



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

PAR. 02001.004210/2015-87 COHID/IBAMA

Assunto: Floração de microalgas na UHE Xingó - Parecer para atendimento a OS 01/2015-CGENE/DILIC/IBAMA

Origem: Coordenação de Energia Hidrelétrica

Ementa: Parecer para atendimento a OS 01/2015-CGENE/DILIC/IBAMA

1. Introdução

O presente parecer técnico é o terceiro produto solicitado pela Ordem de Serviço 01/2015-CGENE/IBAMA e complementa os Pareceres Técnicos n° 02001.001904/2015-62-COHID/IBAMA e n° 02001.002202/2015-04-COHID/IBAMA. Este documento foi elaborado com o objetivo de investigar se existe nexos causal entre a operação de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia (reservatório pertencente ao complexo de UHEs Paulo Afonso) e a floração de microalgas ocorrida no reservatório da UHE Xingó no dia 10 de abril de 2015.

2. Histórico

- No dia 22 de fevereiro de 2015 a Chesf executa a operação de deplecionamento do reservatório da UHE Delmiro Gouveia.
- Uma equipe técnica do Ibama acompanha o deplecionamento do reservatório da UHE Delmiro Gouveia e emite o Parecer Técnico 02019.000015/2015-99-NLA/PE/IBAMA no dia 16 de março de - 2015.
- No dia 10 de abril de 2015 ocorre a floração da microalga *Ceratium furcoides* no reservatório da UHE Xingó. A Coordenação de Prevenção e Gestão de Riscos Ambientais envia ao Ibama o memorando 02001.005305/2015-18-CPREV/IBAMA no dia 13 de abril de 2015 informando da ocorrência da floração de algas ocorrida.
- No dia 24 de abril de 2015, uma equipe mista do Núcleo de Licenciamento Ambiental de Sergipe e do Núcleo de Atendimento a Emergências Ambientais de Alagoas emitem o Parecer Técnico 02028.000036/2015-03-NLA/SE que relata uma vistoria realizada na área da floração de algas no reservatório da UHE Xingó realizada no dia 17 de abril de 2015.
- Em maio de 2015 foi detectado pelo monitoramento intensivo da mancha que ocorreu sucessão ecológica nas microalgas dominantes na região da floração. A população do microrganismo *Cylindrospermopsis raciborskii* aumentou enquanto que a população de



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

Ceratium furcoides entrou em declínio.

- No dia 01 de junho de 2015 o Ibama emite o ofício 02001.006047/2015-97 CGENE/IBAMA solicitando a Chesf novas diretrizes para o monitoramento intensivo da floração de microalgas.

- No dia 19 de maio de 2015, o Ibama emite o Parecer 02001.001904/2015-62-COHID/IBAMA que analisou os monitoramentos de qualidade de água já desenvolvidos pela Chesf no âmbito do licenciamento ambiental da UHE Xingó e do Complexo de UHEs Paulo Afonso.

- Em 08/06/2015 o Ibama emite o Parecer 02001.002202/2015-04-COHID/IBAMA que analisa os monitoramentos de qualidade de água da operação de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia.

- A Chesf encaminha por meio da Carta CE-DMA/26/2015 os resultados de um monitoramento intensivo da qualidade da água na região da mancha no dia 05 de maio de 2015. Por e-mail, a Chesf atualiza o Ibama sobre os novos resultados deste monitoramento que ainda está sendo desenvolvido.

3. Análise

Os gráficos e tabelas a serem apresentados neste documento não são compatíveis com o sistema de documentação eletrônica do Ibama, portanto a seção "Análise" deste parecer será incluída como o anexo 1.

4. Conclusão

Diante das informações expostas, conclui-se que a redução de vazão, necessária para ser preservar o estoque d'água na UHE Sobradinho, em sinergia com o lançamento de efluentes sem tratamento adequado contribuíram para a piora na qualidade d'água na região e estão relacionadas com a ocorrência e com a permanência da floração de microalgas na UHE Xingó. Também existem indícios que corroboram com a hipótese de que a operação de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia pertencente ao Complexo de UHEs Paulo Afonso possa também ter sido um dos fatores desencadeadores da floração de algas ocorrida nas águas do reservatório da UHE Xingó.

5. Referência Bibliográfica



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

ESTEVEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 226 p.

Brasília, 21 de outubro de 2015

Marcelo Duarte da Fonseca
Analista Ambiental da COHID/DILIC/IBAMA

Anexo 1

3. Análise

3.1. Contextualização dos fatos ocorridos

3.1.2 Redução de Vazão praticada no Rio São Francisco

Devido ao baixo volume de chuvas ocorrido da bacia do rio São Francisco e com o objetivo de se preservar os estoques de água do reservatório da UHE Sobradinho, a Chesf solicitou ao Ibama e a Agência Nacional de Águas uma autorização para que pudesse reduzir o valor mínimo de vazão do Rio São Francisco de 1.300 m³/s para 1.100 m³/s.

Diante do pedido supracitado e do quadro de escassez hídrica apresentado em simulações desenvolvidas pelo Operador Nacional do Sistema na Nota Técnica 30/2013-ONS, o Ibama emite a Autorização Especial 01/2013. A redução de vazão para 1,100 m³/s é iniciada em abril de 2013. Com o agravamento da crise hídrica, a Chesf solicita uma segunda redução de vazão para um regime variável de 1.100 m³/s reduzindo para 1.000 m³/s nos períodos de carga leve (nos domingos, feriados e entre as 0h e 7h da manhã nos sábados e dias úteis). Esta redução de vazão é iniciada no mês de janeiro de 2015.

De acordo com a simulação apresentada pelo ONS em reunião com o Ibama no dia 19/03/2015, mesmo com a redução de vazão para 1.000 m³/s nos períodos de carga leve os estoques de água das UHEs Sobradinho e Três Marias não seriam suficientes para manter um patamar mínimo de vazão até o final do período seco de 2015. Diante deste fato a Chesf solicita um novo pedido de redução de vazão, para que possa operar a sua cascata de hidrelétricas no rio São Francisco com o patamar de vazão mínimo de 900 m³/s medidos na defluência da UHE Xingó. Esta redução de vazão é praticada em forma de testes, com reduções escalonadas no patamar de vazão mínimo praticado pela UHE Xingó entre os meses de maio e junho de 2015. Após a execução dos testes, a redução de vazão para 900 m³/s é praticada.

3.1.3. Operação de Deplecionamento do Reservatório da Delmiro Gouveia

A operação de deplecionamento do Reservatório Delmiro Gouveia que abastece as casas de força das UHEs Paulo Afonso I, II e III, ocorreu no dia 22 de fevereiro de 2015 e consistiu na redução programada do nível da água deste reservatório até a cota 219 m (aproximadamente 20% de seu volume útil).

Após a redução de seu nível operacional, o reservatório Delmiro Gouveia permaneceu deplecionado na cota 219 m durante 6 dias para a realização de manutenção dos drenos de areia.

Após a realização dos reparos, realizou-se o reenchimento do reservatório até o seu volume normal de operação na cota 230,3 m.

Para a execução do deplecionamento e posterior reenchimento do reservatório Delmiro Gouveia, o Ibama solicitou que fossem realizados, previamente ao deplecionamento uma modelagem preditiva de qualidade de água e um plano de trabalho que contemplava os seguintes programas ambientais: Programa de Comunicação Social, Programa de Resgate de Ictiofauna, Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Monitoramento de Encostas. Estes programas foram executados pela Chesf e uma equipe Técnica do Ibama acompanhou o processo de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia e a execução dos programas ambientais desenvolvidos pela Chesf. Foi elaborado o Parecer Técnico 02019.000015/2015-99-NLA/PE/IBAMA relatando o acompanhamento das atividades.

3.1.4. Floração de Algas no Reservatório da UHE Xingó

Foi enviado à Diretoria de Licenciamento Ambiental do Ibama o memorando 02001.005305/2015-18 CPREV/IBAMA informando do aparecimento de uma mancha escura nas águas do reservatório da UHE Xingó no dia 10 de abril de 2015.

Em vistoria técnica realizada ao local de ocorrência da floração de algas no dia 17 de abril de 2015, uma equipe técnica do Ibama elabora o Parecer Técnico nº 02028.000036/2015-03-NLA/SE/IBAMA. De acordo com este parecer a mancha atingiu uma extensão aproximada de 35 km.

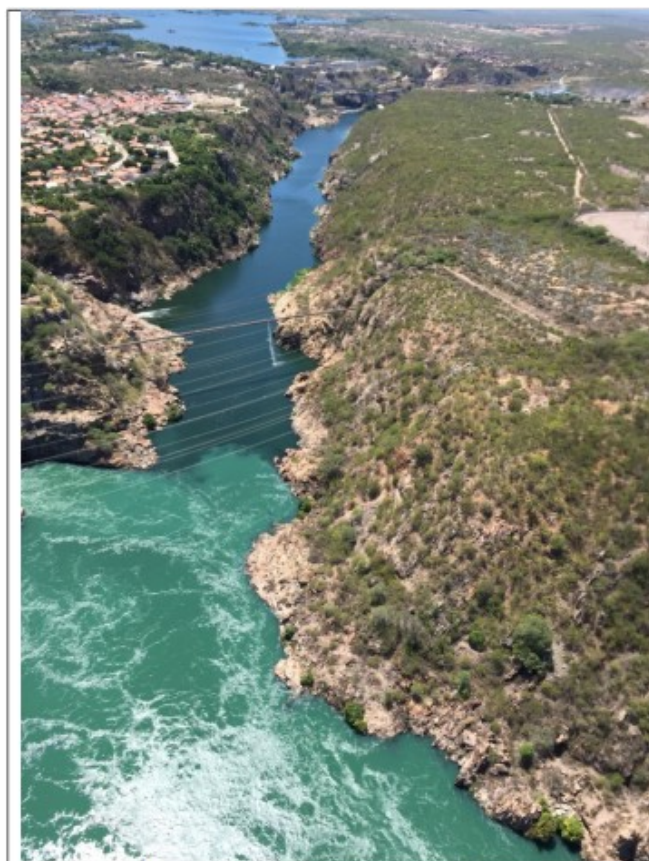
Além desta mancha principal, a equipe em campo também identificou uma outra mancha localizada entre a defluência (saída de água) da barragem do reservatório Delmiro Gouveia e a defluência da barragem do reservatório Moxotó. Foi apontado no parecer supracitado que as características visuais desta segunda mancha eram semelhantes as características da mancha de maior extensão.

A foto abaixo mostra a extensão e a localização da mancha de maior extensão ocorrida nas águas da UHE Xingó.



Figura 1 – Limites da floração de algas, retirado do Parecer Técnico 02028.000036/2015-03-NLA/SE/IBAMA.

A foto a seguir mostra a porção da mancha entre as saídas de água dos Reservatórios Delmiro Gouveia e Paulo Afonso.



Segmento de mancha localizado a montante, entre a barragem do reservatório da PA I, II e III e a barragem do reservatório PA IV com a mesma coloração uniforme de tom escuro quase negro.

Figura 2 – Mancha da floração de algas no trecho entre a defluência dos reservatórios Moxotó e Delmiro Gouveia. Retirado do Parecer Técnico n° 02028.000036/2015-03-NLA/SE/IBAMA.

3.1.5 Lançamento de Efluentes

Na região de ocorrência da floração de algas, foram identificados 4 pontos de lançamentos de poluentes. Destes pontos, o primeiro está localizados entre as defluências das UHEs PA IV (reservatório Moxotó) e a defluência das UHEs PA I, II e III (reservatório Delmiro Gouveia). Este efluente é proveniente do sistema de esgoto do município de Paulo Afonso. Outro ponto de lançamento de efluentes do esgoto do município de Paulo Afonso está localizado próximo a ponte que liga Paulo Afonso ao município Delmiro Gouveia, a jusante da UHE PA IV.

Próximo a barragem de PA IV, está localizado o terceiro ponto de lançamento de efluentes, pertencente a empresa Netuno (beneficiadora de pescado).

O quarto ponto de lançamento de efluente identificado é o lançamento de esgoto do município Delmiro Gouveia, localizado a jusante da captação de água deste mesmo município.

A foto a seguir mostra a localização destes lançamentos de efluentes.

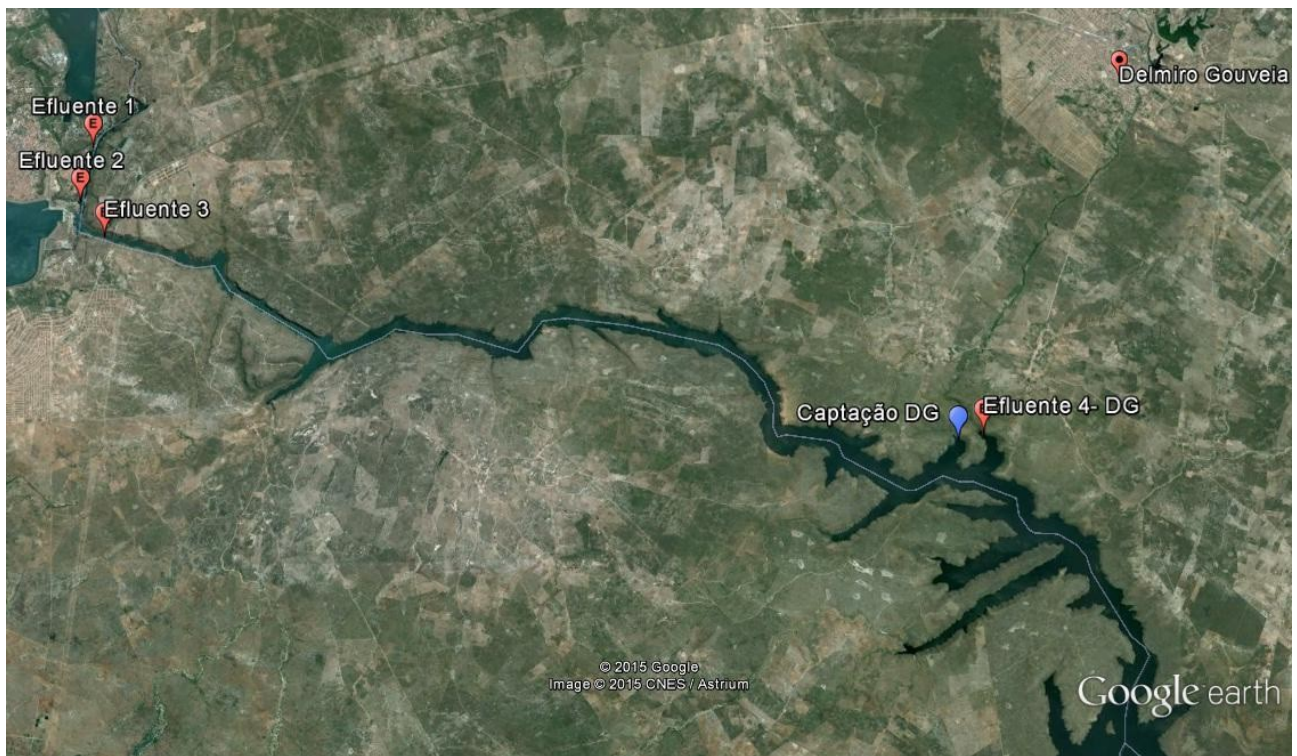


Figura 3 – Localização dos pontos de lançamento de efluentes nas proximidades da floração de algas da UHE Xingó.

3.1.5.1 Monitoramento das Fontes de Poluição do Entorno da UHE Xingó

No âmbito do licenciamento ambiental da UHE Xingó foi desenvolvido pela Chesf um estudo ambiental chamado de “Diagnóstico e Mapeamento das Fontes de Poluição no Entorno do Reservatório da UHE Xingó” e entregue ao Ibama em anexo a correspondência CE-DEMG-046/2014 de 29 de maio de 2014.

De acordo com o estudo supracitado o município de Paulo Afonso trata apenas 3% dos esgoto doméstico produzido. Também é informado que existe uma estação de tratamento de esgoto em Paulo Afonso que poderia melhorar a quantidade de esgoto tratado, mas a estação não estava em plena operação até a conclusão dos estudos em 2014.

Em relação ao município de Delmiro Gouveia O “Diagnóstico e Mapeamento das Fontes de poluição no Entorno do Reservatório da UHE Xingó” informa que até o ano de 2014, o município de Delmiro Gouveia apresentava um índice de tratamento de esgoto próximo a 0%, lançando os efluentes diretamente no reservatório da UHE Xingó.

O estudo em questão não informa o quantitativo da carga poluente lançada pelos municípios no reservatório da UHE Xingó, mas considerando a população destes municípios, é possível ter uma noção da magnitude da carga de nutrientes lançadas nas águas da UHE Xingó por estes municípios.

De acordo com o IBGE, a População estimada para o município de Paulo Afonso no ano de 2015 é de aproximadamente 115.000 habitantes e para Delmiro Gouveia 52.000 habitantes.

Segundo AMBUHL, 1978, citado por ESTEVES 1998 uma pessoa fera em média 4,2 g de de fosfato por dia, sendo 1,5 g através de seus dejetos e 2,7 g de fosfato através de produtos de limpeza. Somente a população deste dois municípios tem a o potencial para gerar 266,7 quilos de fosfato por dia. (Este calculo serve apenas para se ter uma dimensão do potencial de carga poluidora pode ser gerada na região, o valor real da carga de fosfato que chega ao reservatório é um cálculo mais complexo que envolve outras variáveis.)

Diante da localização dos pontos de lançamento de efluentes identificados na “figura 3” e do local de aparecimento da mancha registrado na “figura 02”, observa-se que a floração de *Ceratium*

furcoides também aparece a montante dos pontos de lançamento de efluentes presentes na região. Diante deste fato, tem-se um indício de que estes lançamentos de efluentes, apesar de serem significativos, não seriam de forma isolada o causador da floração de microalgas.

No estudo em questão também é mostrado um mapa que informa que a redução da vazão mínima defluente da UHE Xingó de 1.300 para 1.100 m³/s fez com que o tempo médio de residência do reservatório da UHE Xingó aumentasse aproximadamente 16 dias, passando de aproximadamente 24 para um valor próximo de 40 dias. O mapa também aponta que o tempo de residência tem uma tendência a aumentar mais nos braços e em regiões próximas ao remanso do reservatório.

3.2. Análise dos Monitoramentos de Qualidade de Água

A análise dos monitoramentos de qualidade de água deste Parecer Técnico será realizada partindo das análises já realizadas pelos Parecer Técnicos 02001.001904/2015-62-COHID/IBAMA e Parecer 02001.002202/2015-04-COHID/IBAMA.

O Parecer Técnico 02001.001904/2015-62-COHID/IBAMA analisou a influência da redução de vazão no contexto da floração de algas no reservatório da UHE Xingó. Este primeiro parecer técnico concluiu que houve indícios de uma piora na qualidade de água na região da mancha causada pela redução de vazão praticada no rio São Francisco desde o ano de 2013.

Também de acordo com Parecer Técnico 02001.002202/2015-04-COHID/IBAMA, foi enviado ao Ibama, um Relatório Técnico contendo análises de qualidade de água de amostras retiradas na região da floração de microalgas da UHE Xingó emitido pelo DILAB do Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA.

Conforme o Relatório Técnico do IMA, os pontos de coletas eram:

- P₁ = Água de superfície da calha principal do Rio São Francisco/Captação CASAL. Coordenadas geográfica (Latitude 09°27'53,3" S e Longitude 038°02'01,5" W);
- P₂ = Água de fundo da calha principal do Rio São Francisco/Captação CASAL. Coordenadas geográfica (Latitude 09°27'53,3" S e Longitude 038°02'01,5" W); e
- P₃ = Água de superfície da Barragem de Apolônio Sales (Delmiro Gouveia ou Belvedere) /Captação da CASAL. Coordenadas geográfica (Latitude 09°27'53,3" e Longitude 038°02'01,5" W).

A Tabela 1 foi retirada do Relatório Técnico do IMA e mostra os resultados das análises das Amostras de água coletadas.

Tabela 1 – Resultados das análises de qualidade de água realizada pelo IMA-AL.

Parâmetros analíticos	Padrões Especificados na Resolução CONAMA 357/2005, Águas Doces Classe 2.	Resultados / Amostras		
		P ₁	P ₂	P ₃
Coliformes Termotolerantes (Fecais)	Até 1.000 NMP/100 ml	< 18	*	3.500
Cloretos	Até 250 mg/L Cl ⁻	2,40	2,88	3,36
Clorofila-a	30 µg/L	36,0	2,41	1,23
Condutividade elétrica	≈ S/cm (ne)	75	68	65
DBO ₅ ²⁰	Até 5,0 mg/L O ₂	7,0	< 2	3
DQO	mg/L O ₂	45,60	22,80	30,40
Ferro Total	NE	0,32	0,57	0,29
Fósforo Total	Até 0,030 mg/L ¹ Até 0,050 mg/L ²	0,81	0,03	0,20
Nitrato	Até 10 mg/L N	0,86	0,32	0,11
Nitrito	Até 1,0 mg/L N	0,11	< 0,1	< 0,1
Nitrogênio Total Kjeldhal - TKN	mg/L N (ne)	7,65	2,56	1,26
		7,65	2,56	1,26
Oxigênio Dissolvido (OD)	≥ 5,0 mg/L O ₂	11,69	5,99	6,40
pH	6,0 a 9,0	6,42	7,06	7,71
Sabor/odor	NE	CP	SC	SC
Salinidade	Até 0,5 ‰, águas doces; Entre 0,5 e 30 ‰, águas salobras; Maior 30 ‰, águas salinas.	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	Até 500 mg/L	49,0	44,0	42,0
Sólidos Totais Suspensos (STS)	mg/L	21,0	5,0	0,67
Sulfeto (H ₂ S)	0,002mg/L S	3,21	0,36	0,21
Temperatura	NE - °C	29,89	29,30	29,86
Transparência – Disco de Secchi	m	*	2,50	*
Turbidez	Até 100 UNT	15,3	6,59	1,68

LEGENDA:

CP = Característico de peixe

SC = Sem caracterização

NMP/100 mL = Número Mais provável por cem mililitros

°C = Graus centígrados

NE = Não Especificado

UNT = Unidade nefelométrica de turbidez

mg/L = Miligramas por litro

Além do Relatório do IMA/AL, também foi enviado ao Ibama pela Chesf a Carta CE-DO-12/2015 contendo um de análise que confirmou a dominância da microalga *Ceratium furcoides* em concentração de 1833 indivíduos/ml.

Conforme já constatado no Parecer Técnico 02001.002202/2015-04-COVID/IBAMA, o Dinoflagelado *C. furcoides* já era encontrado no reservatório Delmiro Gouveia e no lago da UHE Xingó antes da floração de microalgas ocorrida neste ano de 2015.

No mês de maio de 2015, os monitoramentos intensivos executados na mancha identificaram a presença e a dominância da cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii*, confirmando que houve um processo de sucessão ecológica das espécies na floração de algas.

Em função da possibilidade de produção de cianotoxinas pela *C. raciborskii* o Ibama envia a Chesf o ofício nº 02001.006047/2015-97 solicitando alterações no monitoramento intensivo na região da floração de algas.

Com o objetivo de informar as companhias de abastecimento de água e os órgãos de saúde

locais sobre o risco de uma eventual produção de cianotoxinas pela *C. raciborskii*, o Ibama envia os ofícios nº 02003.000414/2015-19-GABIN/AL/IBAMA a Secretária de Estado de Governo da Saúde de Alagoas, o ofício nº 02003.000.392/2015-GABIN/AL/IBAMA para a Secretaria de Estado e Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas, o ofício nº 02003.000.391/2015-GABIN/AL/IBAMA para a Companhia de Saneamento de Alagoas e o ofício nº 02003.000.393/2015-GABIN/AL/IBAMA ao Instituto de Meio Ambiente de Alagoas.

De acordo com o resultado para as análises de fósforo detectados pelo IMA-AL e a identificação da floração de microalgas, o aparecimento da mancha se caracterizou como um processo de eutrofização.

De acordo com ESTEVES 1998, a Eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio em um ecossistema aquático e tem como consequência o aumento de sua produtividade. A eutrofização pode ocorrer de forma natural ou artificial. A eutrofização artificial é um processo em que ocorre profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição.

Neste parecer técnico será realizada uma abordagem sobre o comportamento das variáveis limnológicas fósforo total e nitrato, pois estes nutrientes estão correlacionados a processos de eutrofização. Também será realizada uma abordagem sobre o comportamento das variáveis pH e oxigênio dissolvido, que estão diretamente relacionadas a ciclagem de fósforo entre o sedimento e a coluna d'água em ambientes hídricos.

Segundo ESTEVES 1998, fatores físicos, químicos e físico-químicos interferem na dinâmica de precipitação e solubilização de íons fosfato no ambiente aquático, como a concentração dos íons ferro, alumínio, sulfeto, compostos orgânicos e carbonatos, pH e condições de oxirredução. Em hipolímnio com baixa concentração de oxigênio (meio redutor), ocorre intensa liberação de íons ortofosfato do sedimento para a água intersticial e desta para a coluna d'água. Em condições aeróbicas, o sedimento apresenta uma camada de oxidação, geralmente de alguns milímetros, sobre uma camada reduzida (sem oxigênio). A camada oxidada funciona como uma barreira que impede a liberação do fosfato para a coluna d'água. No entanto, à medida que o hipolímnio se torna anaeróbio, em geral, quando o lago está estratificado termicamente, esta camada de oxidação torna-se menos espessa, podendo mesmo desaparecer. O sedimento apresenta-se então totalmente reduzido, condição favorável para a liberação de fosfato para a coluna d'água.

Em altas concentrações o ortofosfato pode, por difusão, alcançar a zona eufótica onde é assimilado pelo fitoplâncton.

Além do oxigênio, o pH também influencia na liberação de fósforo do sedimento para a coluna d'água. A influência do pH neste processo esta diretamente relacionada com a presença de argila no sedimento.

Considerando os mecanismos de sedimentação do fósforo relacionados a fração de argila do sedimento, existe uma tendência da maior disponibilização do fósforo para a coluna d'água sob influência de um pH mais básico.

Os mecanismos que envolvem a relação da sedimentação/solubilização do fósforo em ambientes aquáticos relacionado com a presença de íons de ferro, manganês e cálcio e também dependem do pH. Neste Parecer não será possível fazer uma relação entre estes mecanismos que envolvam as concentrações de metais e a liberação de fósforo do sedimento, pois não foram realizados monitoramentos da dinâmica destes metais na região.

3.3. Análise dos Monitoramentos desenvolvidos pela Chesf.

Com o intuito de identificar a fonte deste aporte de fósforo nas águas do reservatório, neste Parecer Técnico serão analisados os monitoramentos já executados pela Chesf no âmbito do

licenciamento ambiental da UHE Xingó. Estes resultados serão confrontados com os monitoramentos intensivos desenvolvidos após a floração das microalgas.

Serão comparadas as variáveis Fosforo total, Nitrato, Oxigênio Dissolvido e pH. As variáveis pH e oxigênio são importantes parâmetros para serem avaliados para se compreender a dinâmica de fósforo no ambiente.

A Chesf executou o Programa de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos no âmbito do licenciamento ambiental das UHEs Xingó. Dentro do escopo deste programa ambiental, é realizado um monitoramento limnológico. No escopo desse Monitoramento Limnológico existem 11 estações de monitoramento nas águas da UHE Xingó, onde são medidos os parâmetros limnológicos: temperatura, oxigênio dissolvido, DQO, gases totais dissolvidos, pH, alcalinidade, dureza total, cálcio, magnésio, Condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, cloretos, silicatos, transparência, zona eufótica, coeficiente de extinção vertical, radiação subaquática, turbidez, sólidos em suspensão, nitrogênio e fósforo.

Também são feitas análises de parâmetros microbiológicos para monitoramento de: fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos. São realizadas amostras de superfície e de fundo. A metodologia utilizada e descrita com detalhes nos relatórios do programa ambiental em questão.

Este programa foi interrompido no final do ano de 2010 e foi retomado no começo do ano de 2014. A malha amostral foi mantida, mas o método de análise para algumas variáveis como fósforo total e nitrato foram alteradas na segunda etapa do programa. A mudança na metodologia de análise não permite uma comparação direta dos valores obtidos para a concentração de fósforo total e nitrato entre os monitoramentos dos anos 2007 a 2010 com os resultados obtidos a partir do ano de 2014. Apesar dessa diferença de metodologia, é possível de se avaliar através da primeira etapa do monitoramento se existe um padrão de sazonalidade ou de estratificação para a concentração de fósforo total e nitrato na água das estações de monitoramento em momento anterior ao processo de redução de vazão praticado no rio São Francisco.

A malha amostral do monitoramento limnológico da UHE Xingó é mostrada na figura abaixo:



Figura 4 – Malha amostral do monitoramento limnológico da UHE Xingó.

Para a análise deste Parecer Técnico, dos pontos apresentados na figura 4 serão utilizados os

pontos XIN 01, XIN 02, XIN 5, XIN CA 1 e XIN CA 3, que estão localizados na área afetada pela floração das microalgas, sendo que os pontos XIN CA 1 e XIN CA 3 estão localizados próximos das captações de água do município de Delmiro Gouveia e Olho d'água do Casado respectivamente.

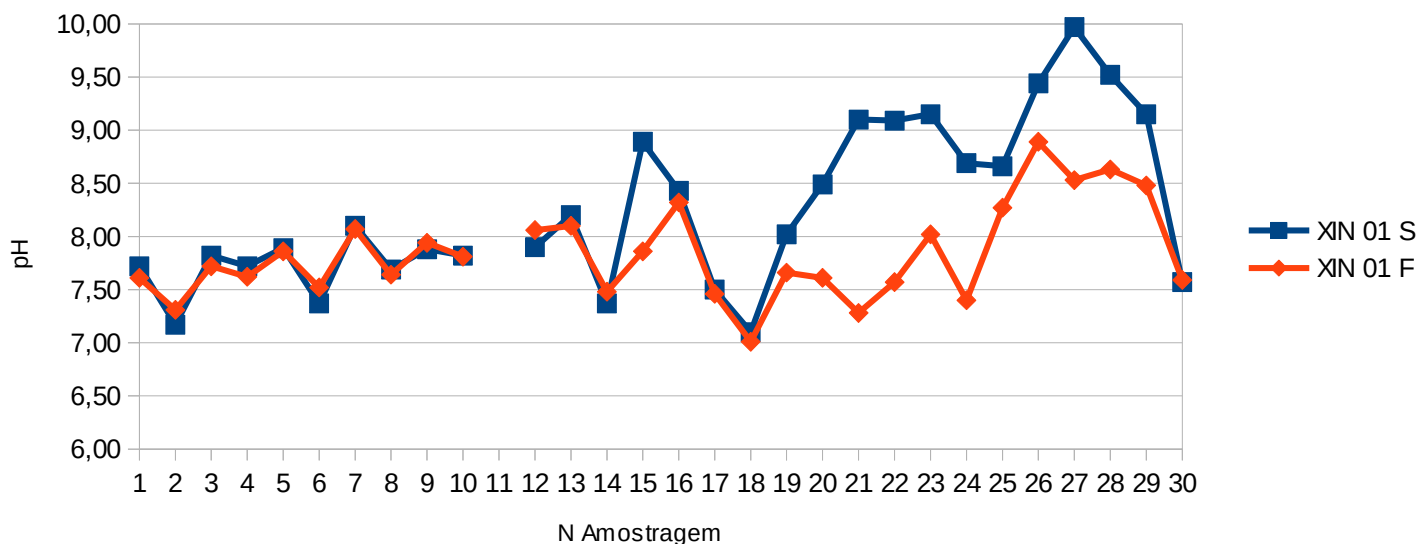
Estes valores dos monitoramentos regulares executados pela Chesf, serão confrontados com os valores do monitoramento intensivo da floração de algas.

A tabela 2 do Anexo 2, mostra os dados brutos obtidos com os monitoramentos de qualidade de água executados pela Chesf desde o ano de 2007 e também os dados obtidos com a primeira etapa do monitoramento intensivo da floração de algas. Nesta tabela estão os dados obtidos em 30 campanhas de amostragens, sendo que as amostragens de 1 a 12 correspondem ao monitoramento executados pela Chesf entre os anos de 2007 a 2010, as amostragens de 13 a 16 o monitoramento regular retomado em 2014, e as amostragens de 17 a 30 correspondem aos resultados das análises do monitoramento intensivo da mancha no ano de 2015.

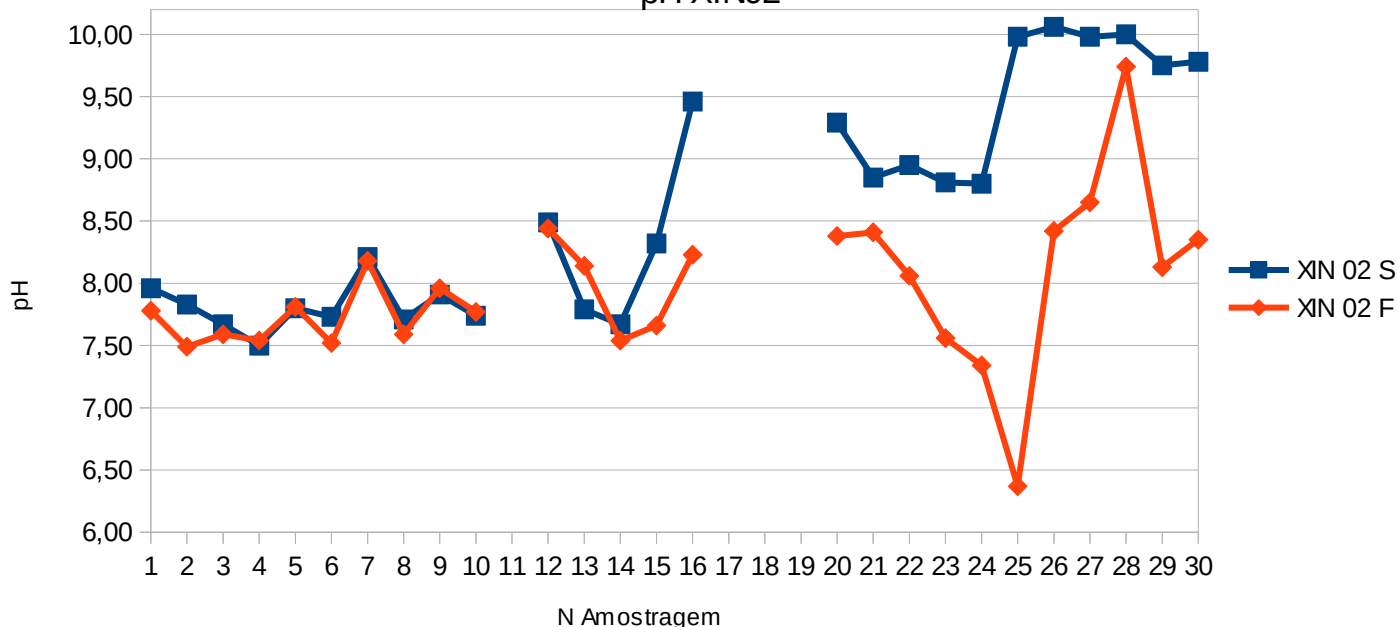
Os resultados para as variáveis pH, oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrato serão mostradas nos gráficos a seguir.

3.3.1. Monitoramento de pH

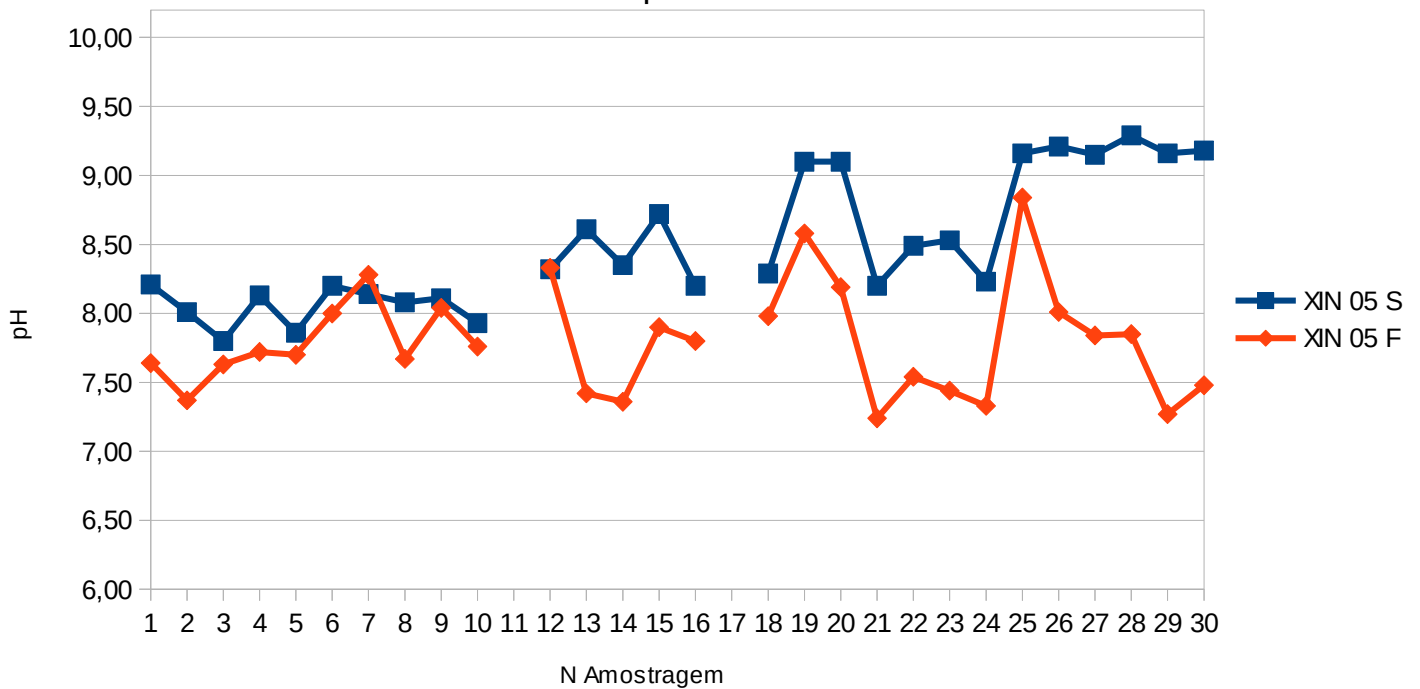
pH XIN01



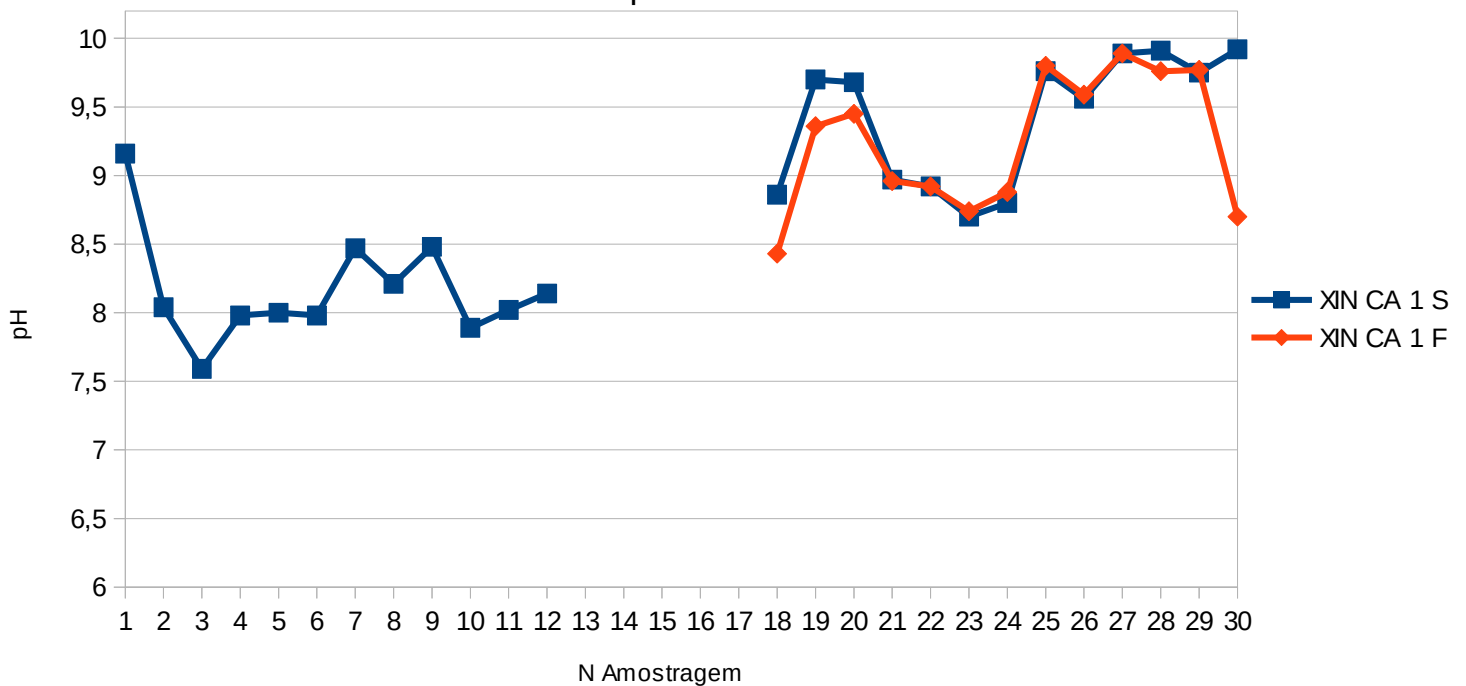
pH XIN02



pH XIN05



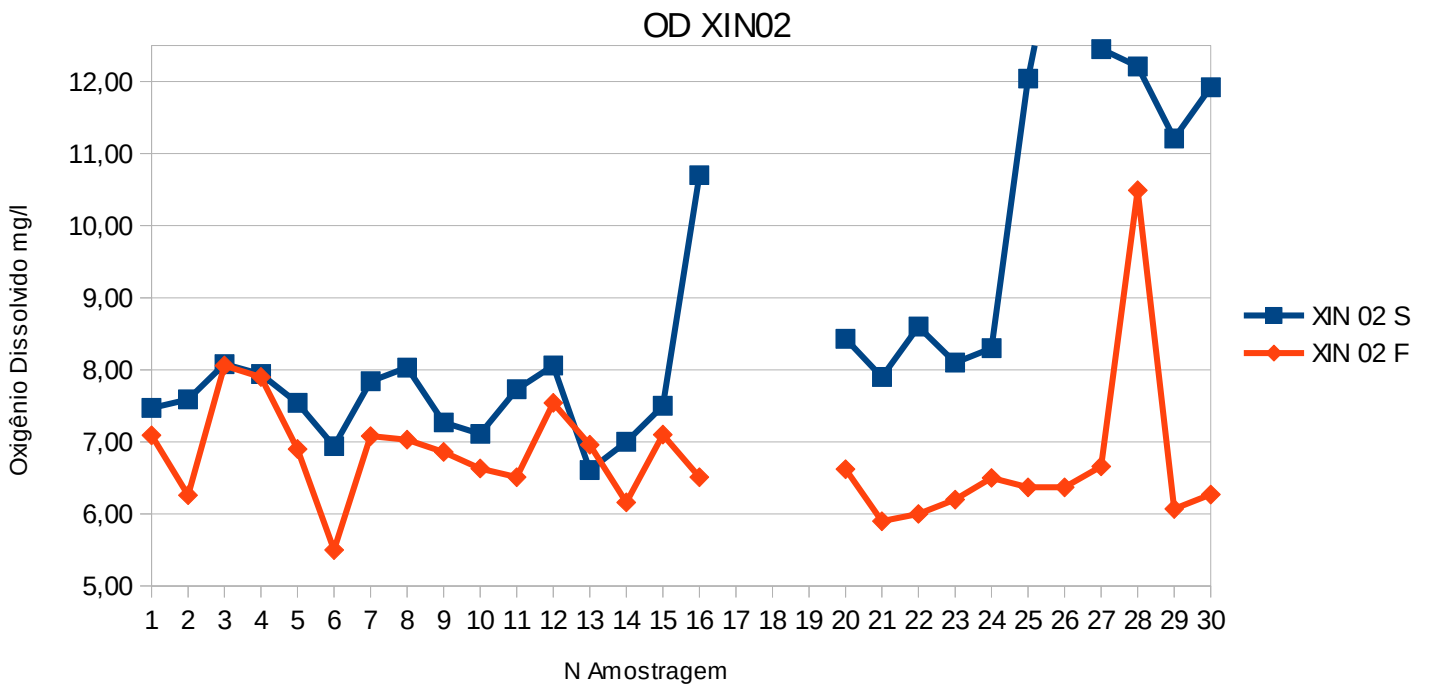
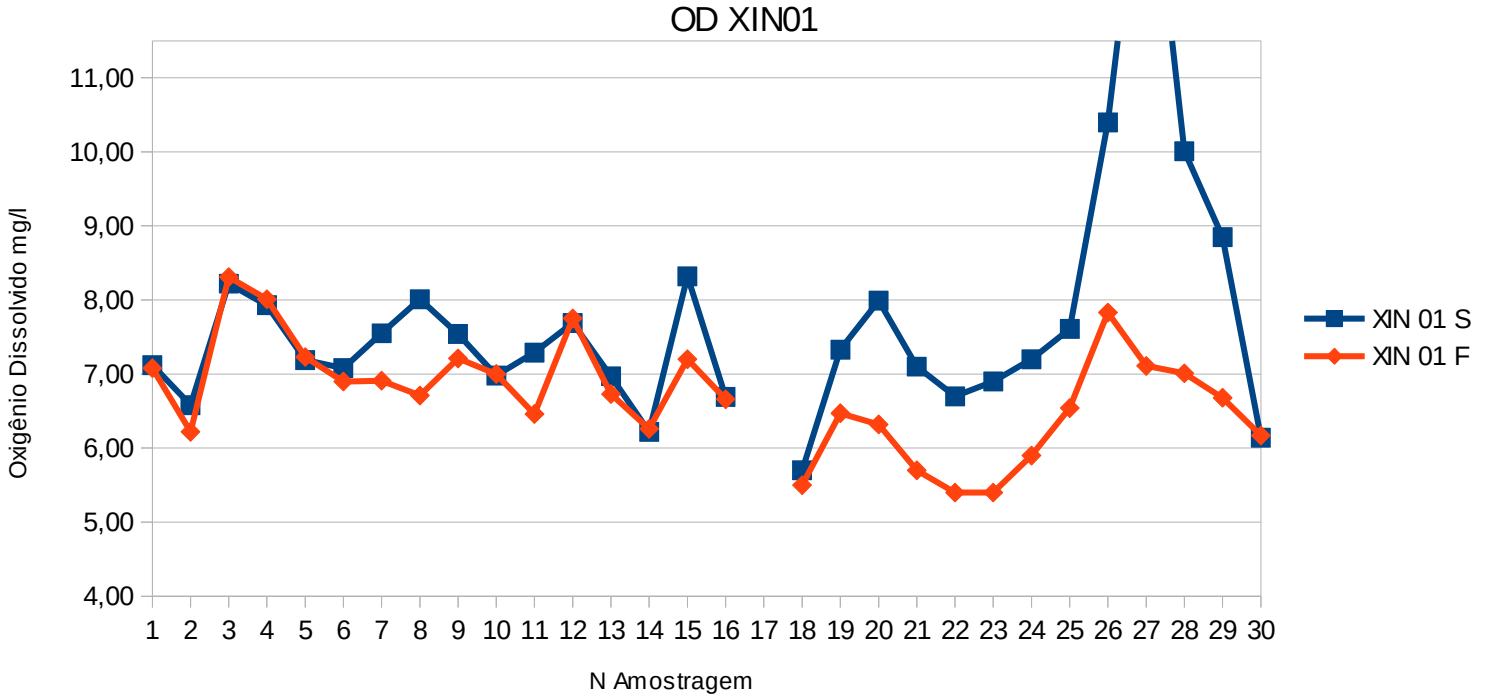
pH XIN CA1



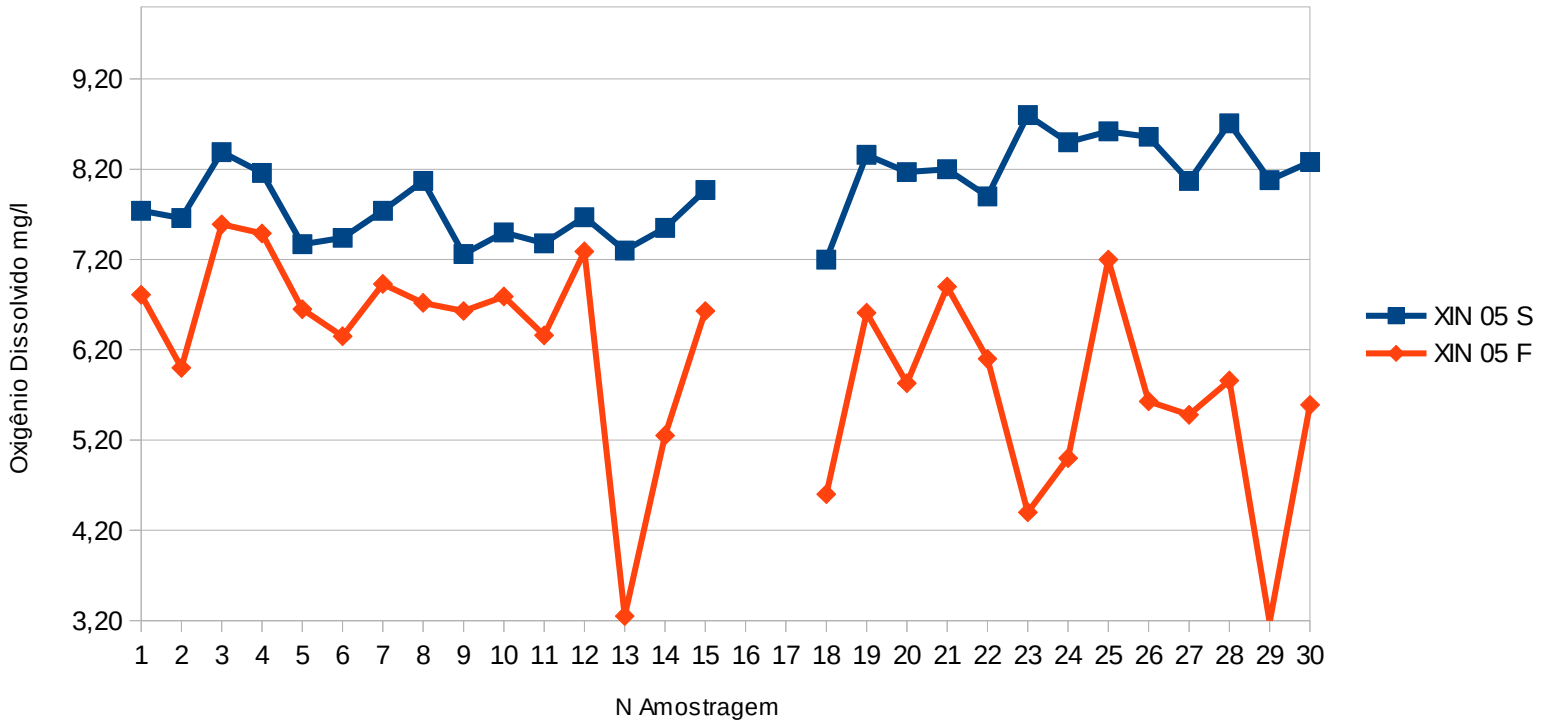
De acordo com os gráficos, o pH das águas nas estações de monitoramento apresentam uma tendência a valores mais altos nas amostragens realizadas no período de vazão reduzida após 2014 (amostragens nº 13 a 16) do que aquelas obtidas entre os anos de 2007 a 2010 (amostragens nº 1 a

12). Isto mostra que o processo de redução de vazão influenciou a qualidade das águas antes mesmo da ocorrência da floração de microalgas. Considerando as amostragens 17 a 30, percebe-se distorções na tendência de variações dos valores do pH devido ao metabolismo das microalgas da floração.

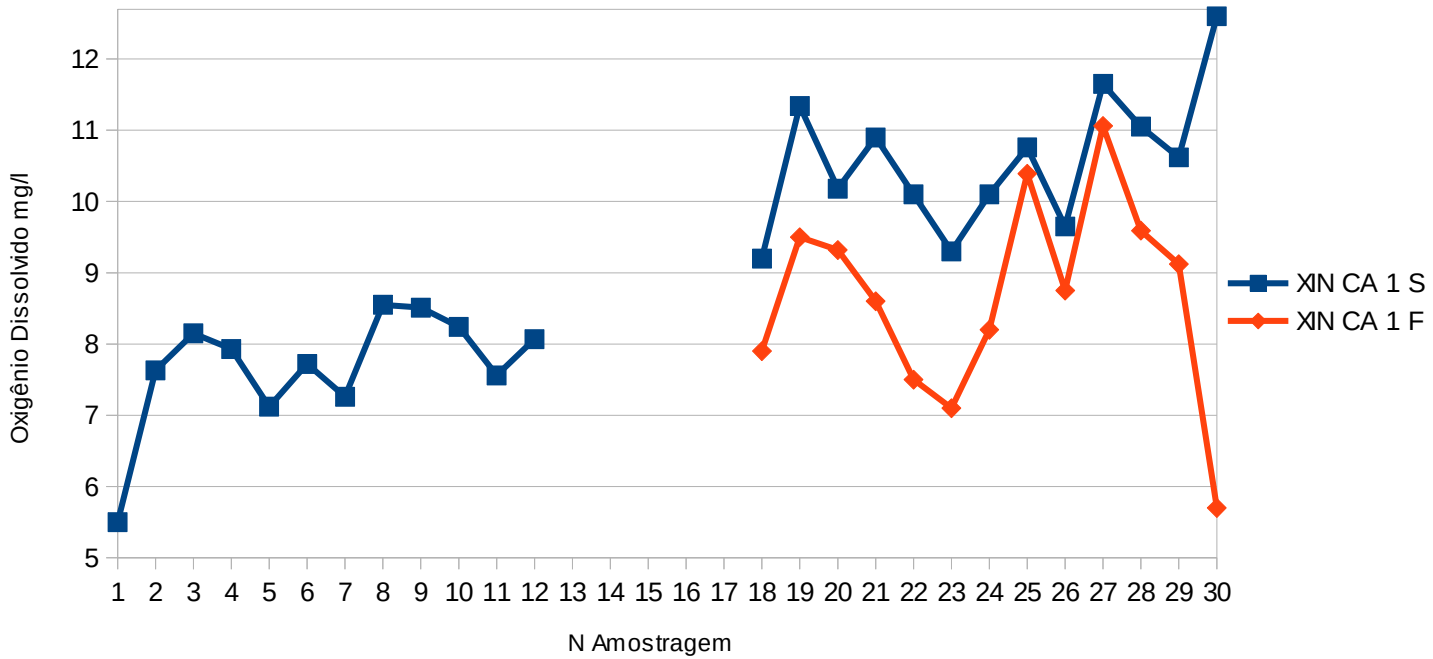
3.3.2. Monitoramento de Oxigênio Dissolvido

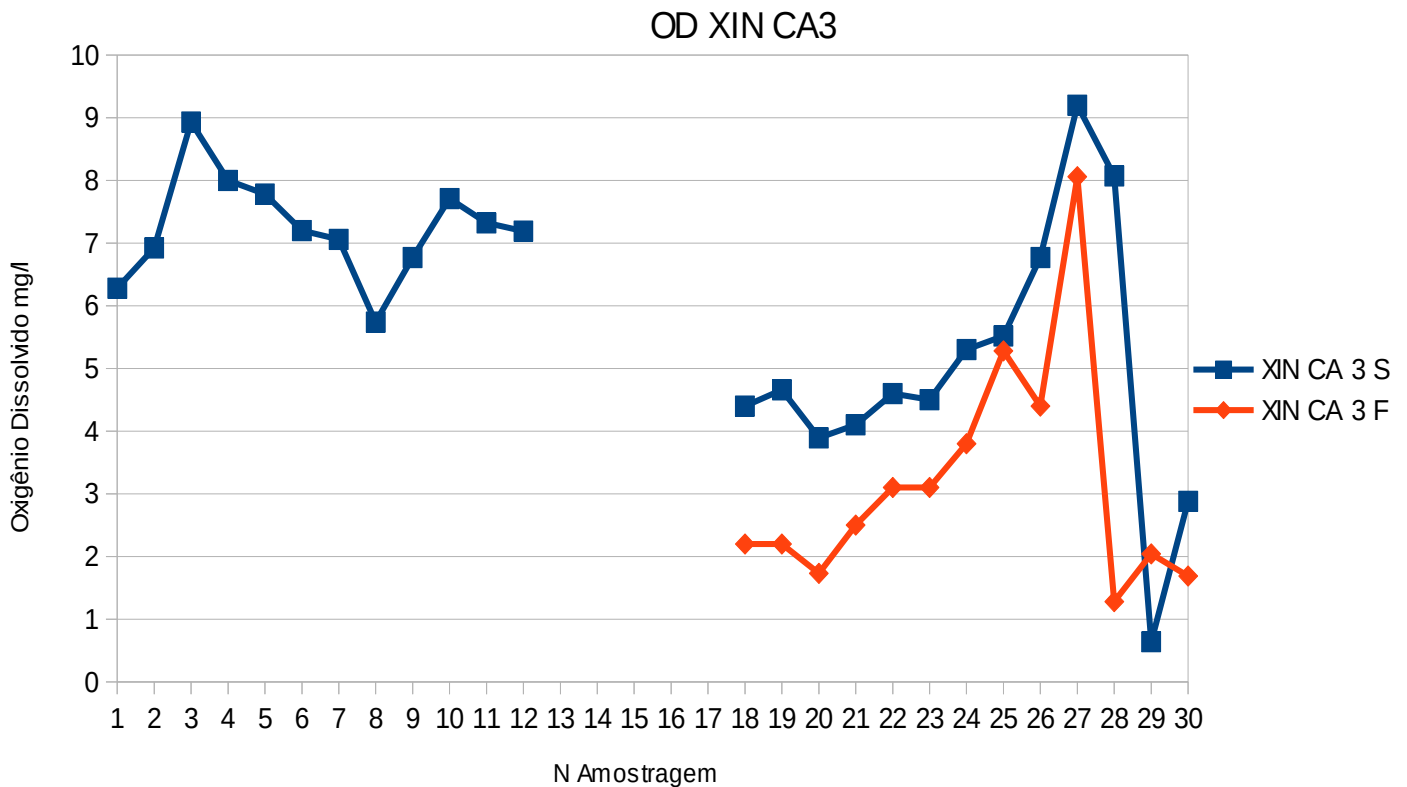


OD XIN05



OD XIN CA1

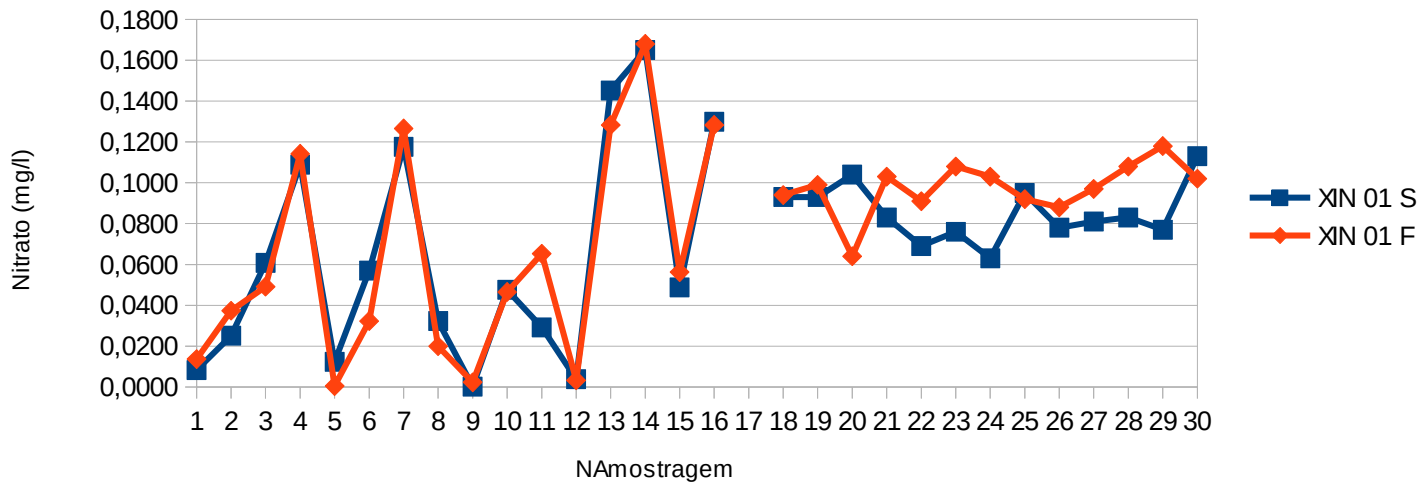




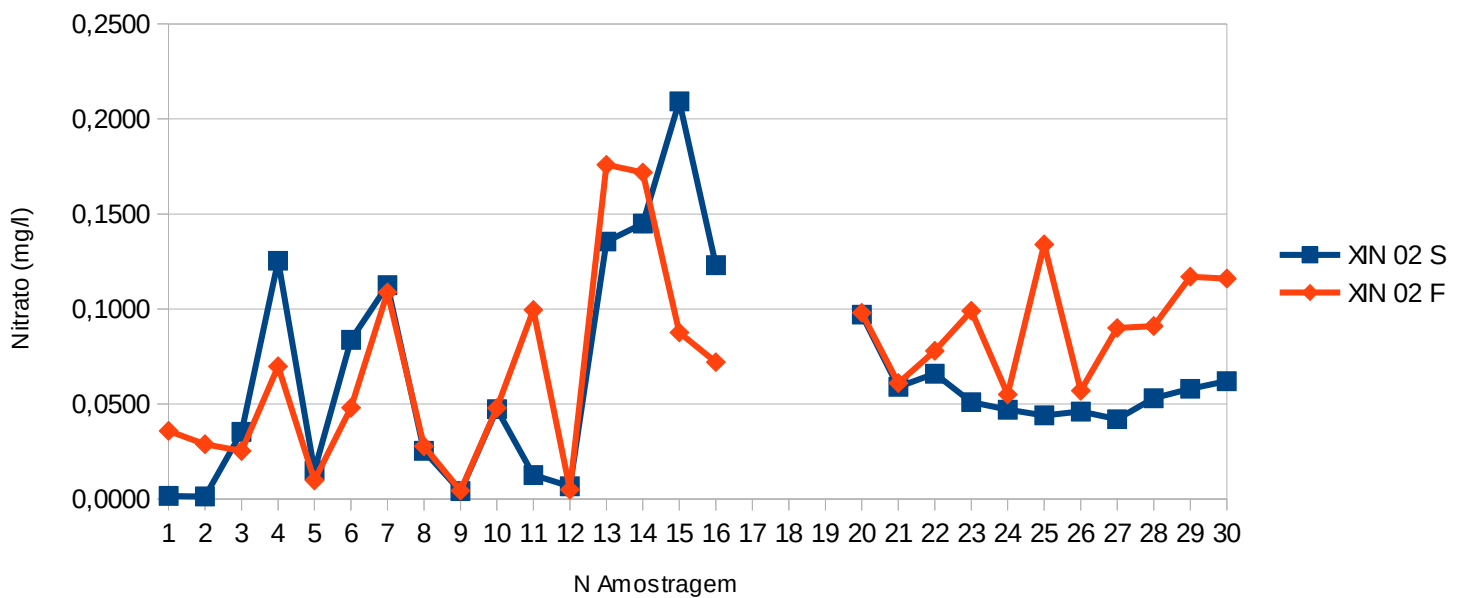
Os níveis de oxigênio dissolvido nas águas da UHE Xingó na região monitorada apresentaram valores semelhantes quando se compara o período acima de 1.300 m³/s (nº amostragem 1 a 12) com o período de vazão reduzida a 1.100 m³/s (nº amostragem 13 a 16). Após a amostragem nº 17 já percebe-se a influência do crescimento das microalgas aumentando com aumento dos extremos de variação dos níveis de oxigênio dissolvido em resposta aos processos fotossintéticos ocorridos. Apesar da redução de vazão e da floração de microalgas, os níveis de oxigênio mesmo nas amostras de fundo se mantiveram em valores acima de 5,0 mg/l na maioria das estações amostradas, mesmo para a análise da água de fundo. Estes resultados demonstram que durante o monitoramento não foi detectado anoxia na água de fundo da região da mancha, com exceção da estação XIN CA 03, que apresentou os valores mais baixos de OD nas campanhas de 27 a 30. A presença de oxigênio dissolvido em valores superiores a 5 mg/l são um bom indicativo que a “fertilização interna” (liberação de fósforo do sedimento de fundo do reservatório da UHE Xingó) para a coluna d’água pode não estar acontecendo de forma acentuada.

3.3.3. Monitoramento de Nitrato

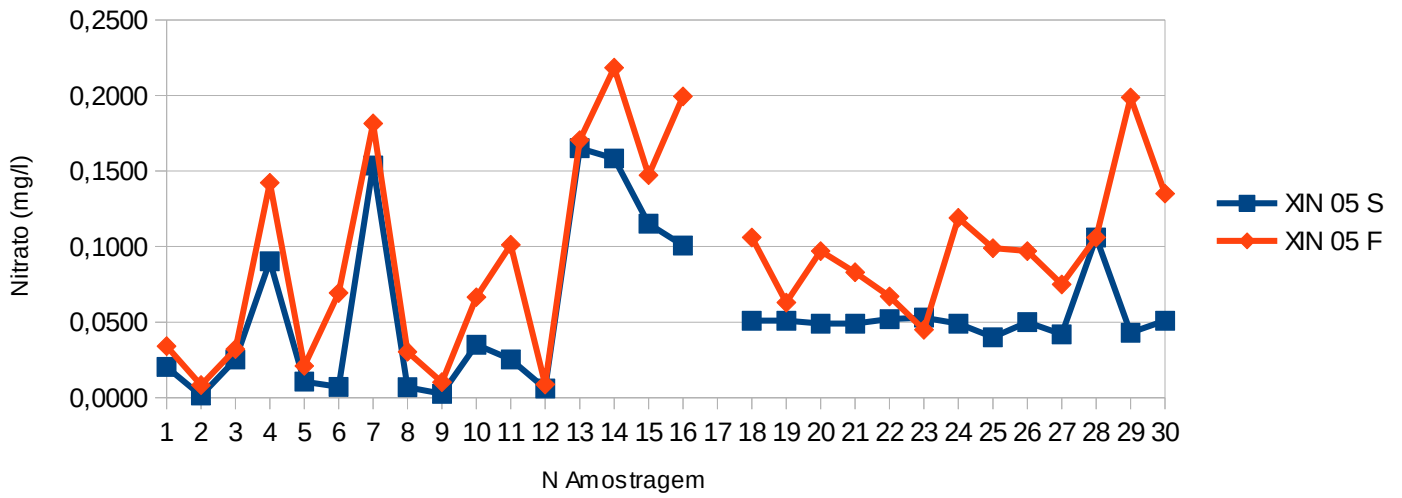
Nitrato XIN 01



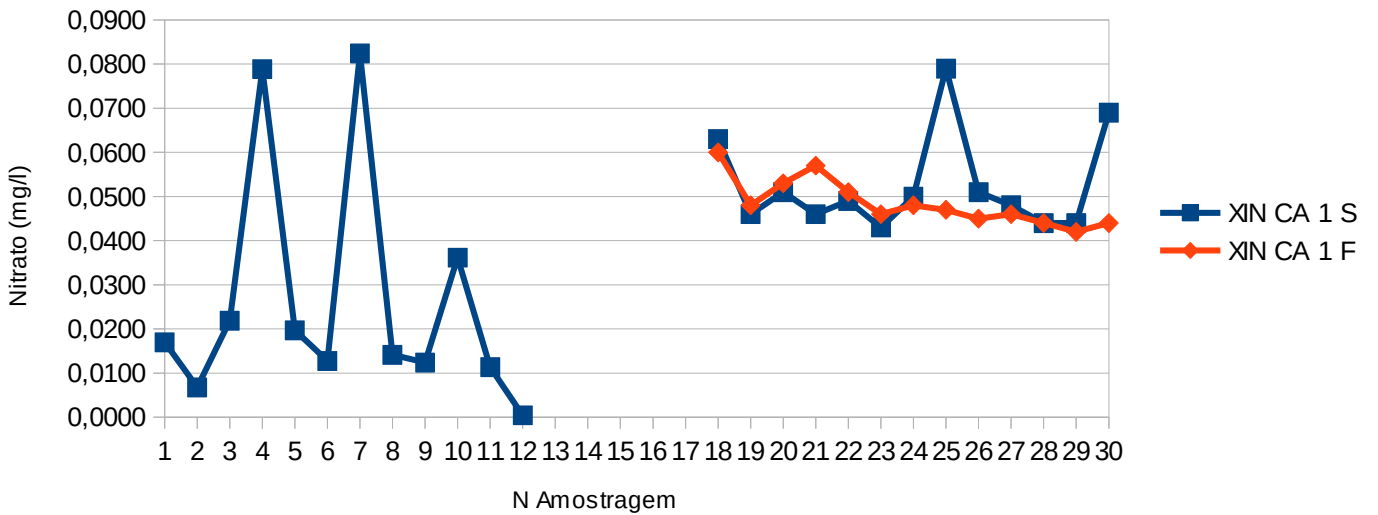
Nitrato XIN 02



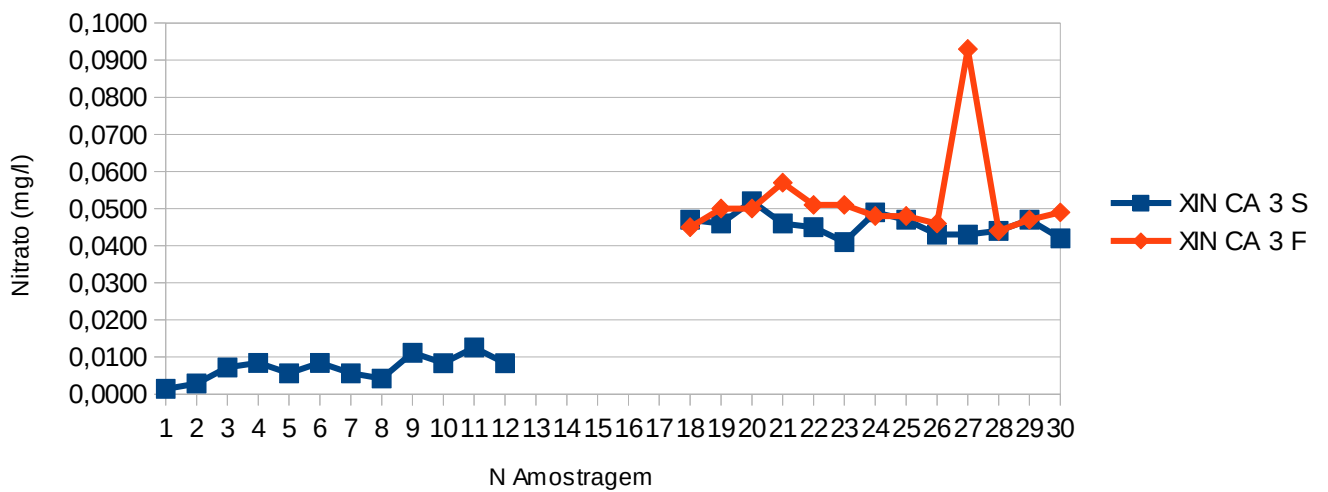
Nitrato XIN 05



Nitrato XIN CA01



Nitrato XIN CA03

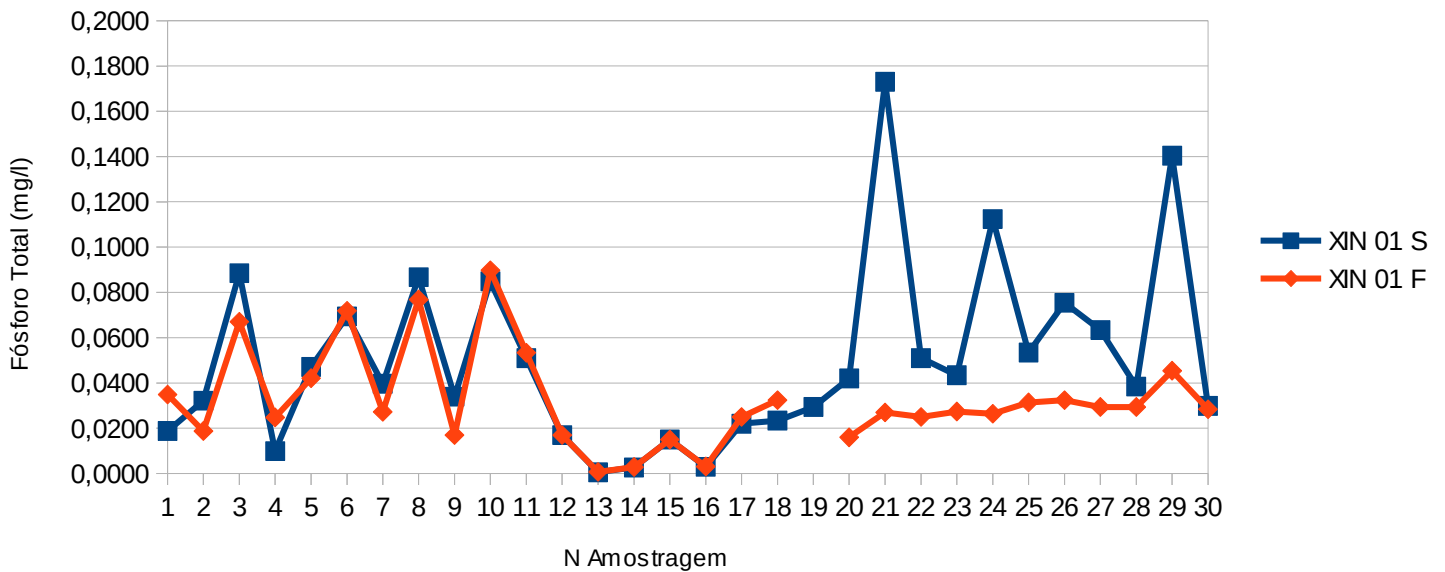


Devido a uma diferença de metodologias analíticas, não é possível uma comparação direta entre os valores obtidos nas amostragens nº de 1 a 12 com as demais.

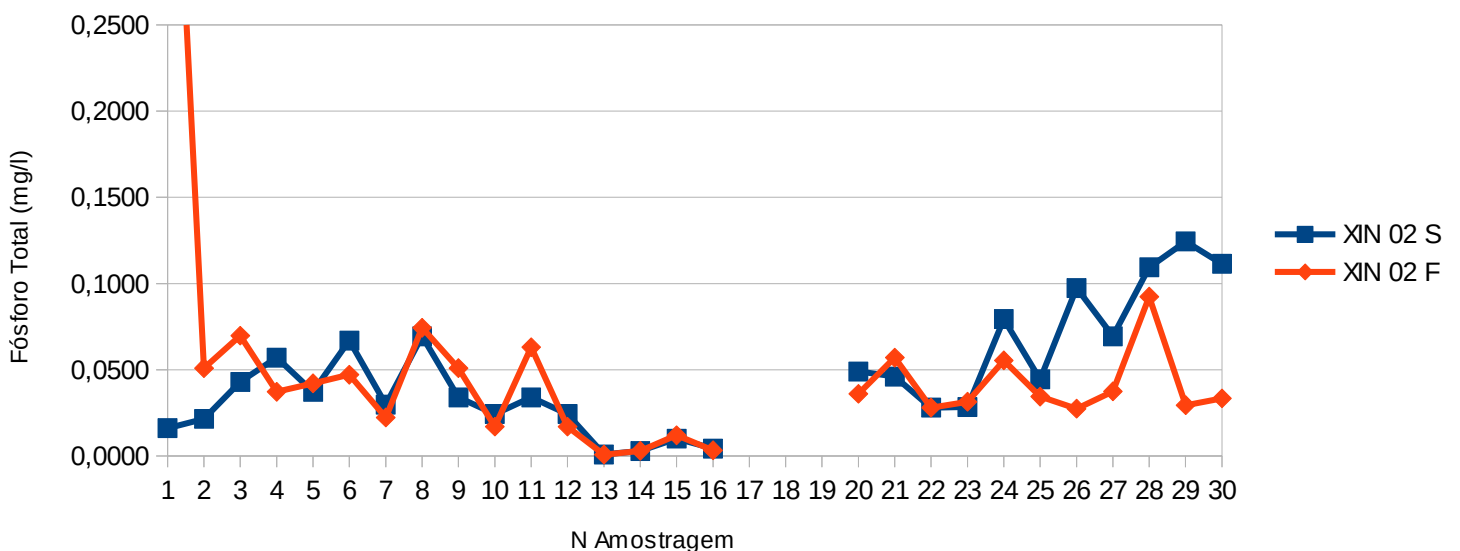
Entretanto observa-se que a partir da amostragem nº 13 a concentração de nitrato começa a apresentar uma tendência a estratificação na coluna d'água para as estações XIN 01, XIN 02 e XIN 05. Esta tendência a estratificação não era observada nas amostragens realizadas antes do processo de redução de vazão.

3.3.4. Monitoramento de Fósforo Total

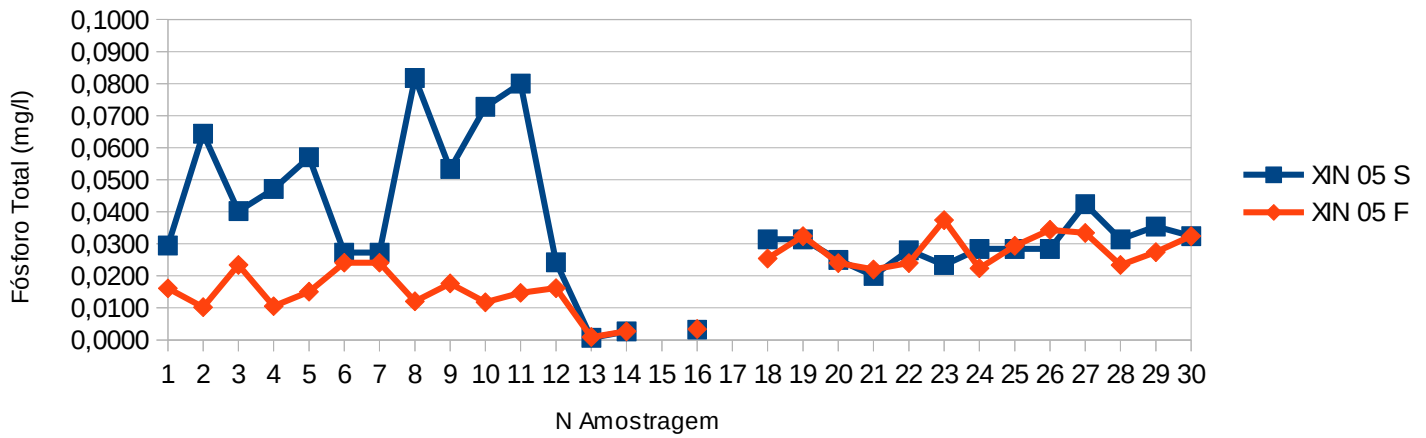
Fósforo Total XIN 01



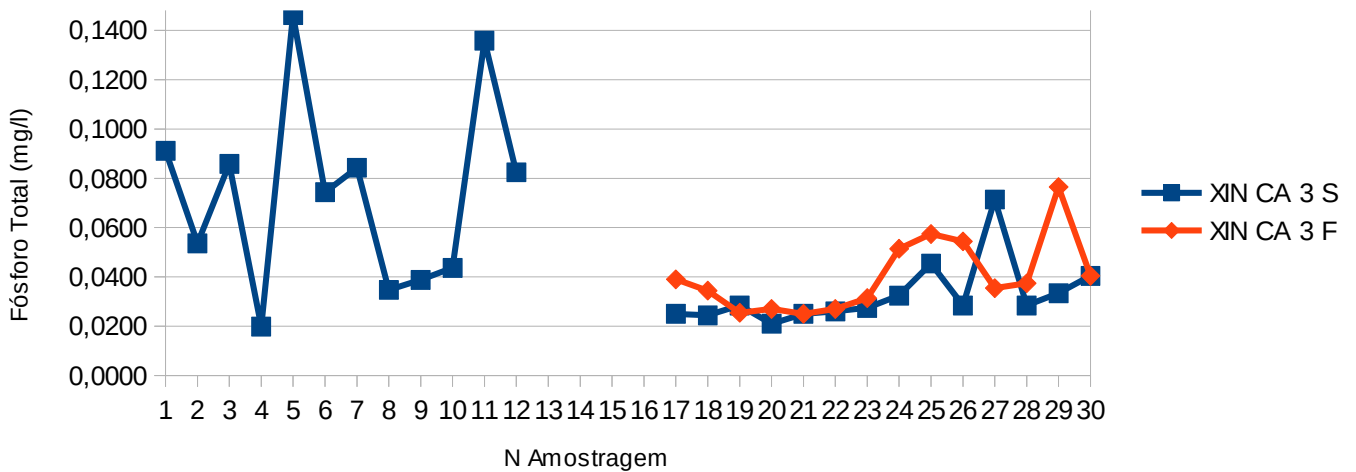
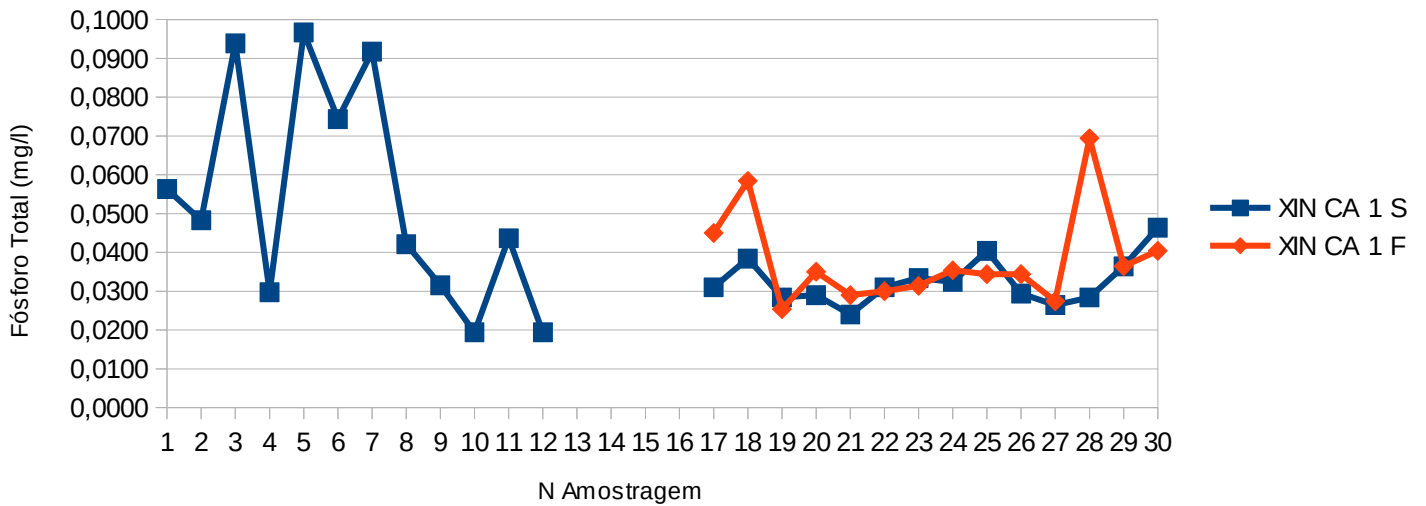
Fósforo Total XIN 02



Fósforo Total XIN 05



Fósforo Total XIN CA 1



Assim como no monitoramento de nitrato, devido a uma diferença de metodologias analíticas, não é possível uma comparação direta entre os valores obtidos nas análises de fósforo nas amostragens de 1 a 12 com os demais resultados obtidos.

Percebe-se que o ponto de amostragem XIN 01 foi o ponto que apresentou as maiores concentrações de fósforo total durante todo o monitoramento intensivo da floração de microalgas, sendo seguido pelo ponto XIN 02. Percebe-se uma redução na carga de fósforo total na água do reservatório da UHE Xingó a medida em que se avança no reservatório em direção ao seu barramento. As estações de monitoramento mais a jusante (XIN 05, XIN CA 1 e XIN CA 3) foram as que apresentaram os menores índices de fósforo total.

Observa-se na estação XIN 02 para a amostragem nº 1 o valor da concentração de fósforo detectado foi de 0,466 mg/l. Esta amostra se mostrou bem acima dos valores obtidos na série histórica dos monitoramentos já desenvolvidos pela Chesf. Mesmo este valor de 0,466 mg/l de fósforo total destoando do comportamento das outras amostras, Ele ainda é muito menor do que os 0,81 mg/l de fósforo encontrado na primeira amostra realizada pelo IMA-AL.

3.4. Sinergia dos fatores apontados

Pelas informações apresentadas neste Parecer, há indícios de que a floração de microalgas ocorrida nas águas da UHE Xingó foi causada por uma combinação de alguns fatores:

1. O primeiro fator é a redução de vazão e os baixos patamares de vazão praticados desde 2013 no Rio São Francisco. Esta redução de vazão diminui a quantidade de água disponível para diluição das cargas de poluentes e também aumenta o tempo de residência no reservatório da UHE Xingó. Estes dois fenômenos contribuem para que possa ocorrer um incremento na concentração de poluentes e nutrientes desencadeadores dos processos de eutrofização. Este fato também já foi abordado em análises de outros documentos (Pareceres Técnicos nº 02001.000890/2015-60-COVID/IBAMA e nº 02001.001904/2015-62 COVID/IBAMA).
2. Existem 4 pontos de lançamento de efluentes na área de ocorrência da mancha. Estes lançamentos são fontes de fósforo e nitrogênio que já são despejados ao longo de muitos anos no local e contribuem para deterioração de qualidade da água no local. É possível também que possa ter ocorrido a imobilização de nutrientes no sedimento do local. A região onde os efluentes são lançados está localizada no remanso do lago da UHE Xingó. Nas áreas de remanso a taxa de renovação d'água de um reservatório é naturalmente menor quando comparada a outras porções do mesmo reservatório.
3. A operação de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia imediatamente a montante do local de ocorrência da floração de microalgas também pode ter contribuído para este acontecimento. Foi apontado no Parecer Técnico 02028.000036/2015-03-NLA/SE relatos de um senhor responsável por uma piscicultura localizada logo a jusante da defluência do reservatório Delmiro Gouveia que informou de alterações na cor d'água após a execução do deplecionamento da barragem. Considerando que os drenos apresentavam defeitos em seu funcionamento e que estes a algum tempo não eram totalmente abertos, provavelmente houve a descarga de sedimentos do reservatório Delmiro Gouveia na porção final do reservatório da UHE Xingó. Também há a possibilidade do aumento de vazão durante o deplecionamento deste reservatório ter colocado em suspensão os sedimentos de fundo no remanso da UHE Xingó. Um forte indício de que o deplecionamento do Reservatório Delmiro Gouveia pode ter influenciado na floração de algas, é a ocorrência da mancha a montante de todos os lançamentos de efluentes. Sem um estudo que mostre com precisão adequada a dinâmica e que também avalie a qualidade dos sedimentos no local em questão não é possível excluir a possibilidade denexo causal da floração de microalgas com a

- operação de deplecionamento do reservatório Delmiro Gouveia.
4. Uma vez iniciado o processo de eutrofização e crescimento de microalgas, os efluentes lançados no local sem o devido tratamento são responsáveis pela “alimentação” destas microalgas e também pela resiliência e permanência deste fenômeno de floração. De acordo com os monitoramentos executados até o presente momento, ainda existe uma pequena parte da floração ainda ativa.

