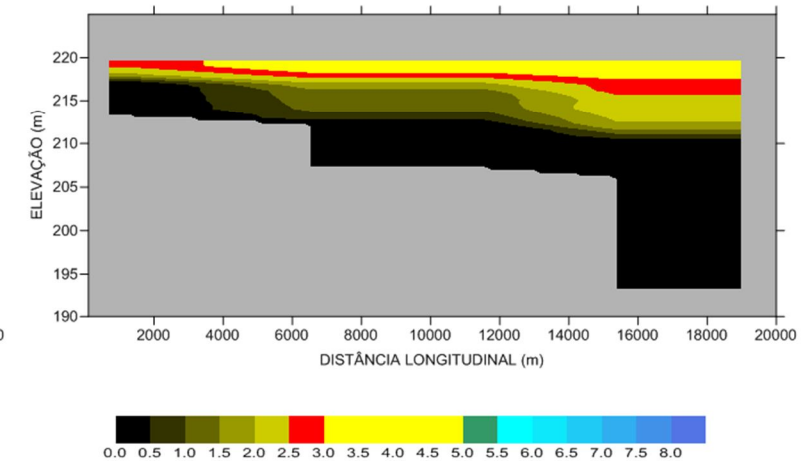
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



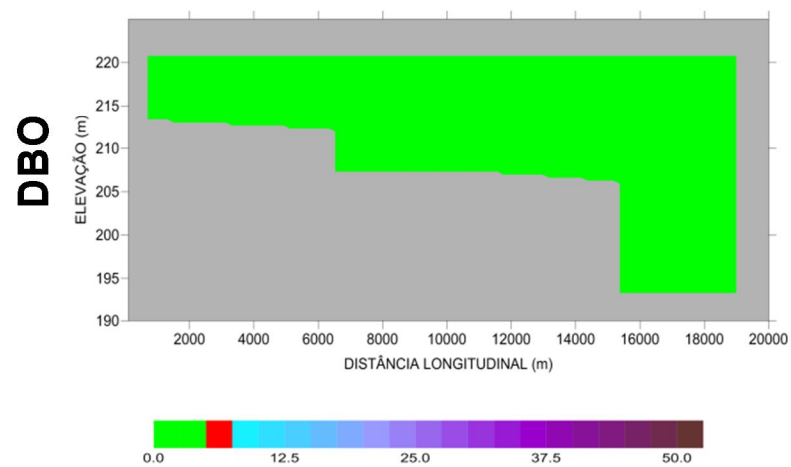
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



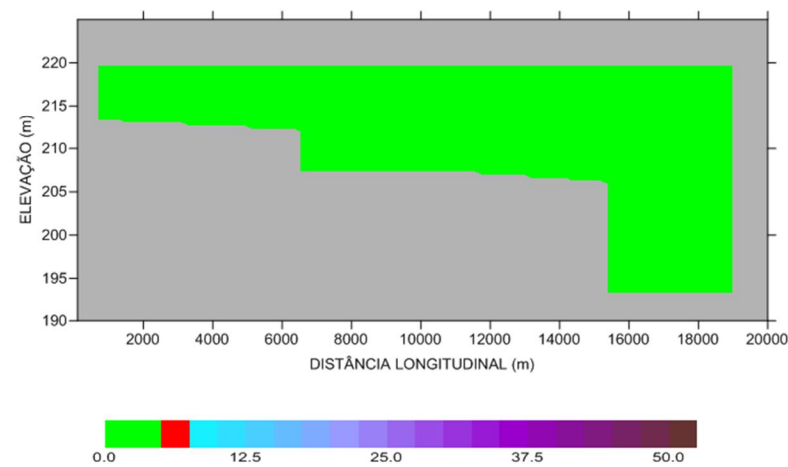
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



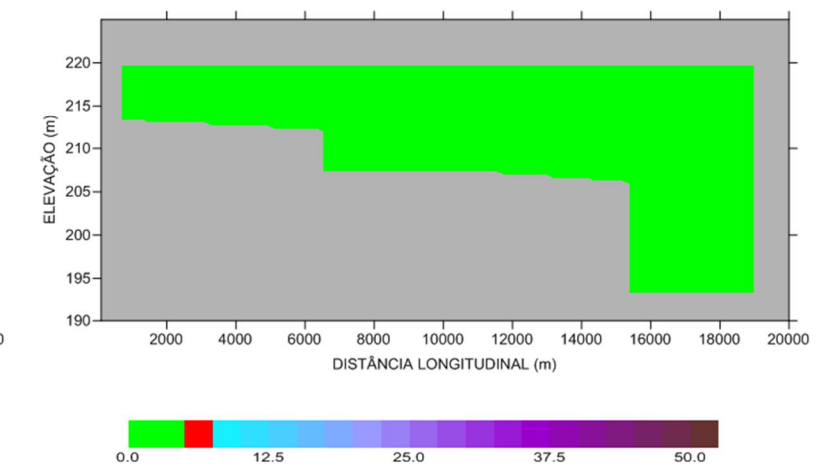
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME02



#### 9.4.5. RIBEIRÃO ME03

Nas Figuras 9.65a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0 mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do ribeirão ME03, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência de OD (Figura 9.65a) mostram que, nos 5 metros iniciais da coluna d'água, as concentrações deste parâmetro situam-se abaixo de 3,0mg/L, entre 10% e 40% do tempo, no CASO PROP02, e entre 10% e 30% do tempo, nos CASOS PROP02B e 03. Nos 2 metros iniciais este valor cai para 20%, no CASO PROP02, e para 10% nos CASOS PROP02B e 03.

No envoltório de mínimos de OD para o CASO PROP02 (Figura 9.65c) observa-se que ocorre anoxia no trecho da superfície próxima a região de montante deste braço. Contudo, ressalta-se que o quadro de anoxia não ocorre ao mesmo tempo em todo o braço, conforme pode ser observado na figura da distribuição das concentrações para o dia mais crítico da simulação (Figura 9.22).

Ao compararmos o CASO PROP02 aos CASOS PROP02B e 03, observa-se uma ligeira melhora nas concentrações mínimas de OD nas camadas mais superficiais, principalmente no CASO PROP02B.

Nos gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.65a) pode-se observar que valores acima de 5,0 mg/L ocorrem entre 0% e 10% do tempo nas camadas superficiais. Nas camadas mais profundas, a ocorrência desses valores situa-se entre 10% e 40% do tempo, com melhora progressiva do CASO PROP02 ao CASO 03.

Os envoltórios de máximos dos CASOS PROP02 e PROP02B (Figura 9.65b) mostram que as maiores concentrações de DBO se restringem às camadas mais profundas. Apenas no CASO 03 ocorrem concentrações próximas a 5,0 mg/L nas camadas superiores do trecho de montante deste braço.

O resultado dos envoltórios de mínimos (Figura 9.65c) sugere que o fluxo de DBO cessa no período observado.



FIGURA 9.65a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME03.

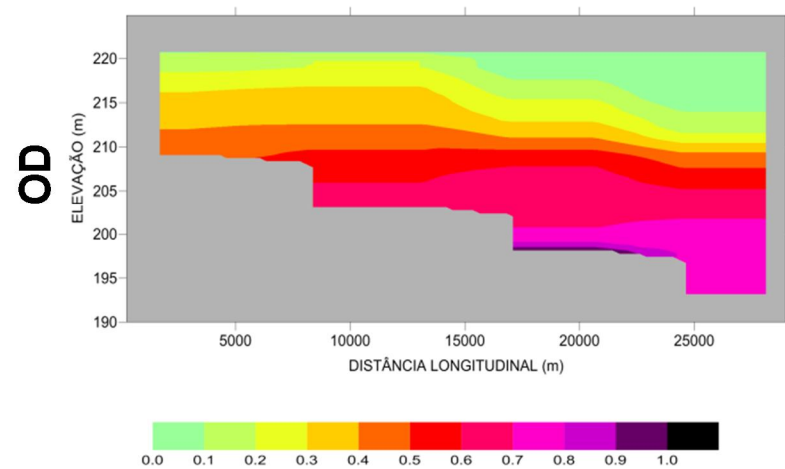
**FREQUÊNCIAS**

**CASO PROP02**

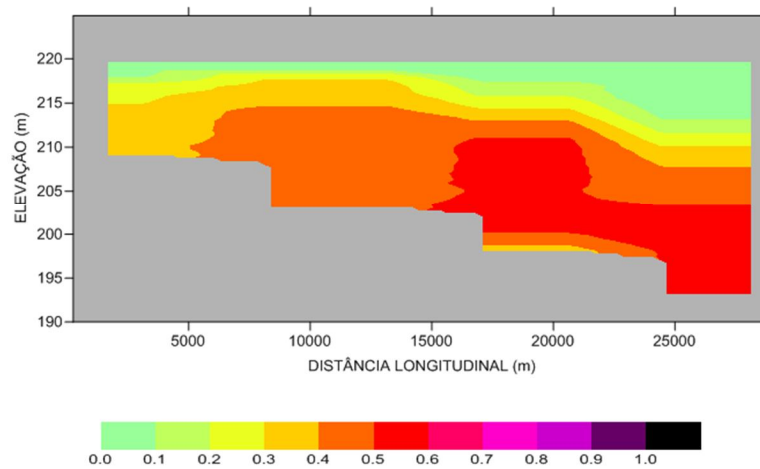
**CASO PROP02B**

**CASO3**

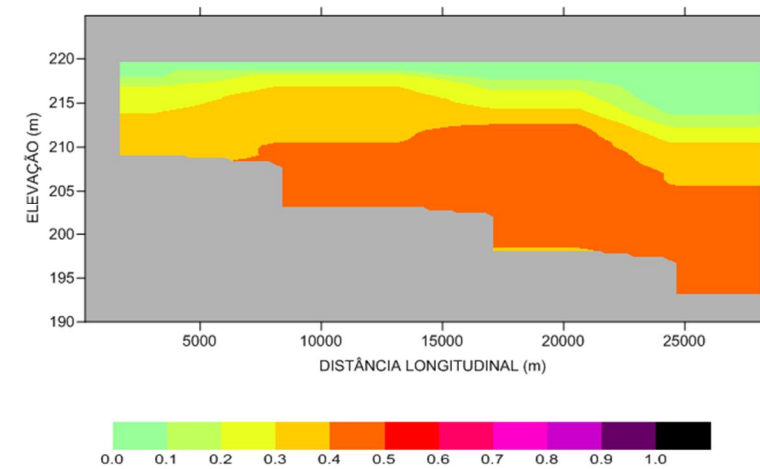
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



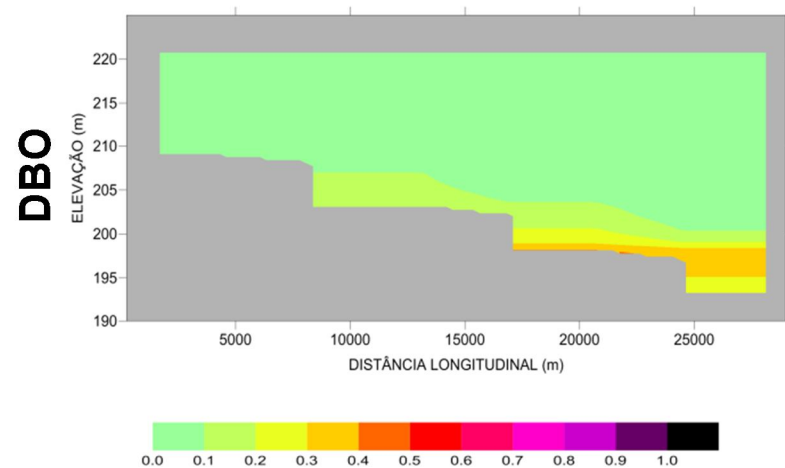
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



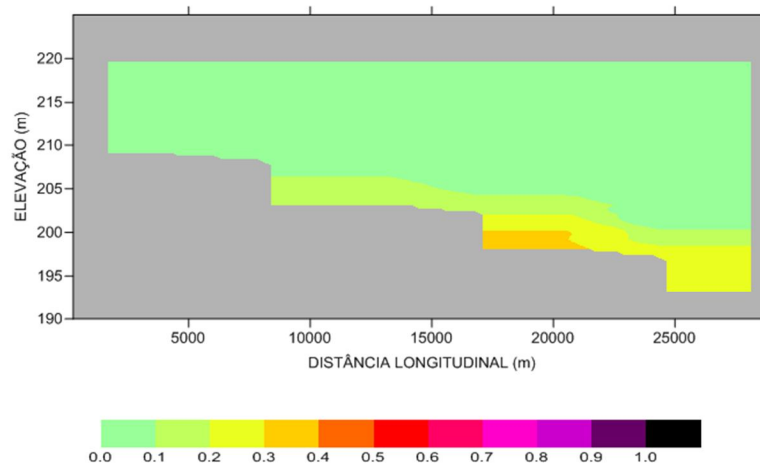
ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE FREQUÊNCIA  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03

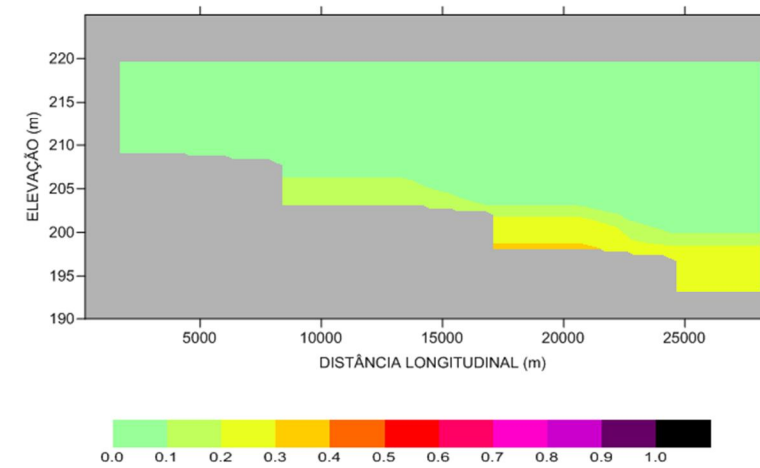


FIGURA 9.65b – Envoltórios de Máximos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME03.

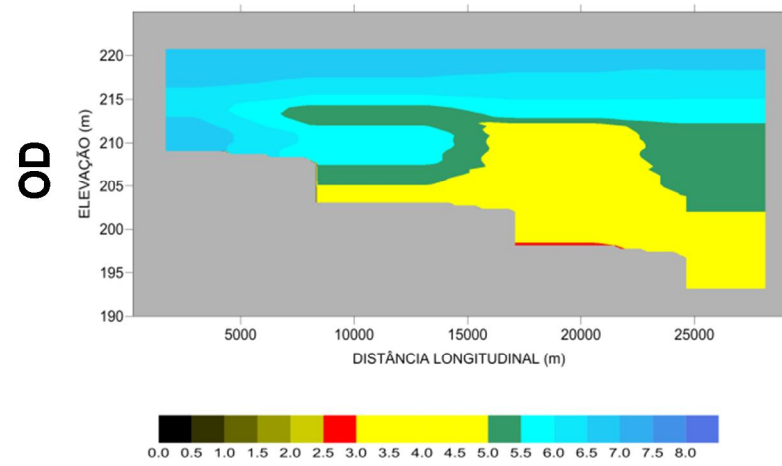
**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

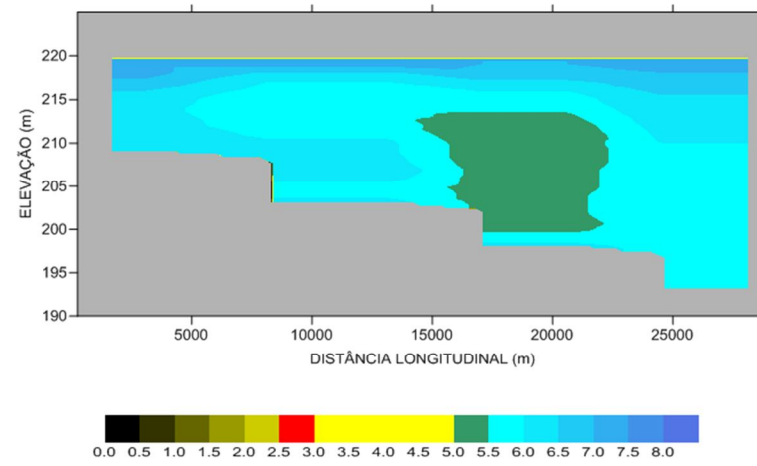
**CASO PROP02B**

**CASO3**

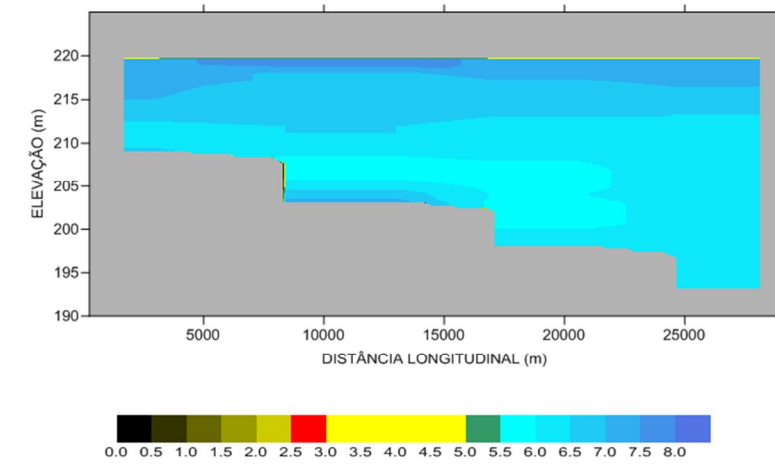
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



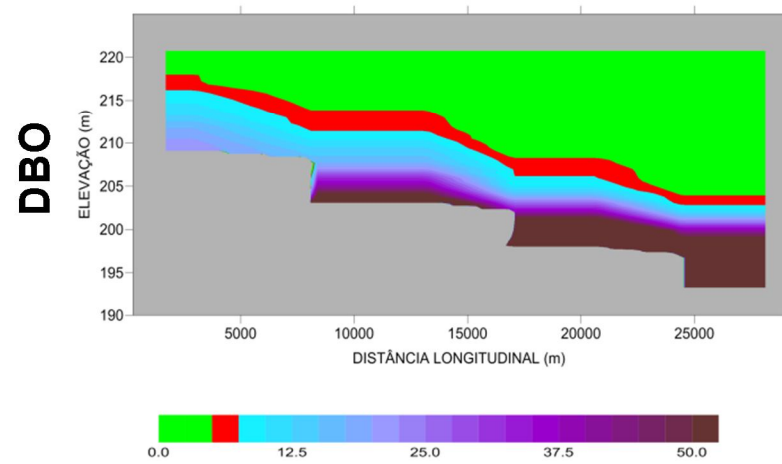
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



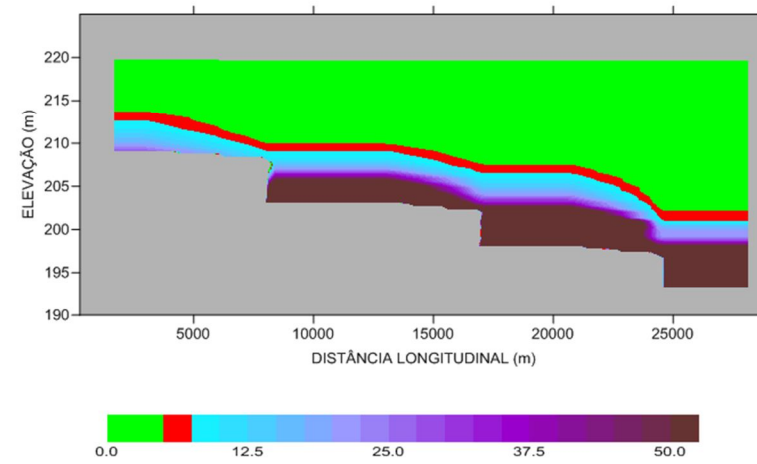
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME03

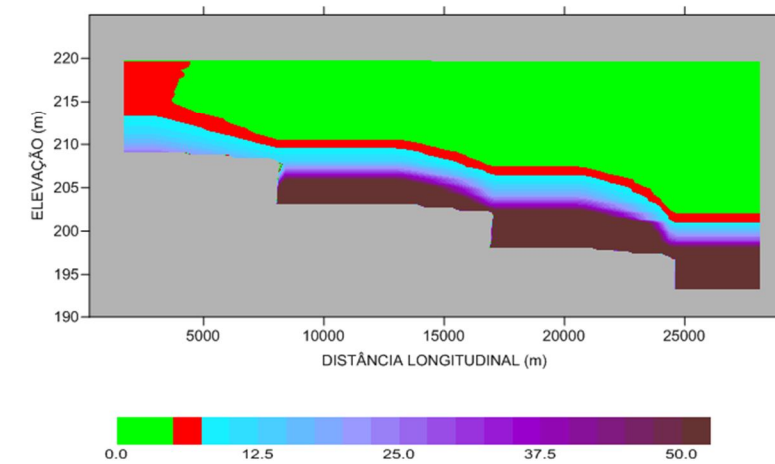


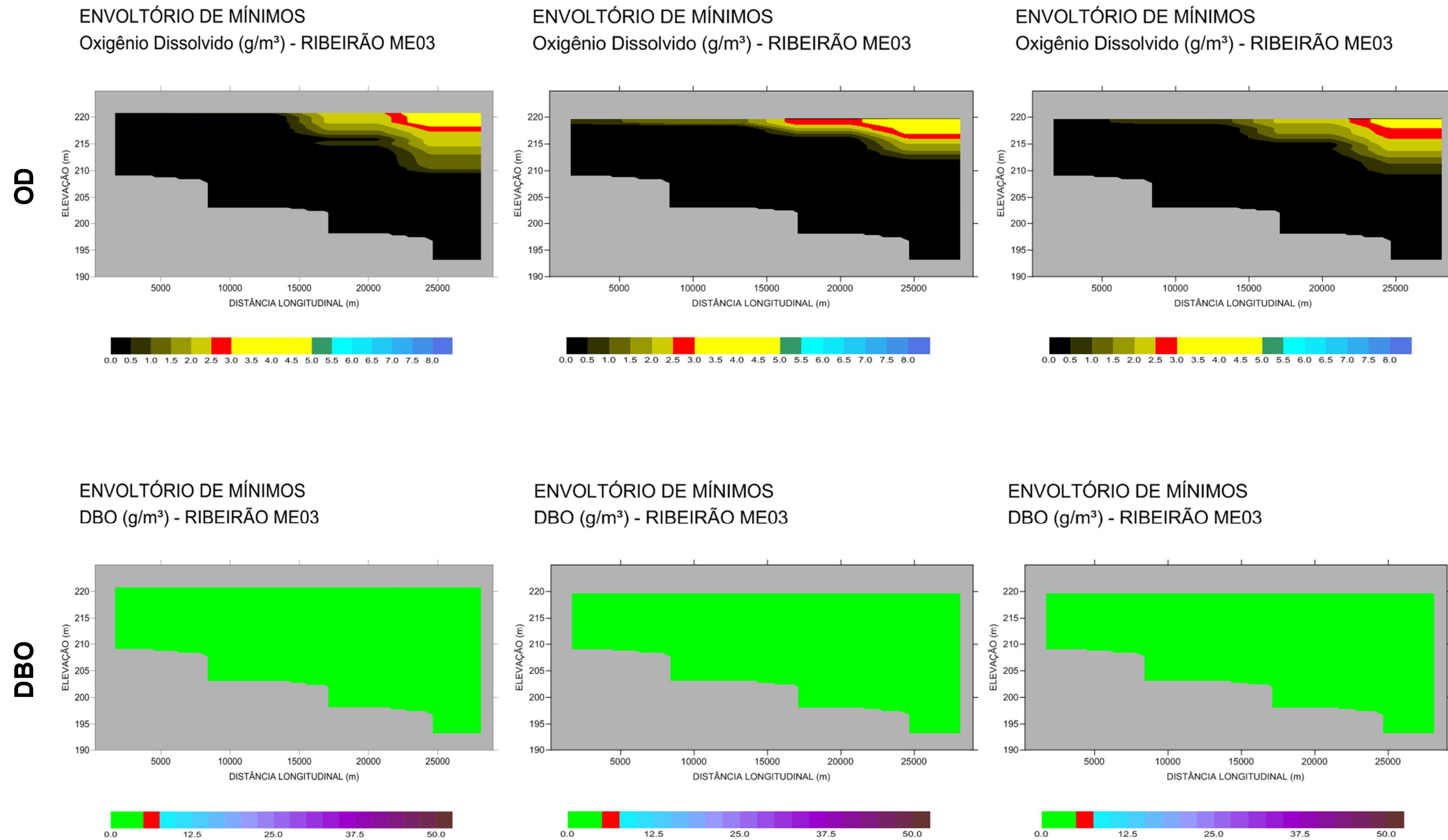
FIGURA 9.65c – Envolvimentos de Mínimos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME03.

**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

**CASO3**



#### 9.4.6. RIBEIRÃO ME04

Nas Figuras 9.66a-b-c, a seguir, pode-se observar a frequência de ocorrência de OD abaixo de 3,0 mg/L e de DBO acima de 5,0 mg/L, ao longo do ribeirão ME04, juntamente com os valores máximos e mínimos atingidos durante a simulação (num período de 180 dias contados após o fim do enchimento), para os três cenários simulados.

Os gráficos de frequência de ocorrência de OD (Figura 9.66a) mostram que, nos 5 metros iniciais da massa d'água, as concentrações de OD apresentam valores iguais ou superiores a 3,0 mg/L em 90% do período de estabilização, para os três cenários simulados.

Nos envoltórios de mínimos observa-se que as concentrações de OD (Figura 9.66c) situam-se acima de 3,0 mg/L, nas camadas mais superficiais nos CASOS PROP02B e 03. Apenas no CASO PROP02, ocorre uma região mais à montante com concentrações um pouco menores. Observa-se, ainda, progressiva melhora do CASO PROP02 ao CASO 03.

Nos gráficos de frequência de ocorrência de DBO (Figura 9.66a) observa-se que as concentrações atingem valores acima de 5,0 mg/L em menos de 10% do tempo de simulação, para os três cenários.

Os envoltórios de máximos (Figura 9.66b) confirmam que as maiores concentrações de DBO se restringem às camadas mais profundas, nos três cenários.

O resultado dos envoltórios de mínimos (Figura 9.66c) sugere que o fluxo de DBO cessa no período observado.

FIGURA 9.66a – Envoltórios de Frequências para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME04.

**FREQUÊNCIAS**

**CASO PROP02**

**CASO PROP02B**

**CASO3**

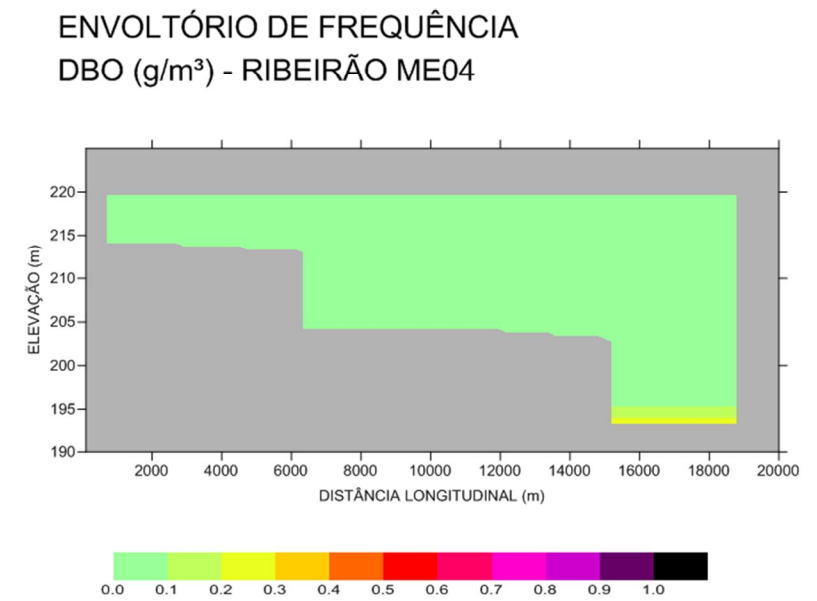
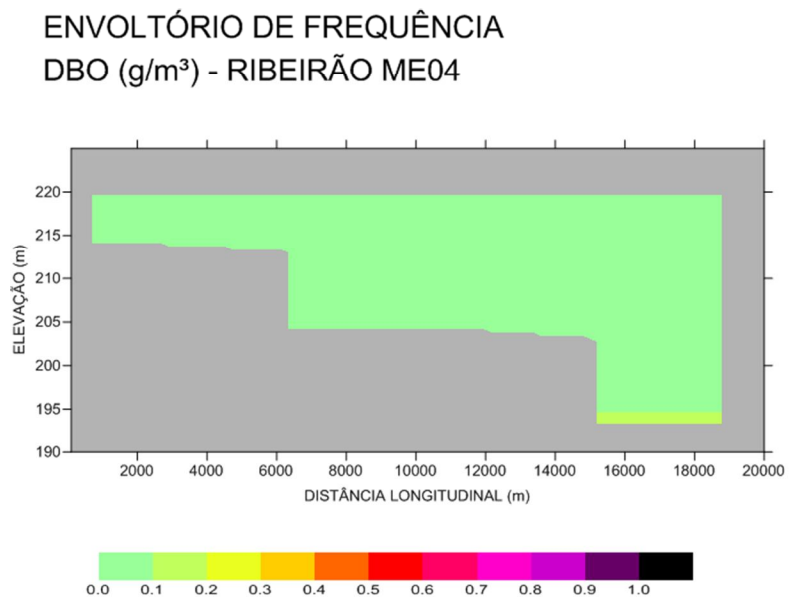
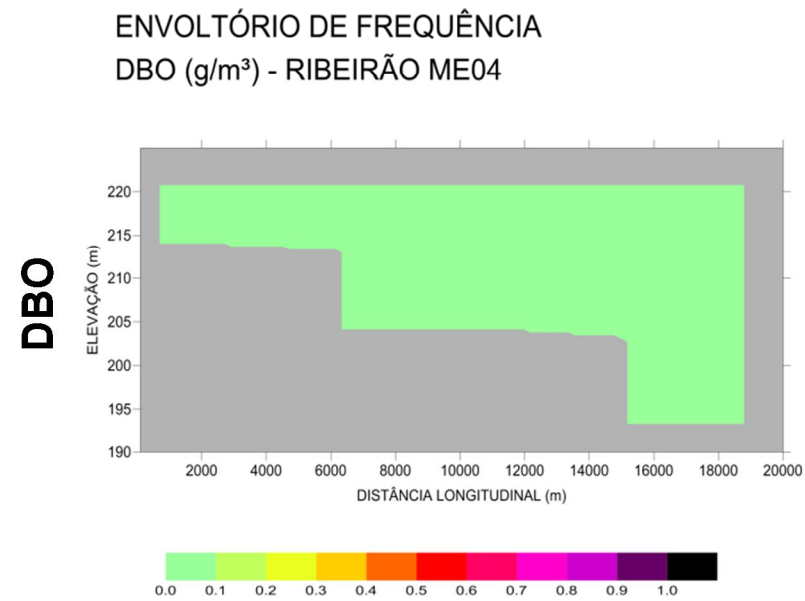
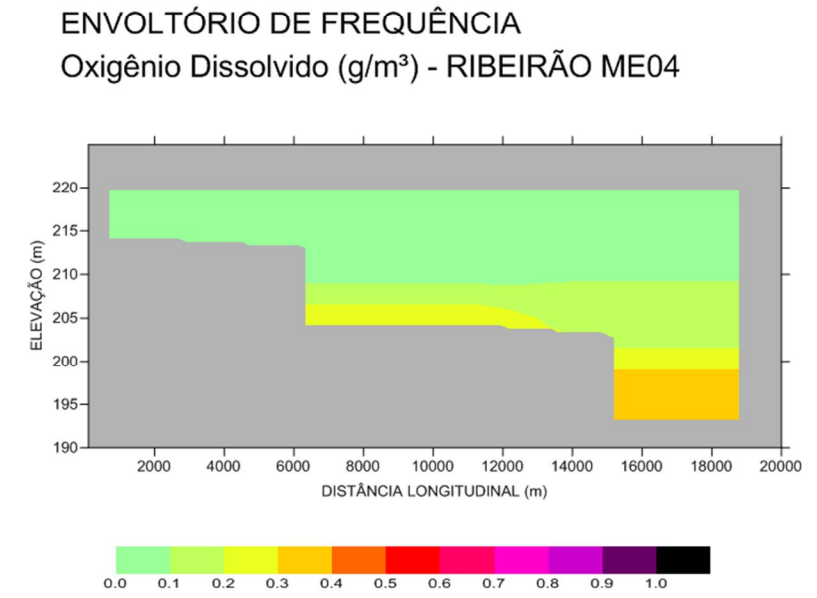
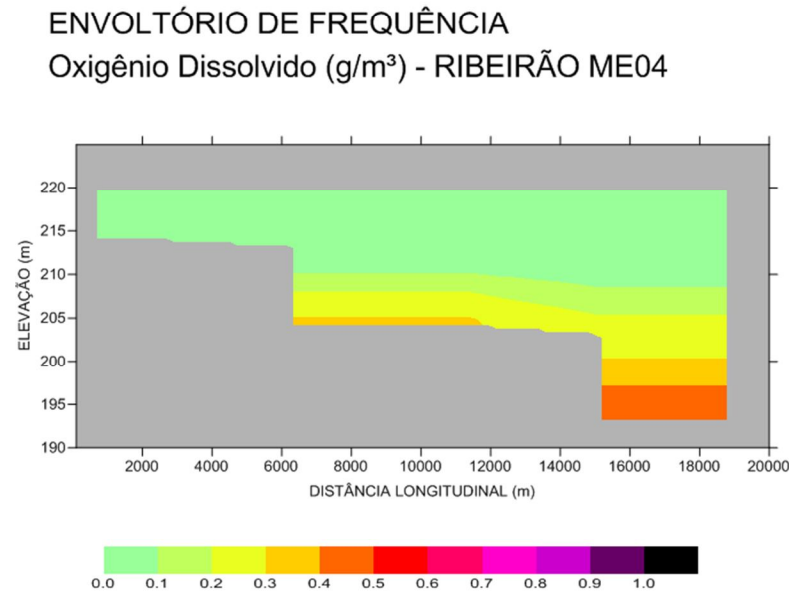
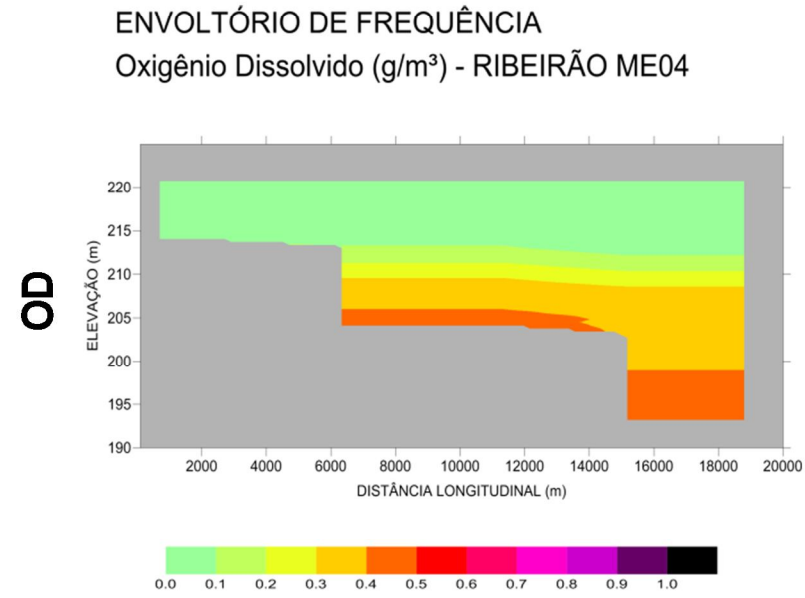




FIGURA 9.66b – Envoltórios de Máximos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME04.

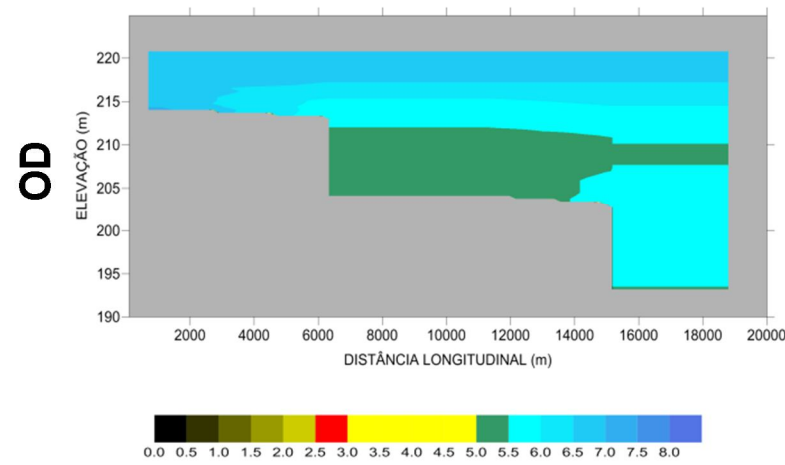
**MÁXIMOS**

**CASO PROP02**

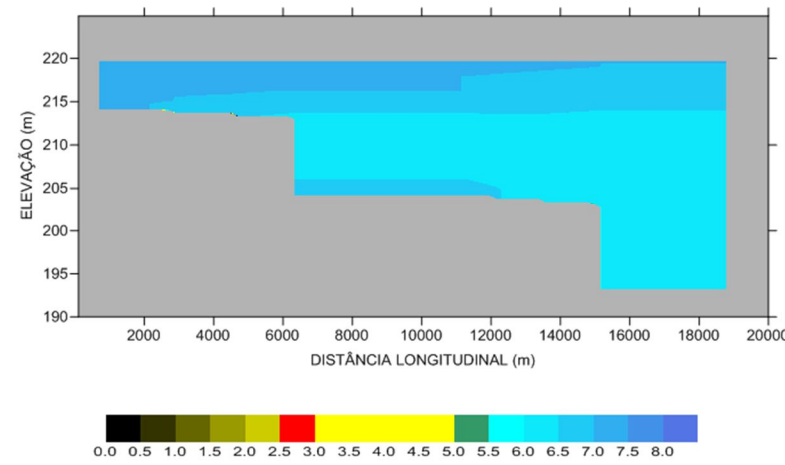
**CASO PROP02B**

**CASO3**

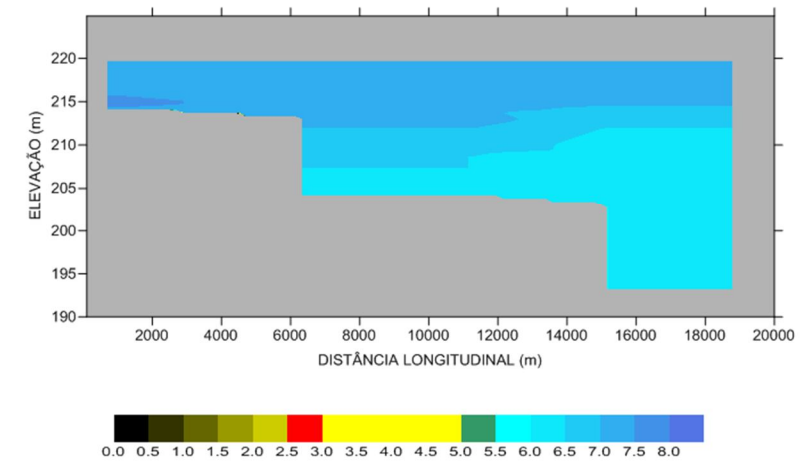
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



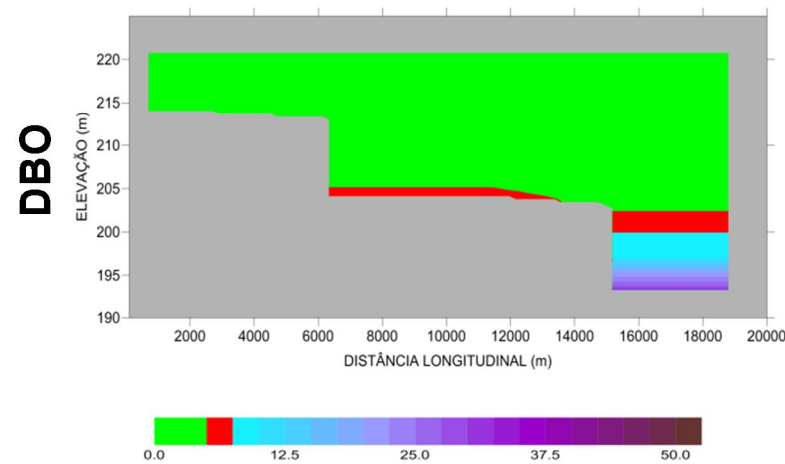
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



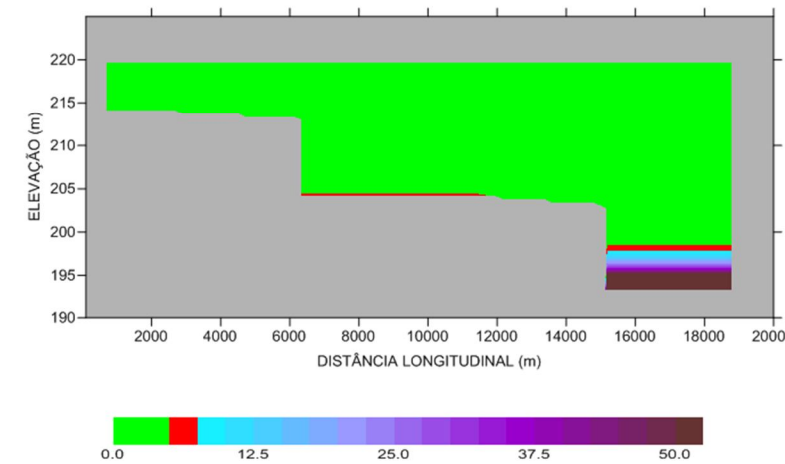
ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



ENVOLTÓRIO DE MÁXIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04

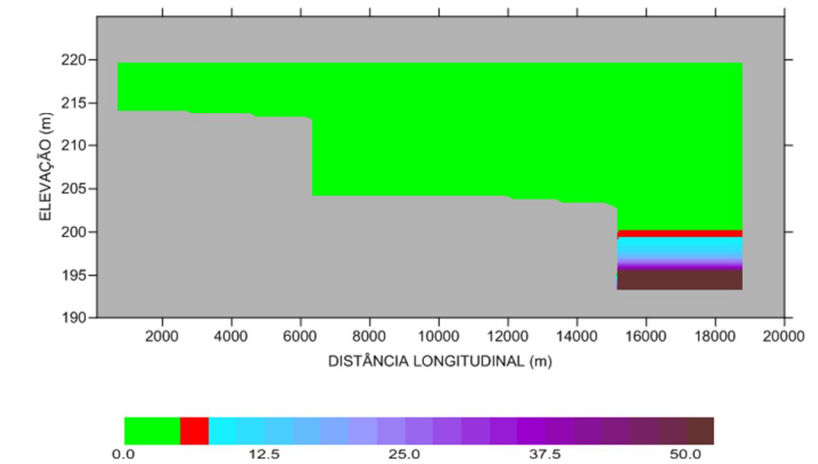




FIGURA 9.66c – Envolvimentos de Mínimos para os parâmetros OD e DBO – Ribeirão ME04.

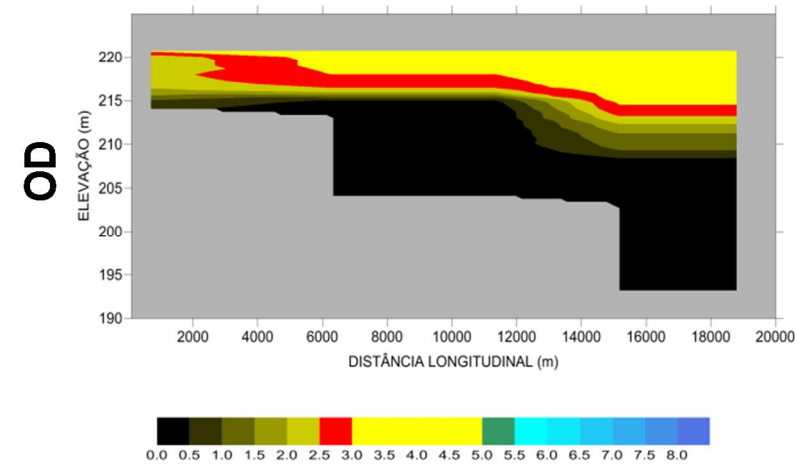
**MÍNIMOS**

**CASO PROP02**

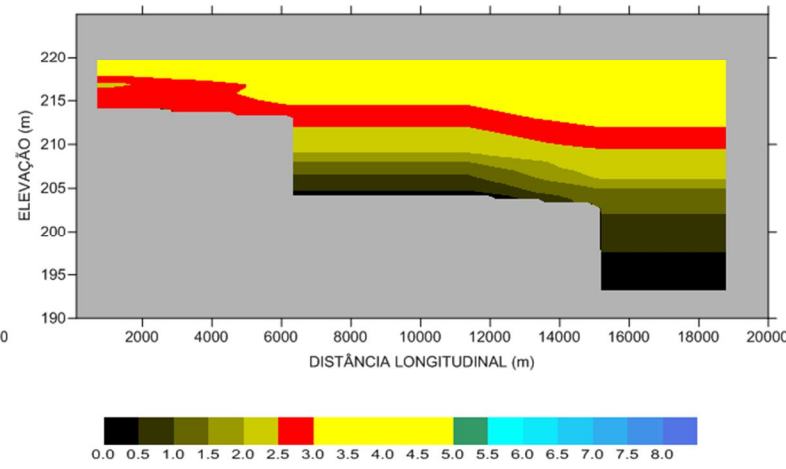
**CASO PROP02B**

**CASO3**

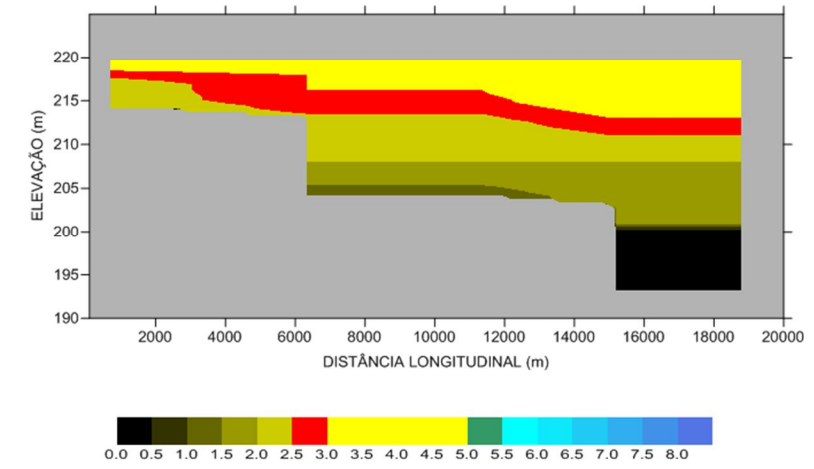
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



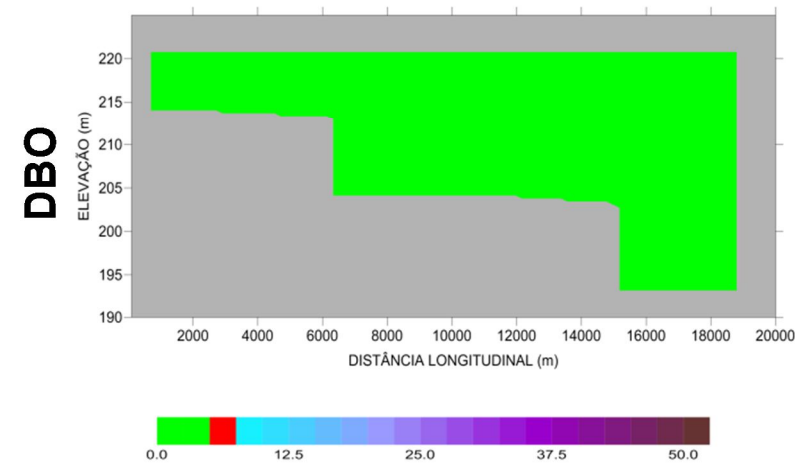
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



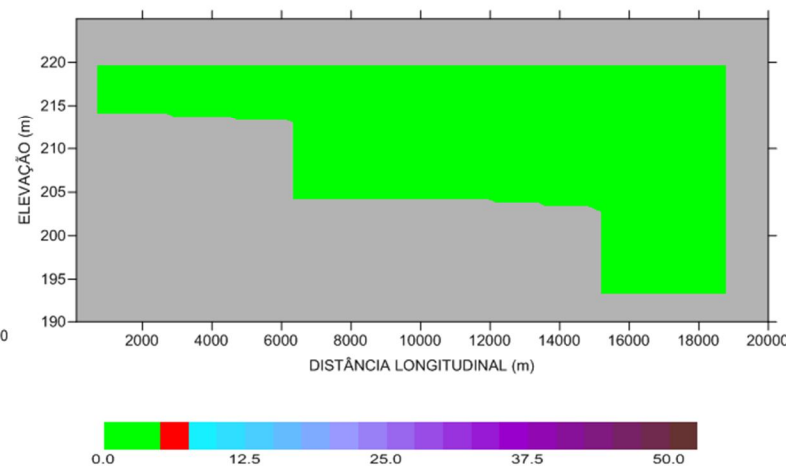
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
Oxigênio Dissolvido (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



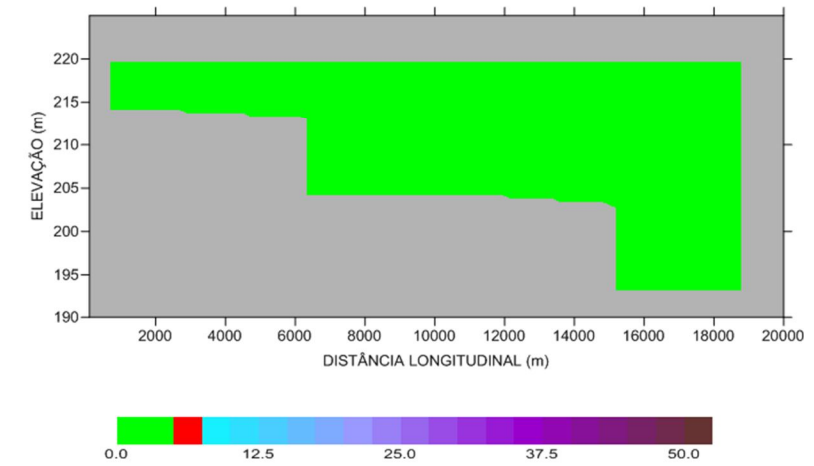
ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



ENVOLTÓRIO DE MÍNIMOS  
DBO (g/m<sup>3</sup>) - RIBEIRÃO ME04



## **10. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO MODELO UNIDIMENSIONAL PARA O TRECHO À JUSANTE DO RESERVATÓRIO**

### **10.1. Parâmetros Selecionados**

Para avaliar a qualidade da água no trecho à jusante do reservatório da UHE Teles Pires, foram escolhidos os parâmetros que apresentaram valores significativos no corpo do reservatório. São eles:

- Demanda Bioquímica de Oxigênio;
- Oxigênio Dissolvido; e
- Ortofosfato.

### **10.2. Resultados do Modelo Unidimensional**

Os resultados do modelo unidimensional serão apresentados de três formas:

- Na primeira delas, serão mostradas figuras onde é possível avaliar a qualidade da água ao longo do tempo e ao longo dos trechos, através de uma escala de cores associada às concentrações dos parâmetros.
- Na segunda, serão apresentados gráficos temporais das concentrações dos parâmetros analisados em quatro trechos pré-selecionados: trecho inicial (t1), trecho final (t20) e dois trechos intermediários (t12 e t17).
- E, finalmente, na terceira será mostrado um perfil do parâmetro Oxigênio Dissolvido, ao longo do trecho simulado, para a média do período mais crítico da simulação (7 dias).

Para o CASO PROP02, as simulações foram realizadas ao longo de 426 dias, indo do dia 312 (08 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO PROP02B, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 11 dias.

Para o CASO 03, as simulações foram realizadas ao longo de 406 dias, indo do dia 332 (28 de novembro de 2014) até o dia 738 (08 de janeiro de 2016), com o enchimento do reservatório iniciando-se no 1º dia de simulação e com duração de 30 dias.

#### **10.2.1. Figuras Ilustrativas – Evolução Espacial e Temporal da Qualidade da Água**

Neste item são apresentadas as figuras que mostram as concentrações dos parâmetros ao longo do tempo e do espaço, ilustradas por uma escala de cores, para os três cenários simulados.

*i) Demanda Bioquímica de Oxigênio*

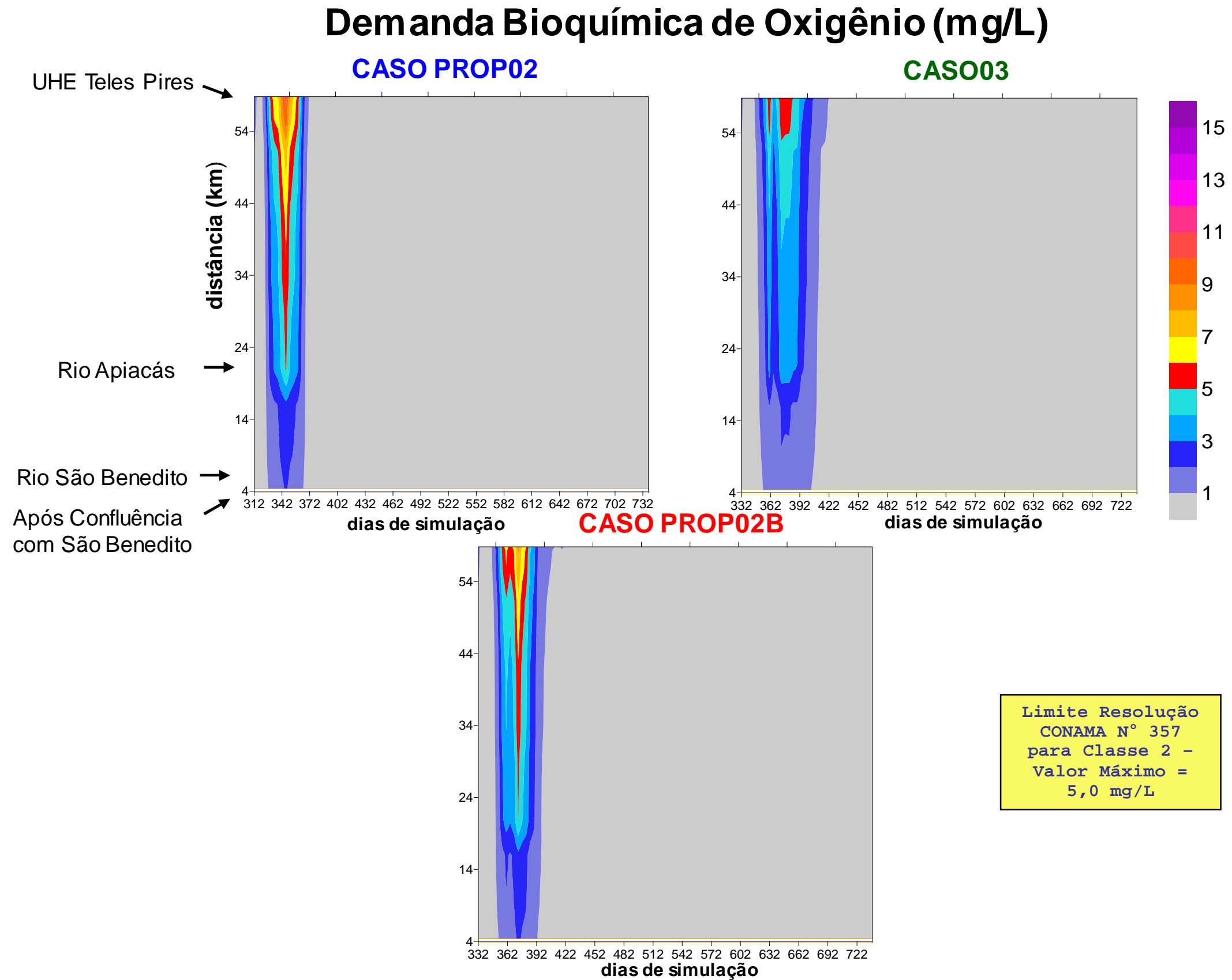
A Figura 10.1, a seguir, mostra os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de DBO ao longo dos 430-410 dias de simulação, para o trecho compreendido entre a barragem de Teles Pires e a região localizada após a confluência com o rio São Benedito, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que as concentrações máximas de DBO ocorrem no eixo da barragem (*Headwater*), com valores máximos em torno de 15,0 mg/L no CASO PROP02, 8,0 mg/L no CASO PROP02B, e de 5,0 mg/L no CASO PROP03, indicando uma melhora progressiva do CASO PROP02 ao CASO 03.

As concentrações mais críticas deste parâmetro, ou seja, acima de 5,0 mg/L, atingem cerca de 30 km do estirão de jusante, para os CASOS PROP02 e PROP02B e 5,0 km no CASO 03.

Ressalta-se que os efeitos da digestão da biomassa alagada do reservatório da UHE Teles Pires se estendem ao longo de todo o estirão de jusante e atingem uma extensão maior que a contemplada na simulação, nos três cenários simulados. Contudo, as concentrações mais críticas de DBO (acima de 5,0 mg/L) cessam antes do fim do trecho modelado, nos três casos.

FIGURA 10.1 – Resultados da modelagem para DBO, em mg/L, no trecho à jusante da UHE Teles Pires até a região após a confluência com o rio São Benedito.



## *ii) Oxigênio Dissolvido*

A Figura 10.2, a seguir, mostra os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de OD ao longo dos 430-410 dias de simulação, para o trecho compreendido entre a barragem de Teles Pires e a região localizada após a confluência com o rio São Benedito, para os três cenários simulados.

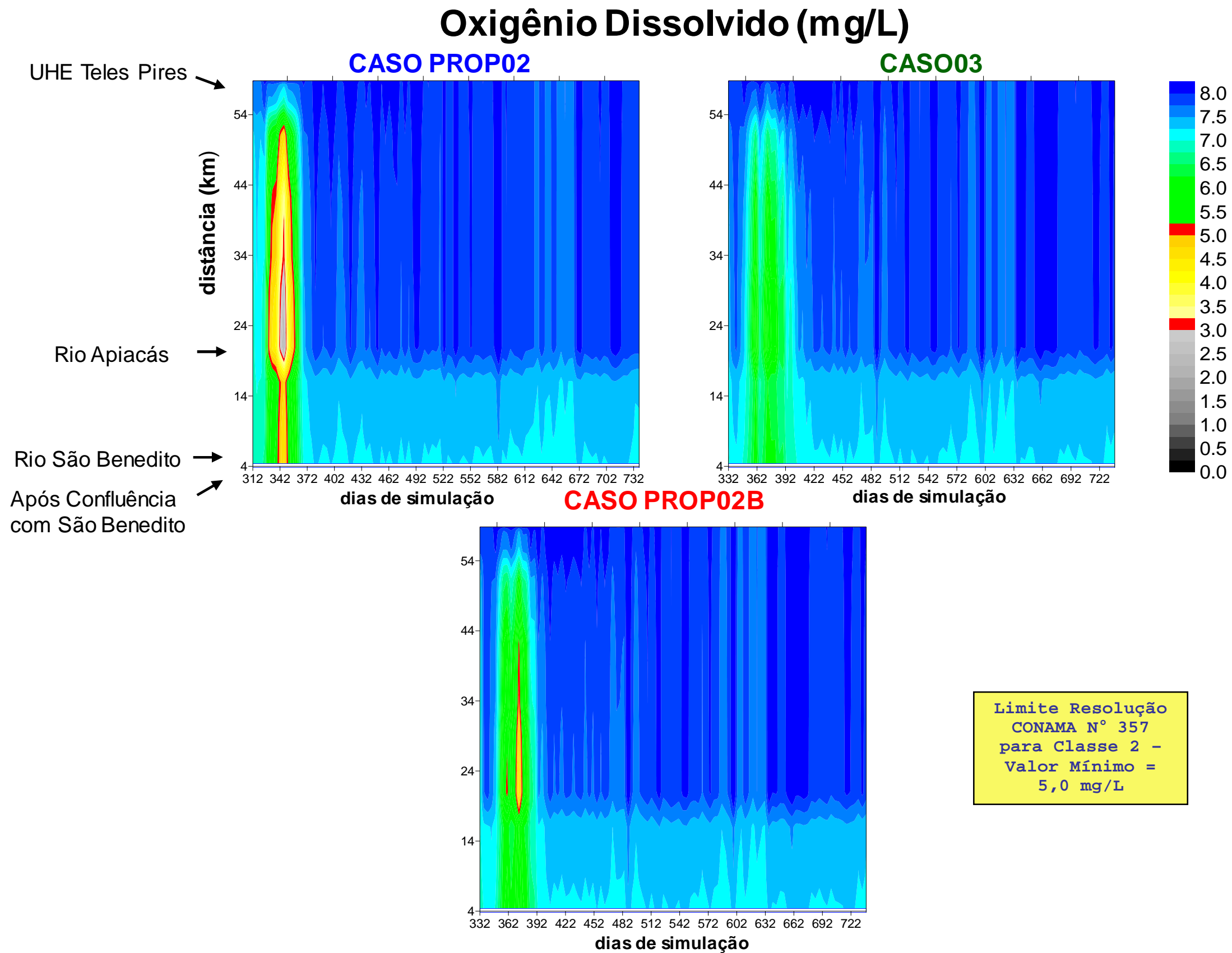
Pode-se observar, para o CASO PROP02, que as concentrações de OD abaixo de 5,0 mg/L se estendem desde o início do estirão, a aproximadamente 4 km do eixo da barragem, até o fim do trecho modelado, totalizando aproximadamente 55 km. E, as concentrações abaixo de 3,0 mg/L, atingem aproximadamente 15 km, até a confluência com o rio dos Apicás.

Contudo, ao analisarmos os CASOS PROP02B e 03, observa-se que o adiamento do enchimento do dia 08/11 (CASO PROP02) para o dia 28/11, proporciona uma sensível melhora nas concentrações de OD, pois as maiores vazões afluentes do período ocasionam uma maior diluição e, conseqüentemente, uma menor carga de DBO afluente ao trecho de jusante.

A partir da confluência com o rio Apicás observa-se uma sensível melhora nas concentrações de OD, para os três casos, que passam a situar-se acima de 3,0 mg/L, no CASO PROP02 e acima de 5,0 mg/L nos CASOS PROP02B e 03.

Contudo, os efeitos da digestão da biomassa alagada do reservatório da UHE Teles Pires se estendem além do trecho contemplado na modelagem. Com a entrada do rio São Benedito, próximo ao fim do trecho modelado, espera-se nova melhora das concentrações de OD, levando-as para patamares ainda mais altos.

FIGURA 10.2 – Resultados da modelagem para OD, em mg/L, no trecho à jusante da UHE Teles Pires até a região após a confluência com o rio São Benedito.





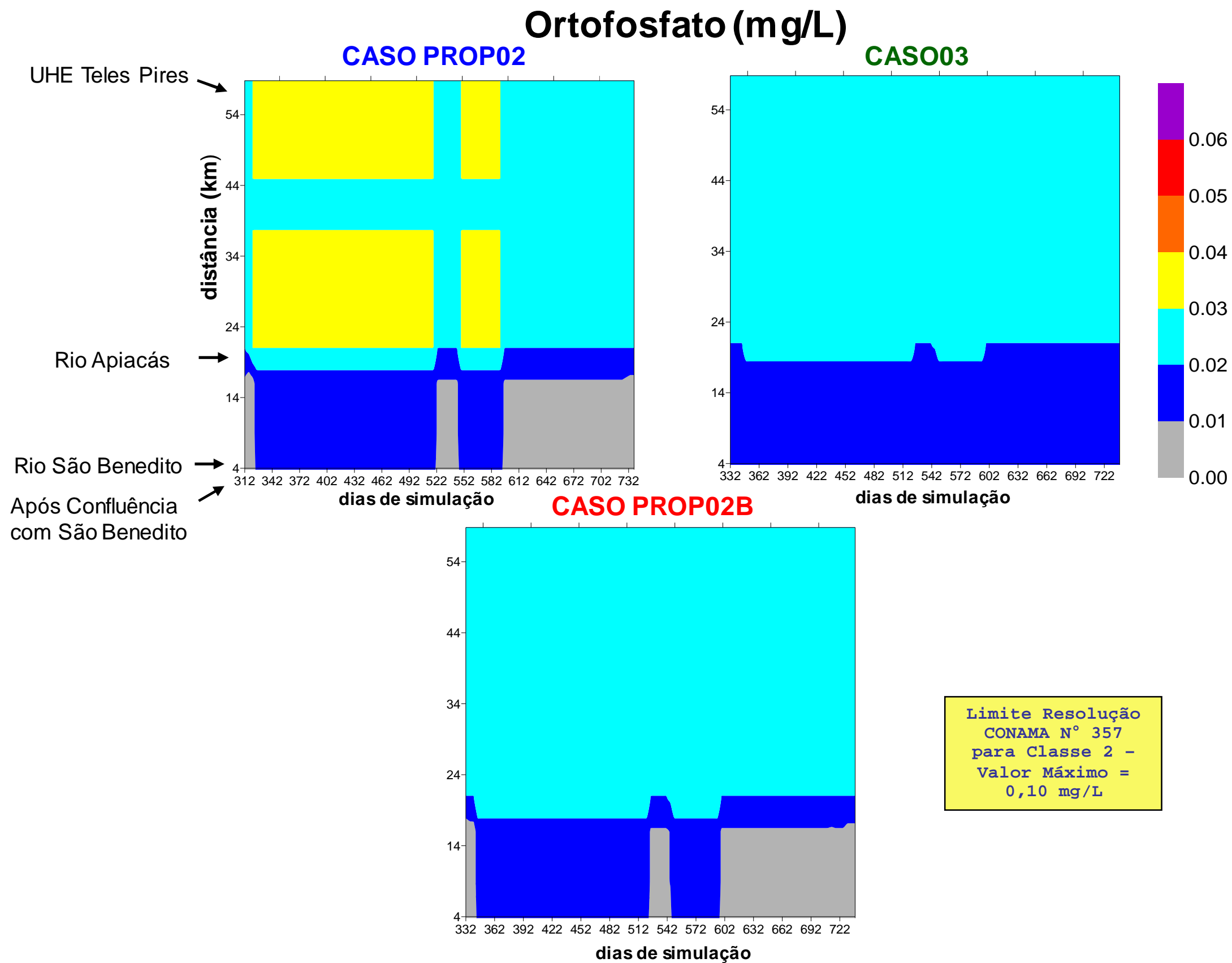
### *iii) Ortofosfato*

A Figura 10.3, a seguir, mostram os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de Ortofosfato ao longo dos 430-410 dias de simulação, para o trecho compreendido entre a barragem de Teles Pires e a região localizada após a confluência com o rio São Benedito, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que as concentrações máximas deste parâmetro atingem apenas 0,04 mg/L, ao longo de todo o estirão de jusante e durante todo o período de simulação, no CASO PROP02. Nos CASOS PROP02B e 03, as concentrações são ainda menores.

As concentrações deste parâmetro situam-se sempre abaixo do limite máximo de Fósforo Total preconizado pela Resolução CONAMA N° 357/2005, que estabelece um patamar de até 0,10 mg/L para ambientes lóticos, para rios classe 2.

FIGURA 10.3 – Resultados da modelagem para Ortofosfato, em mg/L, no trecho à jusante da da UHE Teles Pires até a região após a confluência com o rio São Benedito.

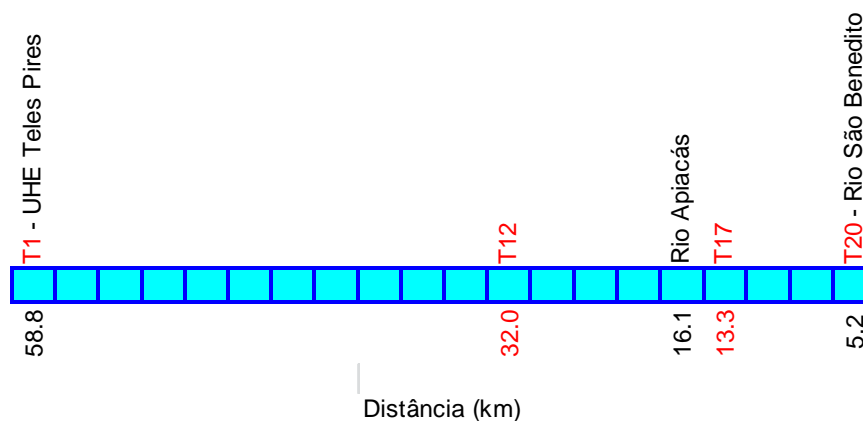


### 10.2.2. Gráficos Temporais – Evolução da Qualidade da Água em Locais de Interesse

Neste item são mostrados gráficos com a evolução temporal dos parâmetros analisados pelo modelo unidimensional para quatro localidades situadas no trecho modelado: t1 (trecho inicial), t12 (mais ou menos na metade do trecho), t17 (após a confluência com o rio Apiacás) e t20 (trecho final – onde há a confluência com o rio São Benedito).

A Figura 10.4 abaixo ilustra esquematicamente a localização destes pontos dentro do trecho modelado.

**FIGURA 10.4**  
**Esquema Gráfico da localização dos pontos escolhidos.**



#### i) Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Figura 10.5, a seguir, mostra os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de DBO ao longo dos 430-410 dias de simulação, no estirão à jusante da UHE Teles Pires, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

No trecho T1, localizado logo após o eixo da barragem da UHE Teles Pires, ocorrem as concentrações mais altas de DBO, com valor máximo de 15,0 mg/L, no CASO PROP02, 8,0 mg/L no CASO PROP02B e 6,5 mg/L no CASO 03. Estes resultados refletem as concentrações observadas nas camadas mais profundas do reservatório, próximas à tomada d'água, nos três cenários simulados.

Para o trecho T12, situado a meia distância entre o início e o fim do estirão modelado, as concentrações máximas de DBO atingem 8,6 mg/L, no CASO PROP02, 5,1 mg/L no CASO PROP02B e 4,2 mg/L no CASO 03.

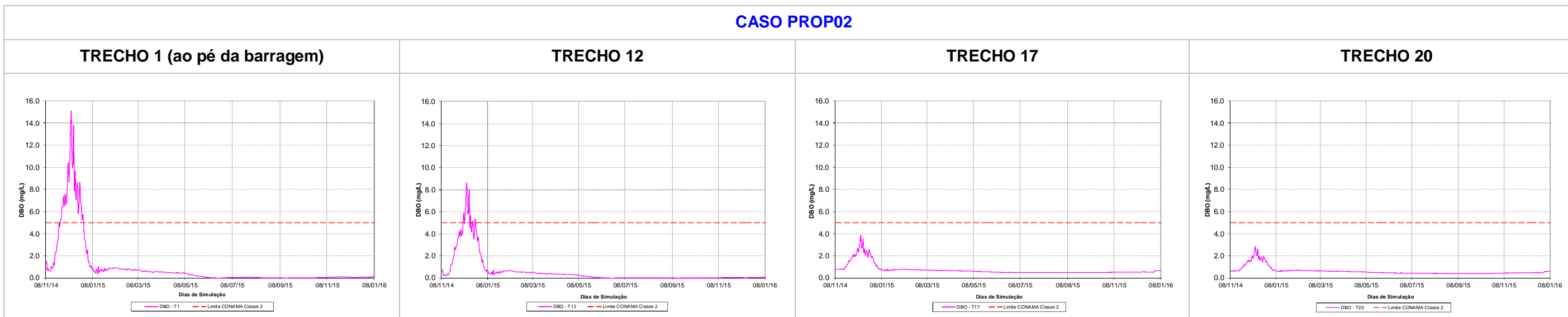
No trecho T17, localizado logo após a confluência com o rio dos Apiacás, as concentrações máximas de DBO atingem 3,9 mg/L no CASO PROP02, 2,9 mg/L no CASO PROP02B e 2,2 mg/L no CASO 03, indicando que a entrada do rio Apiacás impacta positivamente a qualidade da água deste trecho e dos demais trechos de jusante.

E, finalmente, no trecho T20, no final do estirão, as concentrações máximas de DBO são de 2,8 mg/L, no CASO PROP02, 2,1 mg/L no CASO PROP02B e 1,9 mg/L no CASO 03.

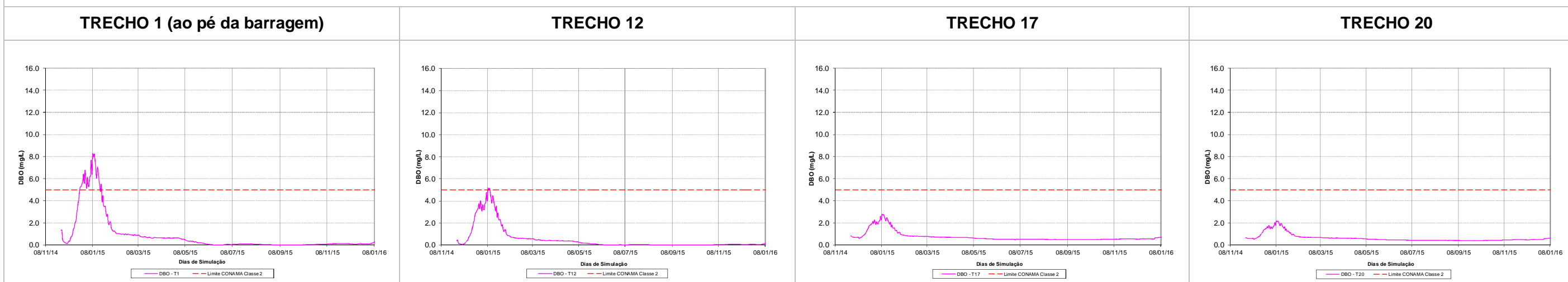
Os resultados apresentados mostram que os efeitos do aumento das concentrações de DBO provocado pelo enchimento do reservatório da UHE Teles Pires são observados até a entrada do rio Apicás, em maior ou menor grau, nos três cenários. A partir daí, as concentrações de DBO passam a situar-se em patamares aceitáveis.

**FIGURA 10.5**  
Concentrações de DBO ao longo do tempo, em mg/L, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

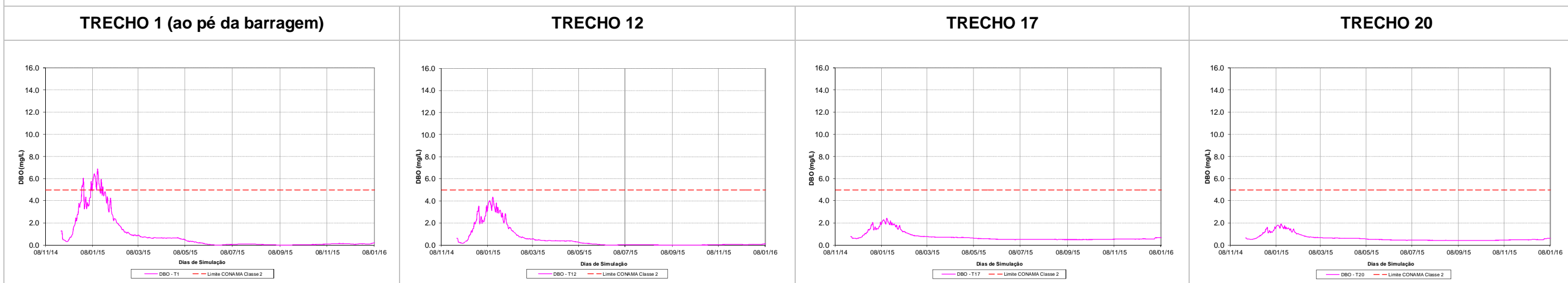
**CASO PROP02**



**CASO PROP02B**



**CASO 03**



## *ii) Oxigênio Dissolvido*

A Figura 10.6, a seguir, mostra os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de OD ao longo dos 430-410 dias de simulação, no estirão à jusante da UHE Teles Pires, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

No trecho T1, próximo ao eixo da barragem, as concentrações de OD apresentam valores próximos à saturação devido ao processo de reaeração promovido pelos dispositivos de descarga, em todos os casos. Apenas no período subsequente ao enchimento há um leve deplecionamento das concentrações de OD, mais acentuado no CASO PROP02 e menos acentuado nos CASOS PROP02B e 03.

No trecho T12, situado no meio do estirão, as concentrações de OD sofrem acentuada depleção no período subsequente ao enchimento, provocada pela depuração da DBO afluente ao sistema. Neste local, as concentrações mínimas de OD atingem 1,0 mg/L no CASO PROP02, 4,5 mg/L no CASO PROP02B e 5,1 mg/L no CASO 03.

No trecho T17, situado após a confluência com o rio dos Apicás, as concentrações mínimas de OD passam para 3,7 mg/L no CASO PROP02, 5,8 mg/L no CASO PROP02B e 6,1 mg/L no CASO 03. Estes resultados mostram que as vazões do rio dos Apicás propiciam uma significativa diluição das cargas de DBO, ocasionando uma sensível melhora nas concentrações de OD.

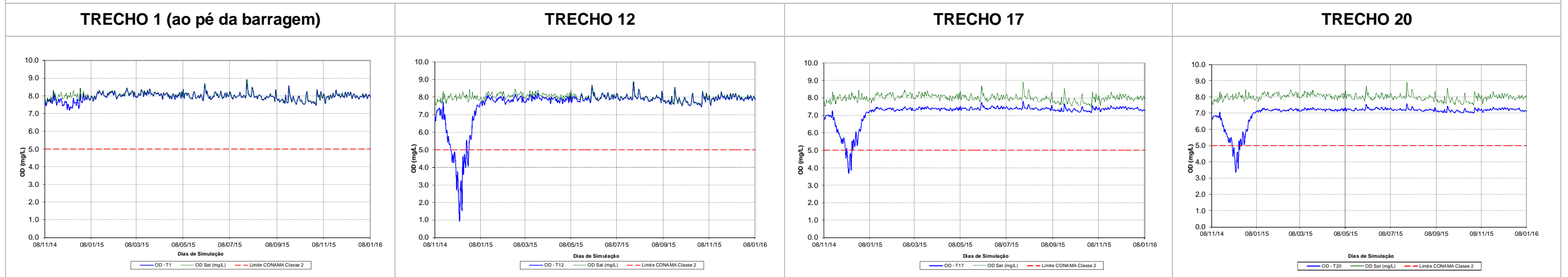
Contudo, como o rio Apicás apresenta vazões expressivas, as cargas de DBO provenientes deste rio afetam as concentrações de OD no trecho mais à jusante. Para efeitos de modelagem considerou-se as concentrações de DBO e OD iguais a 1,0 mg/L e 7,0 mg/L, respectivamente, valores compatíveis com rios que apresentam pouco grau de poluição.

E, finalmente, no trecho T20, situado no final do estirão modelado e onde há a confluência com o rio São Benedito, as concentrações mínimas de OD são de 3,4 mg/L para o CASO PROP02, 5,5 mg/L no CASO PROP02B e 5,8 mg/L no CASO 03, resultado também da depuração da DBO proveniente do rio dos Apicás. Com a entrada das águas do rio São Benedito no fim do estirão modelado, espera-se que ocorra melhora nas concentrações de OD no trecho mais à jusante.

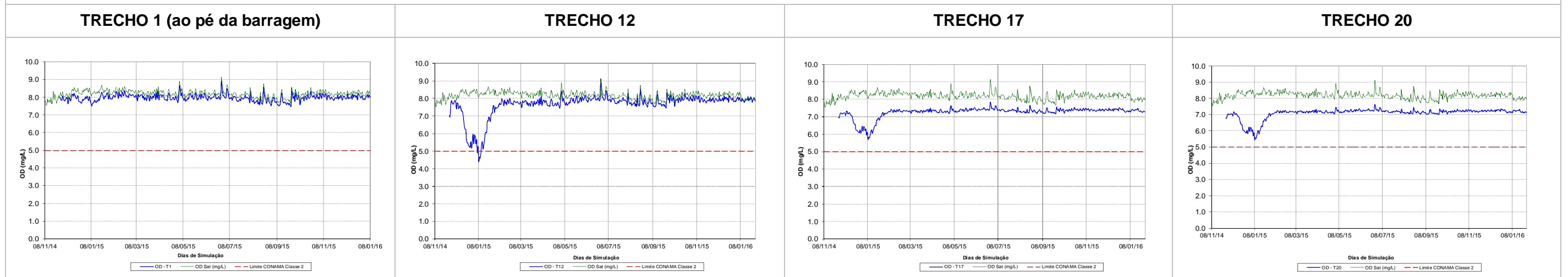


**FIGURA 10.6**  
Concentrações de OD ao longo do tempo, em mg/L, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

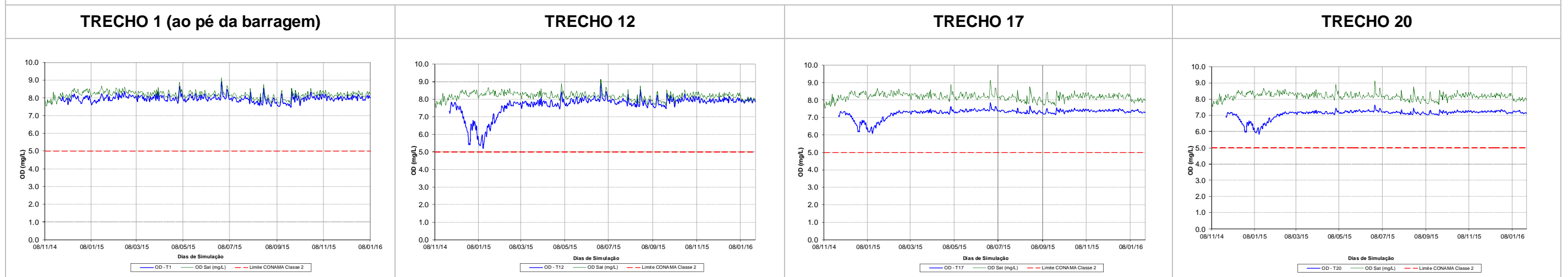
**CASO PROP02**



**CASO PROP02B**



**CASO 03**



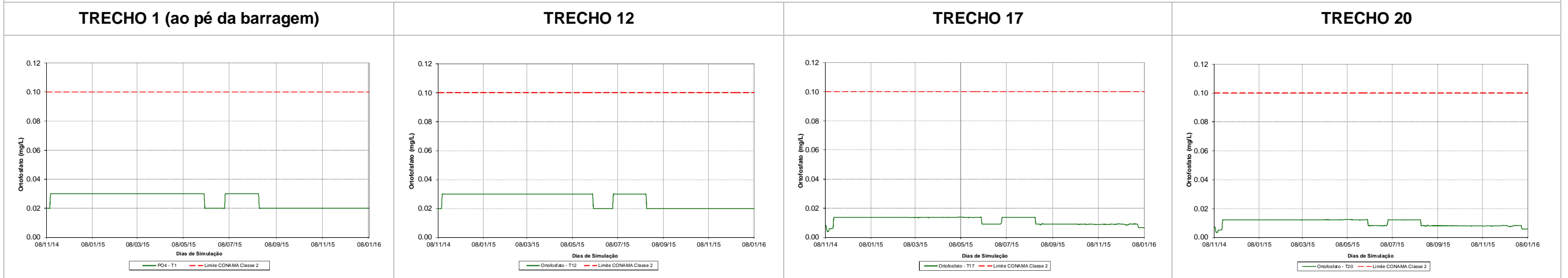
### *iii) Ortofosfato*

A Figura 10.7, a seguir, mostra os resultados da modelagem unidimensional para as concentrações de Ortofosfato ao longo dos 430-410 dias de simulação, no estirão à jusante da UHE Teles Pires, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

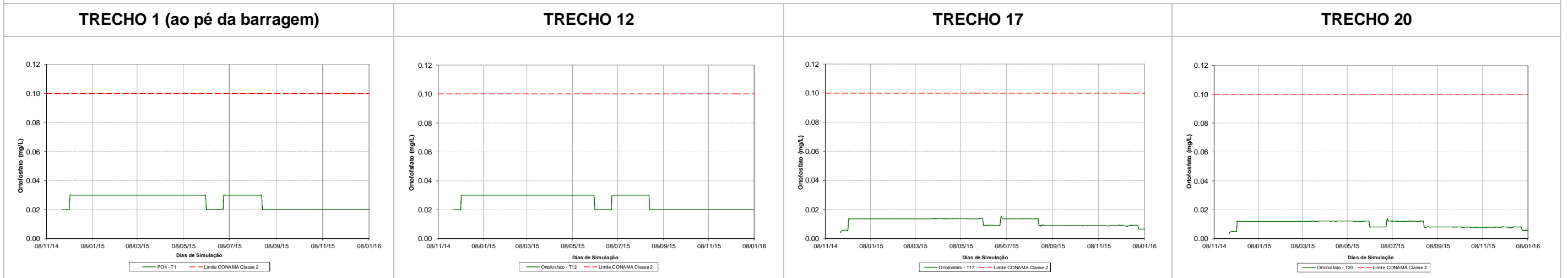
Pode-se observar que, nos quatro trechos escolhidos, as concentrações máximas deste parâmetro atingem, no máximo, 0,03 mg/L, nos três cenários simulados, valor inferior ao limite máximo de Fósforo Total preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para classe 2, que é de 0,10 mg/L para ambientes lóticos.

**FIGURA 10.7**  
Concentrações de Ortofosfato ao longo do tempo, em mg/L, nos quatro trechos escolhidos, para os três cenários simulados.

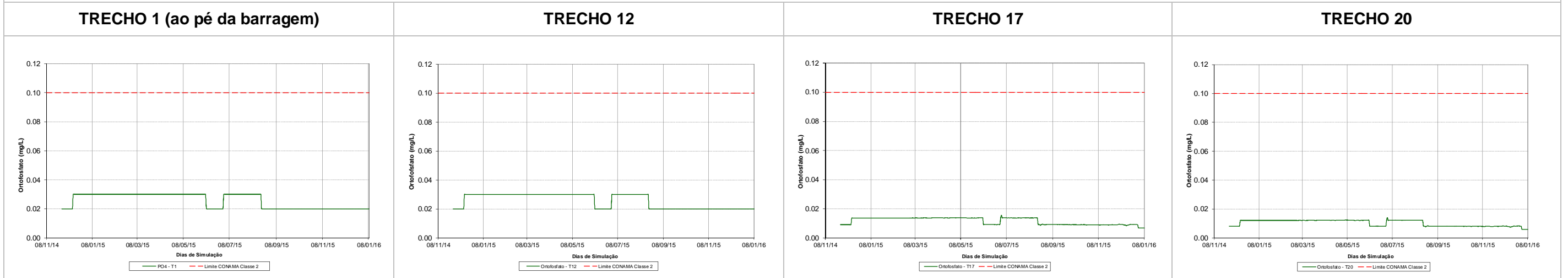
**CASO PROP02**



**CASO PROP02B**



**CASO 03**



### 10.2.3. Perfil de OD ao longo do estirão modelado

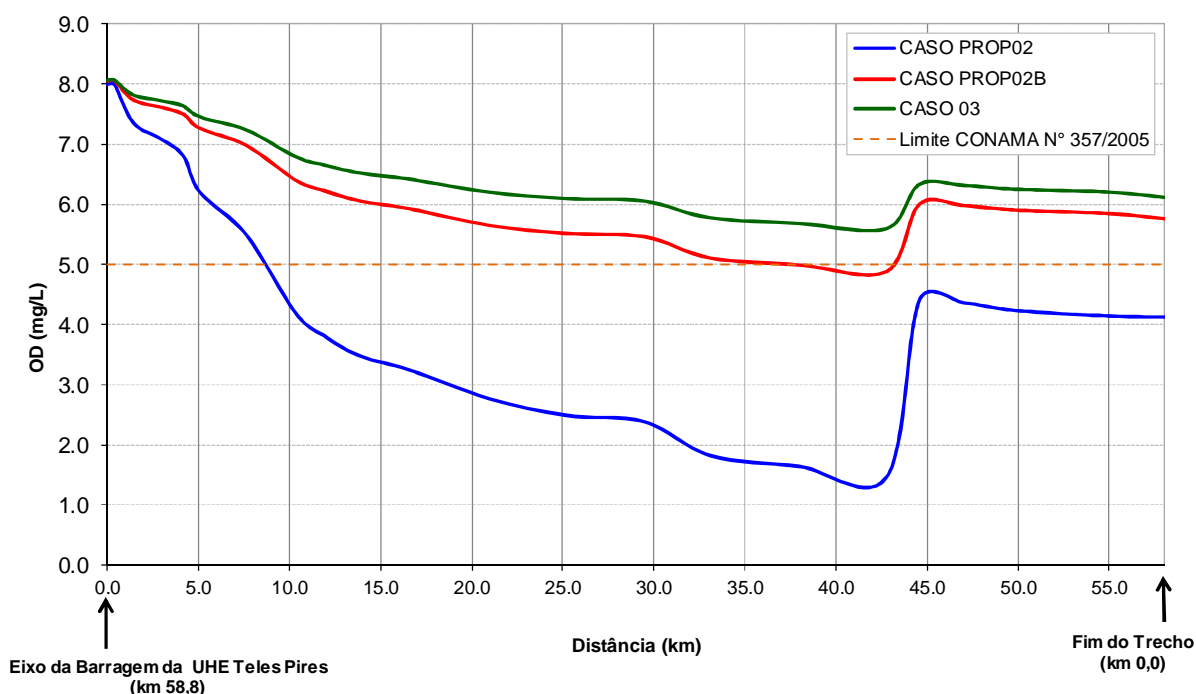
Para avaliar o efeito da carga resultante da biomassa afogada no corpo do reservatório sobre o trecho à jusante da barragem de Teles Pires, foram plotadas as concentrações mais críticas de OD ao longo do estirão modelado (~ 59 km).

Primeiramente, a Figura 10.8, abaixo, apresenta a média das concentrações de OD para os 7 dias mais críticos da simulação, para os três cenários simulados.

Pode-se observar que as concentrações mínimas de OD atingem de 1,5 mg/L, no CASO PROP02, 4,9 mg/L no CASO PROP02B e 5,6 mg/L no CASO 03, ocorrendo, em todos os casos, quase no fim do trecho modelado, por volta do km 42. Ressalta-se que, após a entrada do rio Apiacás, ocorre uma sensível melhora nas concentrações deste parâmetro, nos três cenários.

As linhas de concentração ao longo do estirão representam os dias mais críticos da simulação, ou seja, os valores mais baixos ocorridos durante todo o período de simulação. Assim, na maior parte do tempo, as concentrações de OD são sempre melhores que as apresentadas na Figura 10.8.

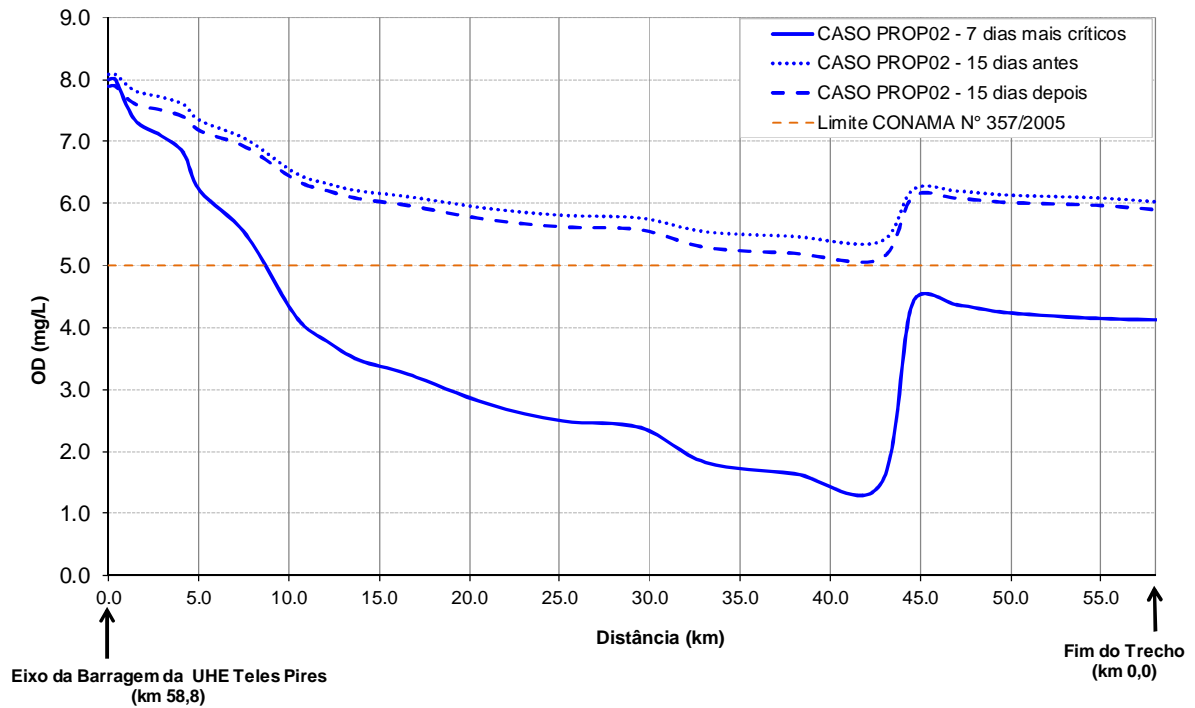
**FIGURA 10.8**  
**Perfil de Oxigênio Dissolvido, desde a barragem de Teles Pires até a região localizada após a confluência com o rio São Benedito, para os cenários simulados.**



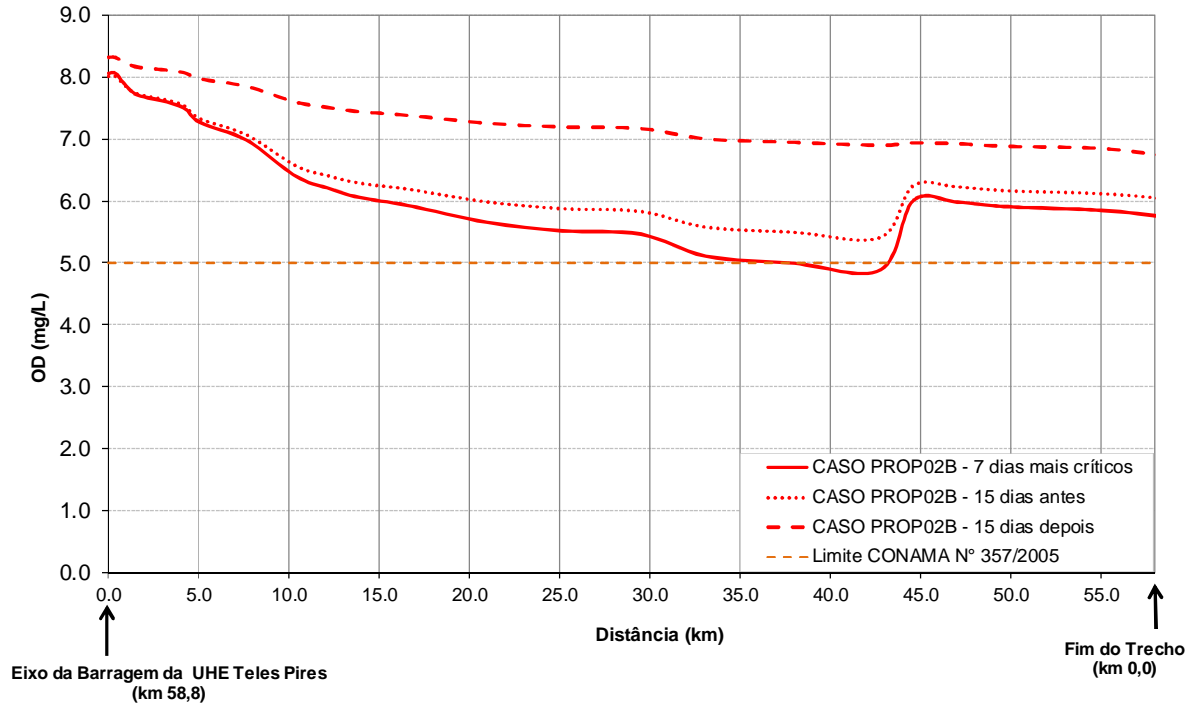
Num segundo momento, para avaliar as concentrações de OD nos períodos anterior e posterior ao período crítico, foram comparadas as concentrações apresentadas neste período juntamente com as concentrações do 15º dia anterior e 15º dia posterior ao período crítico, para os três cenários simulados, conforme apresentado nas Figuras 10.9a-b-c.

Nestas Figuras pode-se observar uma progressiva melhora das concentrações de OD, tanto no período anterior quanto no período posterior ao período crítico, com concentrações sempre acima de 5,0 mg/L, ao longo de todo o estirão, para os três cenários simulados, com melhora progressiva do CASO PROP02 ao CASO 03.

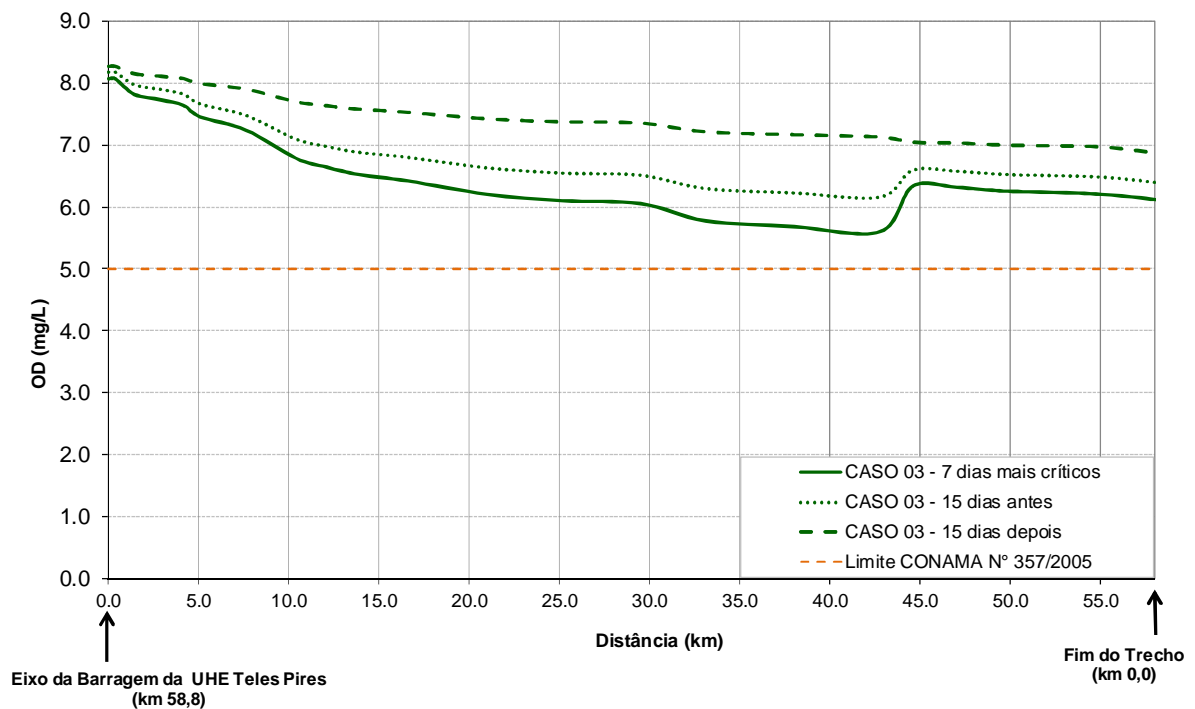
**FIGURA 10.9a**  
**Perfil de Oxigênio Dissolvido para o CASO PROP02 – dias escolhidos.**



**FIGURA 10.9b**  
Perfil de Oxigênio Dissolvido para o CASO PROP02B – dias escolhidos.



**FIGURA 10.9c**  
Perfil de Oxigênio Dissolvido para o CASO 03 – dias escolhidos.



## 11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este documento deu continuidade aos estudos de modelagem realizados anteriormente e apresentou os resultados de novos cenários de simulação denominados CASOS PROP02B e CASO 03, nos quais foi considerado o início do enchimento no dia 28/11/2014, com duração de 11 e 30 dias, respectivamente.

Para efeito de comparação, juntamente com os novos cenários, foram apresentados os resultados do CASO PROP02, já apresentado anteriormente, com o início do enchimento em 08/11/2014.

Assim, os três cenários apresentados no presente documento consideram a mesma condição de supressão de vegetação, diferenciando-se apenas na data inicial e na duração do enchimento.

Os cenários apresentados encontram-se descritos a seguir:

- CASO PROP02 - Enchimento do reservatório a partir de 08/11/2014, retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires, considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
- CASO PROP02B - Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires, considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 11 dias.
- CASO 03 - Enchimento do reservatório a partir de 28/11/2014, retirando as áreas de floresta a serem alagadas nos braços do reservatório e deixando em pé quase todas as áreas de floresta do rio Teles Pires, considerando 50% da carga de resíduo e 50% da carga de rebrota para as áreas desmatadas em 2013 (rio Teles Pires e Paranaíta) e 100% de resíduo para as áreas desmatadas em 2014 (demais braços do reservatório), com duração de 30 dias.

Para a modelagem, o reservatório foi segmentado e as análises foram realizadas com foco nos compartimentos mais importantes: corpo principal (ao longo do rio Teles Pires), braço do rio Paranaíta, três pequenos afluentes pela margem esquerda e um pela margem direita.

Os resultados mais importantes obtidos pela modelagem para o corpo do reservatório foram:

- Para o corpo principal do reservatório, no rio Teles Pires, não ocorrem mudanças muito importantes na qualidade da água devido ao alagamento, para os três casos. Apenas no trecho situado mais a jusante, próximo ao eixo da barragem, as concentrações de OD e DBO sofrem alterações mais significativas, apresentando valores mais críticos, principalmente na região junto ao fundo. Neste local, observa-se uma sensível melhora, quando comparados os CASOS PROP02 aos CASOS PROP02B e 03.
- O corpo que sofre maiores alterações de qualidade da água com o enchimento é o trecho do rio Paranaíta, que apresenta altas concentrações de DBO e, conseqüentemente, baixas concentrações de OD. Contudo, ocorre uma expressiva melhora nas concentrações destes parâmetros, quando se comparam os dois últimos cenários ao primeiro: Nos CASOS PROP02B e 03, cujo enchimento se inicia no dia 28/11, as concentrações de DBO são mais baixas e as concentrações de OD mais altas,



principalmente nas camadas mais superficiais, sem grandes diferenças entre eles. Este fato indica que, para o rio Paranaíta, o aumento do tempo de enchimento do reservatório não indica ganho na qualidade da água.

- Os demais braços do reservatório apresentam comportamento semelhante ao do rio Teles Pires, com concentrações de DBO aceitáveis e concentrações de OD sempre acima de 3,0 mg/L nas camadas mais superficiais, para os três cenários simulados. A exceção era o ribeirão ME03, que apresentava concentrações mais críticas de OD, no CASO PROP02. Nos CASOS PROP02B e 03, as concentrações deste parâmetro são satisfatórias na região próxima à superfície.
- As alterações das concentrações obtidas para Nitrogênio Amoniacal e Nitrato são pouco significativas em todo o corpo do reservatório, nos três cenários simulados.
- As concentrações de Ortofosfato são limítrofes durante o enchimento e no período de estabilização. Contudo, o monitoramento já apontava altas concentrações deste parâmetro no rio Teles Pires e no rio Paranaíta, em condições naturais.

Os resultados apresentados demonstram que as feições de estabilização dos compartimentos do reservatório são condicionadas pela qualidade da água das respectivas drenagens afluentes, em especial a do rio Paranaíta.

Ao contrário do rio Paranaíta, os demais braços são regidos pelas condições hidrológicas e de qualidade da água do corpo principal do reservatório, ou seja, do próprio rio Teles Pires. Eles apresentam volumes reduzidos e, conseqüentemente, pouca inércia em relação às forças atmosféricas e hidráulicas do corpo principal.

No período de enchente, após o fim da estiagem, o reservatório apresenta quebra da estratificação térmica, com forte tendência ao processo de mistura ao longo da coluna d'água neste período.

No corpo principal, o período que apresenta feições mais lacustres é muito reduzido. Os resultados indicam que os processos que forem iniciados durante este regime mais lântico serão desfeitos nos períodos de águas altas, quando o comportamento hidrodinâmico fluvial é predominante.

De um modo geral, os resultados apresentados mostram que o adiamento do enchimento para o dia 28/11/2014 (CASOS PROP02B e 03) proporciona melhores condições da qualidade da água, com melhores concentrações de OD e DBO, inclusive no rio Paranaíta. Além disso, percebe-se, também, que o aumento da duração do enchimento de 11 para 30 dias não acrescenta ganhos significativos para a qualidade da água, de forma que o enchimento pode ser feito no tempo mais curto, proposto no CASO PROP02B.

Os principais resultados para o trecho de jusante foram:

- As concentrações mais altas de DBO observadas próximo ao eixo da barragem refletem as concentrações da região da tomada d'água. Ao longo do estirão, estas concentrações decrescem progressivamente e passam a ser insignificantes após a confluência com o rio dos Apiacás, nos três casos simulados. O adiamento do enchimento para o dia 28/11 (CASOS PROP02B e 03) provoca uma melhora expressiva nas concentrações deste parâmetro ao longo de todo o estirão, quando se comparam estes casos ao CASO PROP02, cujo enchimento foi considerado em 08/11.
- As concentrações mais críticas de OD atingem principalmente o terço médio do estirão, com valores mínimos em torno de 1,0 mg/L no CASO PROP02 e de 5,0 mg/L nos

CASOS PROP02B e 03, indicando uma significativa melhora na qualidade da água também do trecho de jusante com o adiamento do início do enchimento para o dia 28/11.

- Os valores de Ortofosfato observados no trecho a jusante situaram-se em patamares aceitáveis, ficando abaixo do limite estabelecido para ambientes lóticos, nos três casos.

Os efeitos da digestão da biomassa alagada do reservatório da UHE Teles Pires, representados pela diminuição das concentrações de OD, se estendem além do trecho contemplado na modelagem de jusante. Contudo, com a entrada do rio São Benedito, próximo ao fim do trecho, espera-se uma nova melhora das concentrações de OD, devido à diluição, levando-as para patamares mais altos. Este fato é mais evidenciado no CASO PROP02 e menos importante para os CASOS PROP02B e 03.

Como conclusão geral deste trabalho, pode-se afirmar que o adiamento do início do enchimento do reservatório reflete positivamente na qualidade da água do reservatório, principalmente no rio Paranaíta, que apresenta as condições mais críticas, e também no trecho de jusante.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referência 1 - Prognóstico da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Teles Pires (TP-002/2013). Hicon Engenharia Ltda. Junho de 2013.

Referência 2 - Prognóstico da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Teles Pires – Modelagem Complementar (TP-003/2013). Hicon Engenharia Ltda. Outubro de 2013.

Referência 3 - Cole, T.M.; Buchak, E.M. “CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 2.0 – User Manual”, U.S. Army Corps of Engineers – Waterways Experiment Station (1995).

Referência 4 - Cole, T.M.; Wells, S.A. “CE-QUAL-W2 (2006): A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 3.5 – Instruction Report EL-06-11”, U.S. Army Engineering and research Development Center – Vicksburg, MS.

Referência 5 - Chapra, S.C., Pelletier, G.J. QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 5.1: User Manual / Teory and Documentation. Environmental Assessment Program. Washington State Department of Ecology. Olympia, Washington. 2008.

Referência 6 – Assad, M.L.L. - Sistema de informação geográfica na avaliação da aptidão agrícola de terras. In: ASSAD, E.D., SANO, E.E. *Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA, 1993. CAP. 7, P.173-99.

Referência 7 – Estudo de Impacto Ambiental – UHE Teles Pires. EPE/CONCREMAT. 2010.

Referência 8 - Estudos de Viabilidade – UHE São Manoel. EPE/CONCREMAT. 2010.

Referência 9 – Projeto Básico Ambiental UHE Teles Pires – Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água. COMPANHIA HIDRELÉTRICA TELES PIRES/ CONÁGUA AMBIENTAL. 2012.

Referência 10 – Avaliação da Fitomassa Vegetal no Reservatório da UHE Teles Pires. Diretoria Ambiental. Gerência de Meio Ambiente. COMPANHIA HIDRELÉTRICA TELES PIRES. Novembro de 2012.

Referência 11 - Soares, C.B.P. & De Filippo - Avaliação de cenários de limpeza da bacia de acumulação do reservatório da UHE Cana Brava por intermédio de modelagem e simulação de seus efeitos na qualidade da água, em sua fase de enchimento; CEM S.A. Relatório técnico. 2001.

Referência 12 – Butts, T. A. and Evans, R. L. 1983. Effects of Channel Dams on Dissolved Oxygen Concentrations in Northeastern Illinois Streams, Circular 132, State of Illinois, Dept. of Reg. and Educ., Illinois Water Survey, Urbana, IL.

Referência 13 – Estudos de Modelagem da Qualidade da Água do Futuro Reservatório da UHE Batalha e do Trecho à Jusante (FURNAS 004/2011). Hicon Engenharia Ltda. Abril de 2011.

Referência 14 - Araújo, T. M.; Higuchi, N.; Carvalho Jr., J. A. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest in the state of Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v.117, p.43-52. 1999.

Referência 15 - Sanquetta, C.R.; Balbinot, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: FIXAÇÃO DE CARBONO: ATUALIDADES, PROJETOS E PESQUISAS (Sanquetta et al. editores). Curitiba: p.77-92, 2004.

Referência 16 - Higuchi, N.; Carvalho Jr., J.A. Fitomassa e Conteúdo de Carbono de Espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do Seminário “Emissão x Seqüestro de CO<sub>2</sub> - Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil”. p. 127-153. 1994.

Referência 17 - Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R.J.; Minette, L.; Biot, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Central. Acta Amazônica, 28 (2):153-166. 1998.

Referência 18 - Feldpausch, T. R. et al. Height-diameter allometry of tropical forest trees. Biogeosciences, 8,1-26, 2011.

Referência 19 – UHE Porto Primavera – EIA/RIMA. Consórcio Themag-Engea-Umah. São Paulo. Cesp, 1994.

Referência 20 – Diagnóstico do Uso da Terra e da Cobertura Vegetal das Áreas de Influência dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio. Leme Engenharia. Belo Horizonte. Fevereiro de 2005.

Referência 21 – Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da AHE Serra do Facão - Diagnóstico Ambiental. Biodinâmica. Agosto de 2000.

### 13. EQUIPE RESPONSÁVEL

TÉCNICO	Registro Profissional	Registro no IBAMA
Jonatas Costa Moreira	CREA 34.040-D RJ	292.296
Maria Clara Rodrigues Xavier	CREA 54.871-D RJ	206.971
Amanda Morais	CREA 2004102386 - RJ	4.991.336



Jonatas Costa Moreira