



XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste
27 a 30 de novembro de 2012 - João Pessoa - PB



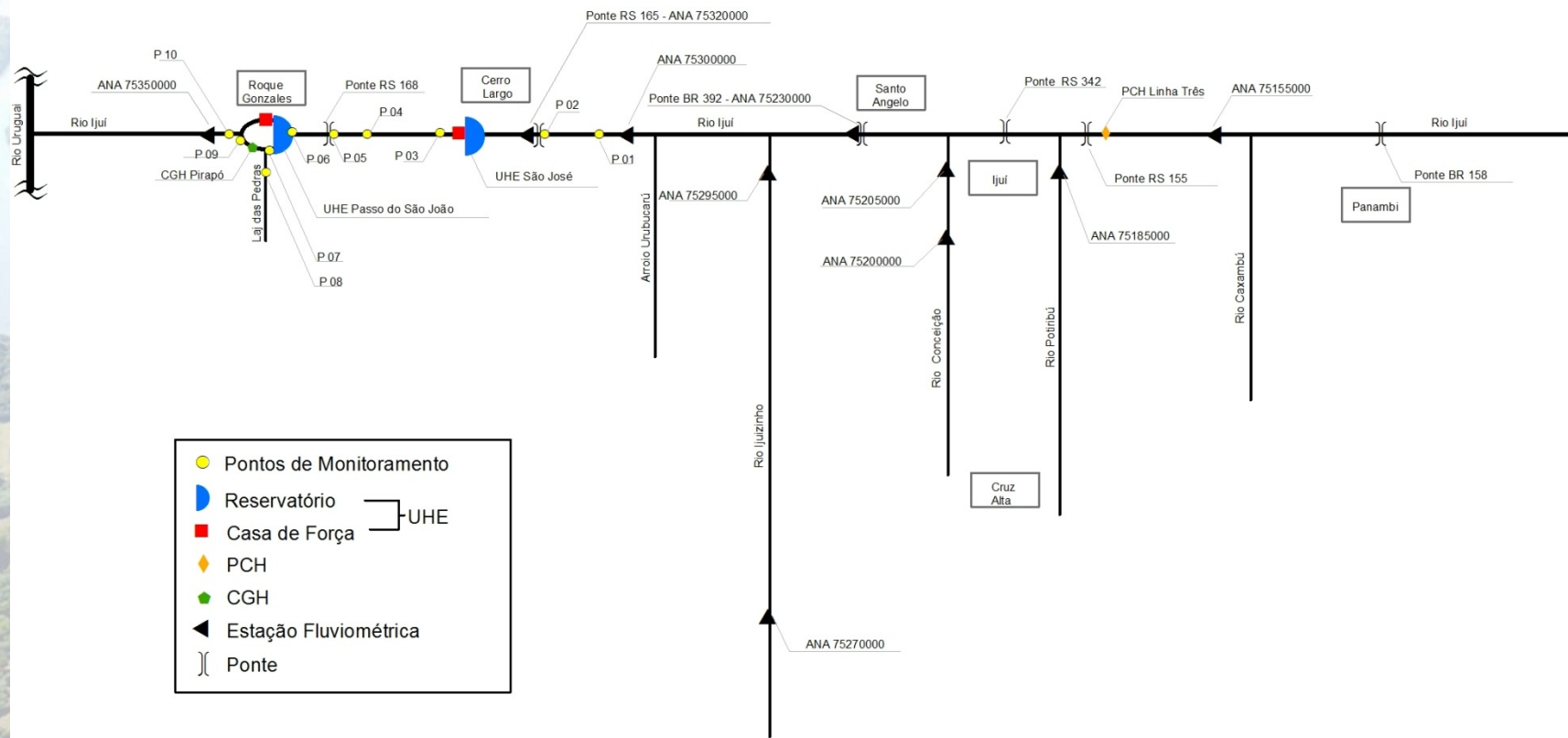
FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA POR USINA HIDRELÉTRICA

Gerado Lopes da Silveira (Professor UFSM)

Régis Leandro Lopes da Silva (PPGEC UFSM)

Arci Dirceu Wastowski (Professor UFSM)





Vazão Efluente

Vazão Afluente

Vazão Turbinada

Vazão Reduzida



Objetivo Geral

- Avaliar o impacto regional na qualidade da água pela inserção de complexo hidrelétrico.

• Observação: a LO nº 817/2012-DL (UHE Passo do São João) e a LO nº 7750/2010-DL (UHE São José) estabelecem que a qualidade da água APÓS a implantação das usinas não deve decair em relação a situação anterior (Classe 2).



A UHE Passo do São João e São José



UHE São José (Montante)

Potência Instalada

51 MW

6 comportas segmento

2 turbinas Kaplan

Área de alagade 23 km²



UHE Passo do São João (Jusante)

Potência Instalada 77 MW

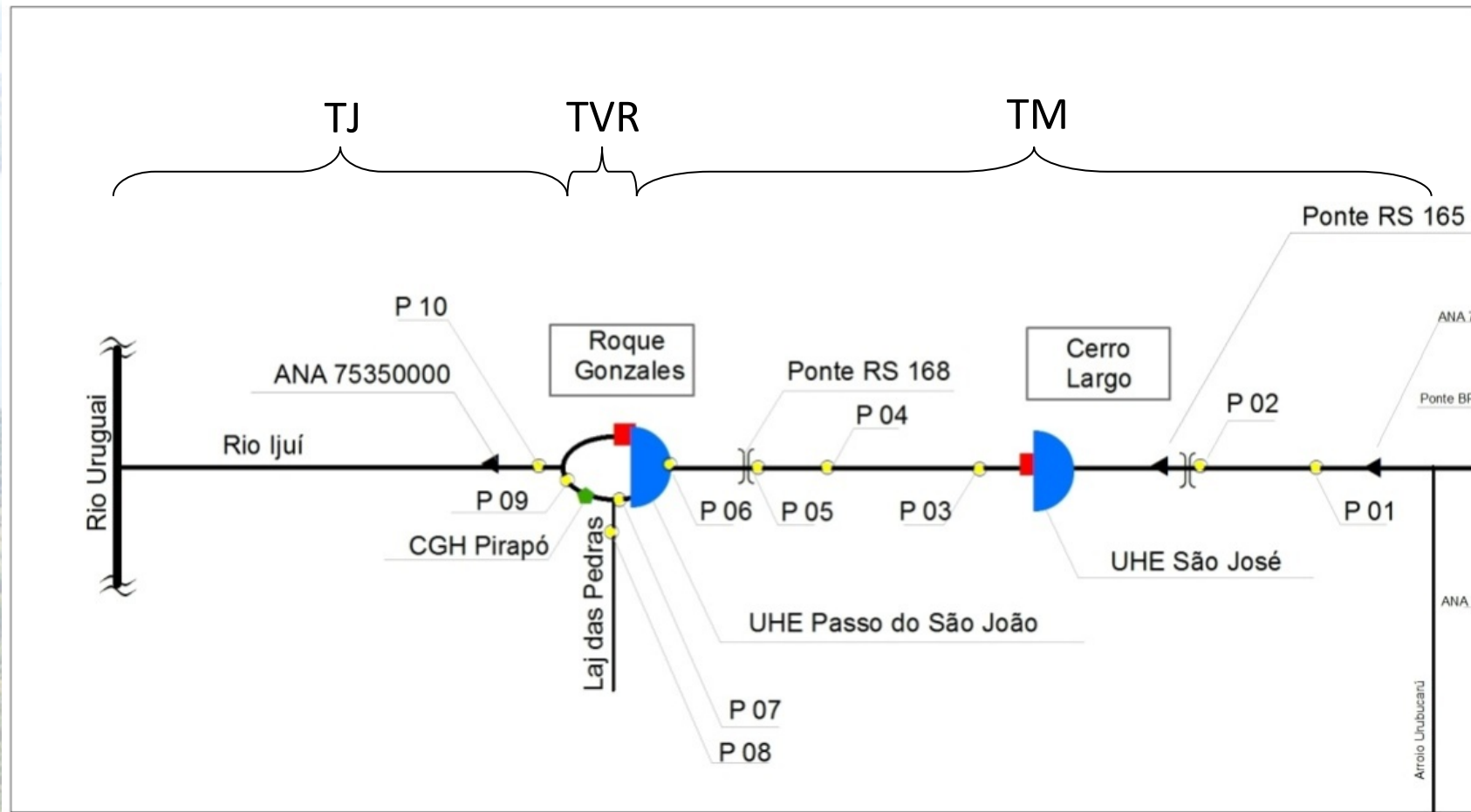
6 comportas segmento

2 turbinas Kaplan

Área de alagade 20 km²

Trecho de vazão reduzida de
4 km

Contexto Regional e Pontos de Monitoramento



Monitoramento

Aquaprobe AP 900

Eletrodo combinado de Condutividade Elétrica (CE), Temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD). A temperatura é medida dentro do eletrodo e usada em todo o sistema para correções e visualização no display.

A condutividade elétrica é medida utilizando a técnica de frequência variável em 4 anéis, para garantir leituras estáveis ao longo do tempo e com uma amplitude maior.

O Oxigênio Dissolvido é medido usando um sensor óptico inovador que requer pouca manutenção e não necessita de calibração frequente. Este sensor não necessita de eletrólito líquido, e suas medições são corrigidas em função da pressão atmosférica, salinidade e temperatura.



No modelo AP 1000 a profundidade é medida por um sensor interno de pressão, que corrige a medida automaticamente em função da temperatura e salinidade.

Eletrodo de Turbidez receptor. Pulsos de raios infravermelho são emitidos do eletrodo de Turbidez transmissor, que fica no outro lado da sonda, entram em contato com as partículas suspensas na água, são dispersos em um ângulo de 90°, e são coletados por este receptor.

Eletrodo combinado de pH e ORP, com resina intercambiável e cheio de gel. Todas as medições de pH são automaticamente corrigidas em função da temperatura.

Eletrodo de Turbidez transmissor. Este eletrodo emite pulsos de um feixe estreito de luz infravermelha, através do centro da sonda, para o eletrodo de Turbidez receptor.





Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água

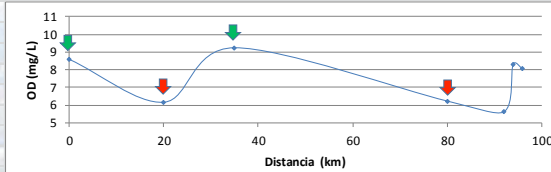
9 campanhas

No ano de 2012



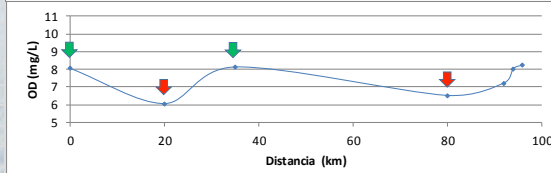
16/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	25,2	8,58
Km 20 - Reserv. UHE São José	26,2	6,16
Km 35 - Jus. UHE São José	25,9	9,24
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	25,1	6,23
Km 92 - Montante Salto	25,7	5,61
Km 94 - Jusante Salto	25,7	8,31
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	24,5	8,04



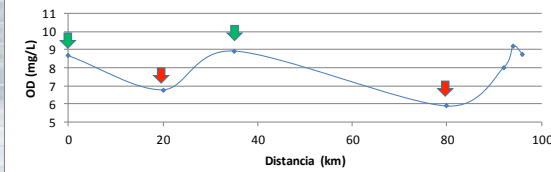
23/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	23,6	8,04
Km 20 - Reserv. UHE São José	23,4	6,06
Km 35 - Jus. UHE São José	23,4	8,13
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	24,4	6,52
Km 92 - Montante Salto	25	7,22
Km 94 - Jusante Salto	25,3	8,03
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	25,4	8,24



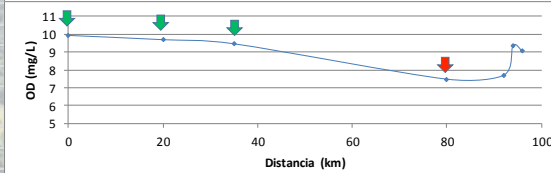
30/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19	8,67
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,8	6,78
Km 35 - Jus. UHE São José	21,1	8,93
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	21,1	5,88
Km 92 - Montante Salto	22	8,02
Km 94 - Jusante Salto	22,2	9,2
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	21,6	8,76



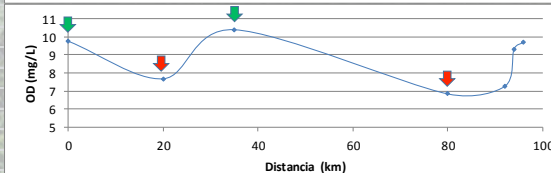
07/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,9	9,93
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,5	9,69
Km 35 - Jus. UHE São José	20	9,46
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,5	7,48
Km 92 - Montante Salto	21,1	7,7
Km 94 - Jusante Salto	21,7	9,36
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,7	9,04



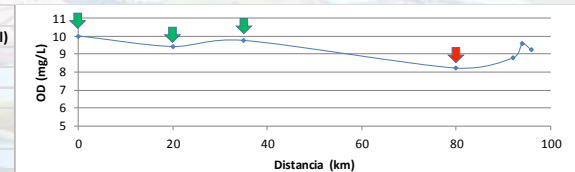
14/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,1	9,76
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,2	7,68
Km 35 - Jus. UHE São José	20,4	10,4
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,2	6,84
Km 92 - Montante Salto	20,8	7,25
Km 94 - Jusante Salto	20,9	9,33
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,9	9,7



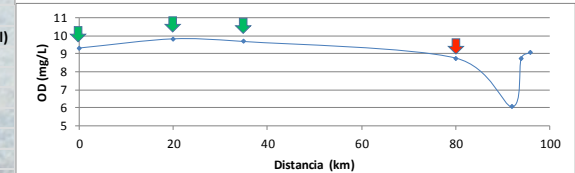
21/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,5	10,02
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,5	9,43
Km 35 - Jus. UHE São José	19,2	9,77
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20	8,23
Km 92 - Montante Salto	20,9	8,79
Km 94 - Jusante Salto	21,1	9,57
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,2	9,23



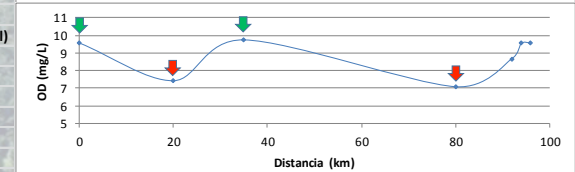
28/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	21,3	9,33
Km 20 - Reserv. UHE São José	21,1	9,84
Km 35 - Jus. UHE São José	21,2	9,69
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,6	8,77
Km 92 - Montante Salto	20,8	6,05
Km 94 - Jusante Salto	21,4	8,76
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	22,2	9,08



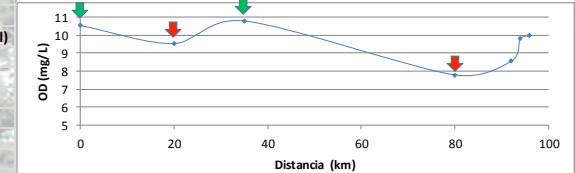
04/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	18,9	9,56
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,1	7,42
Km 35 - Jus. UHE São José	19,3	9,74
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	19,5	7,08
Km 92 - Montante Salto	20,2	8,67
Km 94 - Jusante Salto	20,1	9,54
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	19,5	9,57



11/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	14,9	10,54
Km 20 - Reserv. UHE São José	16,4	9,54
Km 35 - Jus. UHE São José	17,3	10,8
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	16,6	7,79
Km 92 - Montante Salto	17,7	8,55
Km 94 - Jusante Salto	17,9	9,81
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	18,2	9,97



Perfis longitudinais das concentrações de oxigênio dissolvido

Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água

Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido

Regime Lótico



Oxigenação por:
difusão molecular e
turbulência



Maiores concentrações de OD

Regime Lêntico



Oxigenação por:
difusão molecular



Menores concentrações de OD



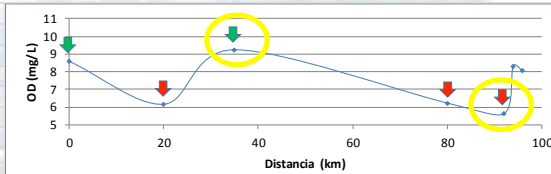
Degradação de Matéria Orgânica

Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água

Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido

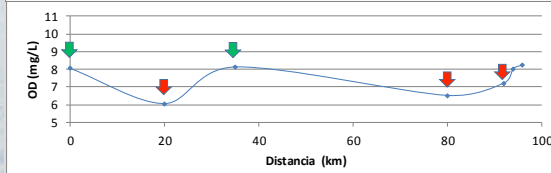
16/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	25,2	8,58
Km 20 - Reserv. UHE São José	26,2	6,16
Km 35 - Jus. UHE São José	25,9	9,24
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	25,1	6,23
Km 92 - Montante Salto	25,7	5,61
Km 94 - Jusante Salto	25,7	8,31
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	24,5	8,04



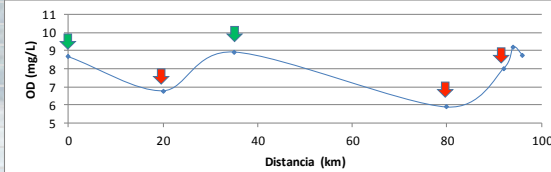
23/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	23,6	8,04
Km 20 - Reserv. UHE São José	23,4	6,06
Km 35 - Jus. UHE São José	23,4	8,13
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	24,4	6,52
Km 92 - Montante Salto	25	7,22
Km 94 - Jusante Salto	25,3	8,03
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	25,4	8,24



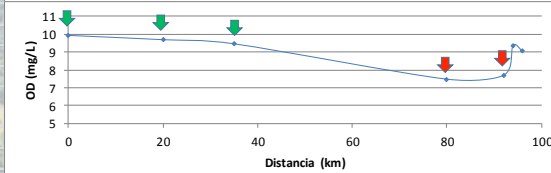
30/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19	8,67
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,8	6,78
Km 35 - Jus. UHE São José	21,1	8,93
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	21,1	5,88
Km 92 - Montante Salto	22	8,02
Km 94 - Jusante Salto	22,2	9,2
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	21,6	8,76



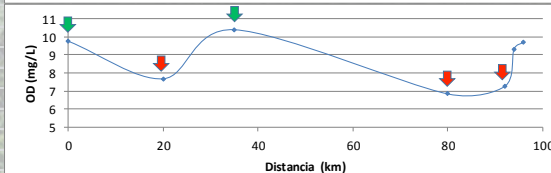
07/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,9	9,93
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,5	9,69
Km 35 - Jus. UHE São José	20	9,46
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,5	7,48
Km 92 - Montante Salto	21,1	7,7
Km 94 - Jusante Salto	21,7	9,36
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,7	9,04



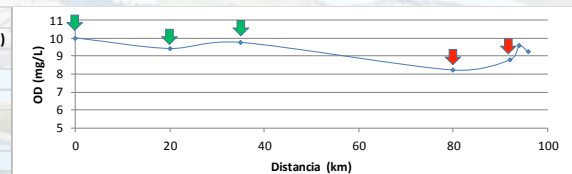
14/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,1	9,76
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,2	7,68
Km 35 - Jus. UHE São José	20,4	10,4
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,2	6,84
Km 92 - Montante Salto	20,8	7,25
Km 94 - Jusante Salto	20,9	9,33
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,9	9,7



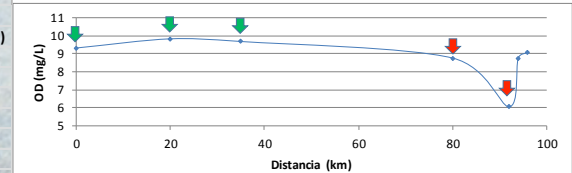
21/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,5	10,02
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,5	9,43
Km 35 - Jus. UHE São José	19,2	9,77
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20	8,23
Km 92 - Montante Salto	20,9	8,79
Km 94 - Jusante Salto	21,1	9,57
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,2	9,23



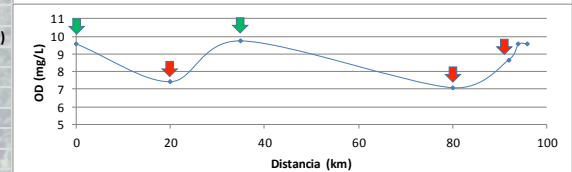
28/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	21,3	9,33
Km 20 - Reserv. UHE São José	21,1	9,84
Km 35 - Jus. UHE São José	21,2	9,69
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,6	8,77
Km 92 - Montante Salto	20,8	6,05
Km 94 - Jusante Salto	21,4	8,76
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	22,2	9,08



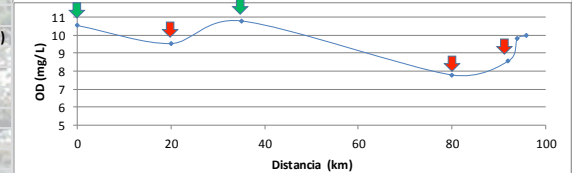
04/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	18,9	9,56
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,1	7,42
Km 35 - Jus. UHE São José	19,3	9,74
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	19,5	7,08
Km 92 - Montante Salto	20,2	8,67
Km 94 - Jusante Salto	20,1	9,54
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	19,5	9,57



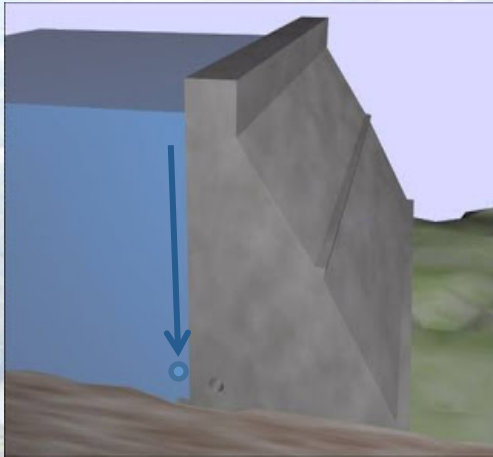
11/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	14,9	10,54
Km 20 - Reserv. UHE São José	16,4	9,54
Km 35 - Jus. UHE São José	17,3	10,8
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	16,6	7,79
Km 92 - Montante Salto	17,7	8,55
Km 94 - Jusante Salto	17,9	9,81
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	18,2	9,97



Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água

Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido



UHE São José (Montante)



UHE Passo do São João (Jusante)





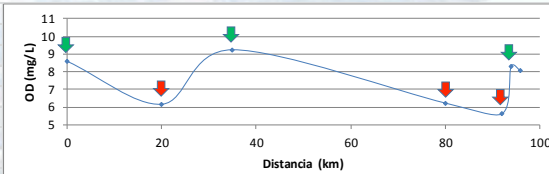
Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água



Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido

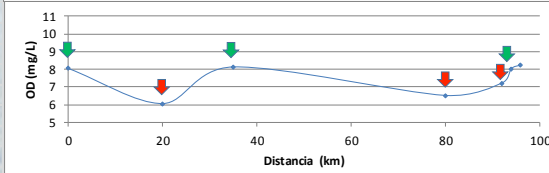
16/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	25,2	8,58
Km 20 - Reserv. UHE São José	26,2	6,16
Km 35 - Jus. UHE São José	25,9	9,24
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	25,1	6,23
Km 92 - Montante Salto	25,7	5,61
Km 94 - Jusante Salto	25,7	8,31
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	24,5	8,04



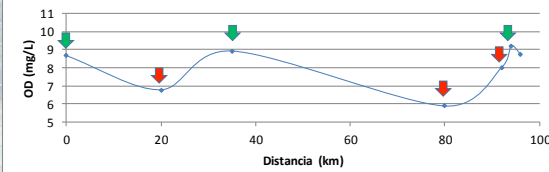
23/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	23,6	8,04
Km 20 - Reserv. UHE São José	23,4	6,06
Km 35 - Jus. UHE São José	23,4	8,13
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	24,4	6,52
Km 92 - Montante Salto	25	7,22
Km 94 - Jusante Salto	25,3	8,03
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	25,4	8,24



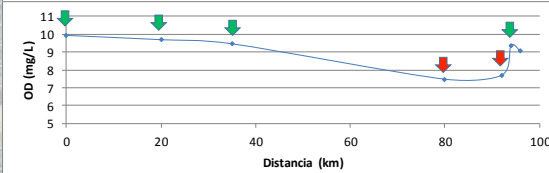
30/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19	8,67
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,8	6,78
Km 35 - Jus. UHE São José	21,1	8,93
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	21,1	5,88
Km 92 - Montante Salto	22	8,02
Km 94 - Jusante Salto	22,2	9,2
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	21,6	8,76



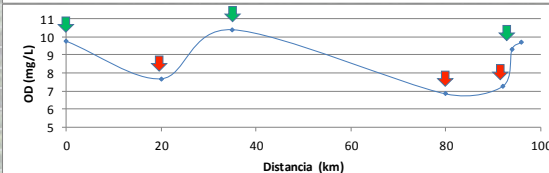
07/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,9	9,93
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,5	9,69
Km 35 - Jus. UHE São José	20	9,46
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,5	7,48
Km 92 - Montante Salto	21,1	7,7
Km 94 - Jusante Salto	21,7	9,36
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,7	9,04



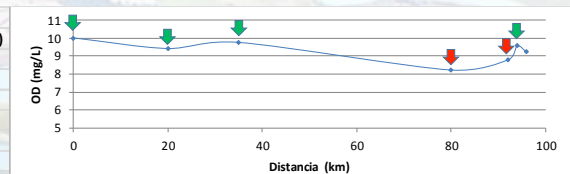
14/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,1	9,76
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,2	7,68
Km 35 - Jus. UHE São José	20,4	10,4
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,2	6,84
Km 92 - Montante Salto	20,8	7,25
Km 94 - Jusante Salto	20,9	9,33
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,9	9,7



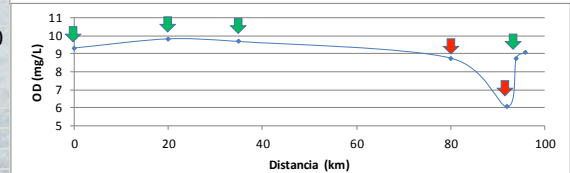
21/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,5	10,02
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,5	9,43
Km 35 - Jus. UHE São José	19,2	9,77
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20	8,23
Km 92 - Montante Salto	20,9	8,79
Km 94 - Jusante Salto	21,1	9,57
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,2	9,23



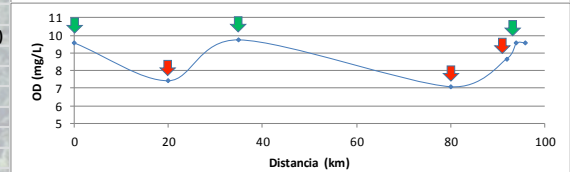
28/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	21,3	9,33
Km 20 - Reserv. UHE São José	21,1	9,84
Km 35 - Jus. UHE São José	21,2	9,69
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,6	8,77
Km 92 - Montante Salto	20,8	6,05
Km 94 - Jusante Salto	21,4	8,76
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	22,2	9,08



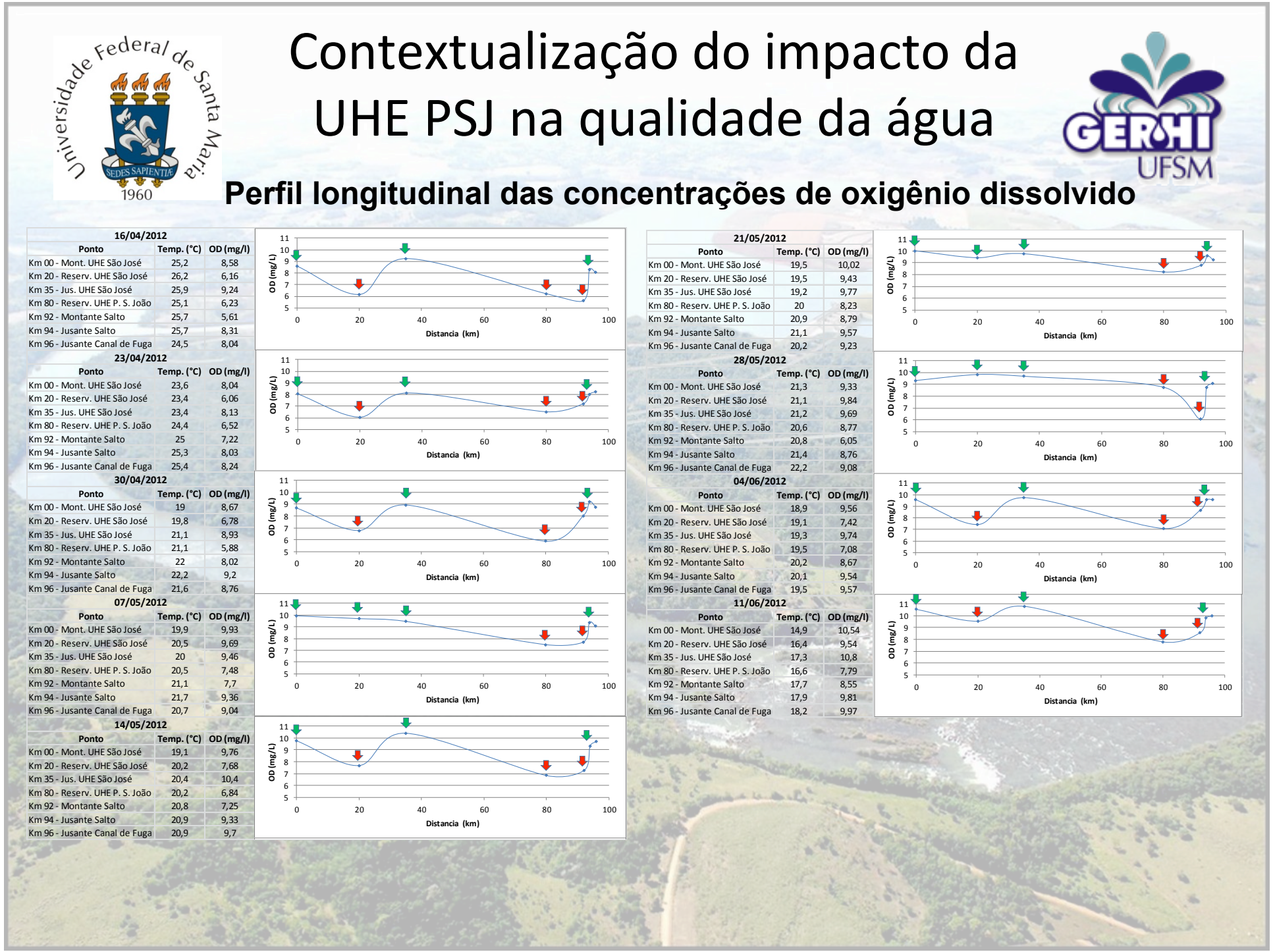
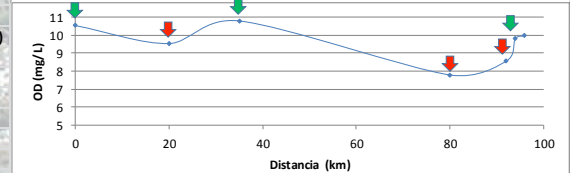
04/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	18,9	9,56
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,1	7,42
Km 35 - Jus. UHE São José	19,3	9,74
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	19,5	7,08
Km 92 - Montante Salto	20,2	8,67
Km 94 - Jusante Salto	20,1	9,54
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	19,5	9,57



11/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	14,9	10,54
Km 20 - Reserv. UHE São José	16,4	9,54
Km 35 - Jus. UHE São José	17,3	10,8
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	16,6	7,79
Km 92 - Montante Salto	17,7	8,55
Km 94 - Jusante Salto	17,9	9,81
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	18,2	9,97





Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água



Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido



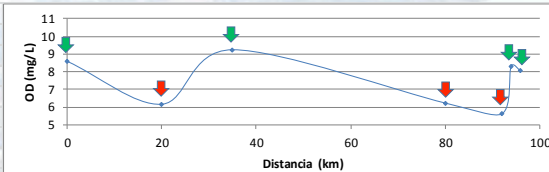
Alta turbulência = alta oxigenação

Contextualização do impacto da UHE PSJ na qualidade da água

Perfil longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido

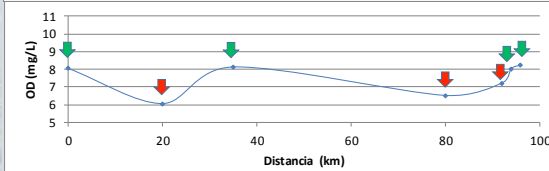
16/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	25,2	8,58
Km 20 - Reserv. UHE São José	26,2	6,16
Km 35 - Jus. UHE São José	25,9	9,24
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	25,1	6,23
Km 92 - Montante Salto	25,7	5,61
Km 94 - Jusante Salto	25,7	8,31
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	24,5	8,04



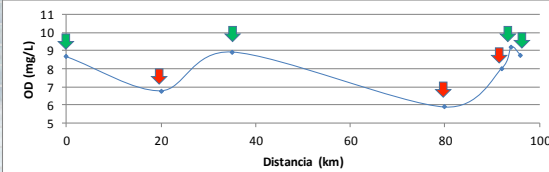
23/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	23,6	8,04
Km 20 - Reserv. UHE São José	23,4	6,06
Km 35 - Jus. UHE São José	23,4	8,13
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	24,4	6,52
Km 92 - Montante Salto	25	7,22
Km 94 - Jusante Salto	25,3	8,03
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	25,4	8,24



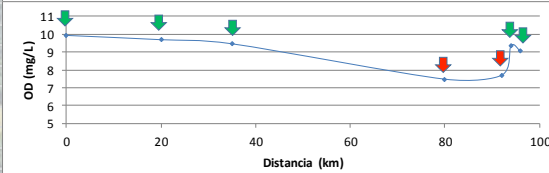
30/04/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19	8,67
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,8	6,78
Km 35 - Jus. UHE São José	21,1	8,93
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	21,1	5,88
Km 92 - Montante Salto	22	8,02
Km 94 - Jusante Salto	22,2	9,2
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	21,6	8,76



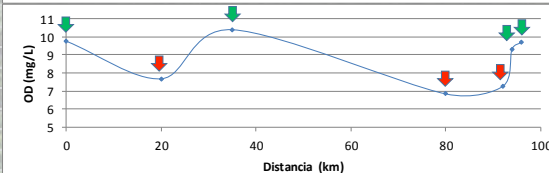
07/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,9	9,93
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,5	9,69
Km 35 - Jus. UHE São José	20	9,46
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,5	7,48
Km 92 - Montante Salto	21,1	7,7
Km 94 - Jusante Salto	21,7	9,36
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,7	9,04



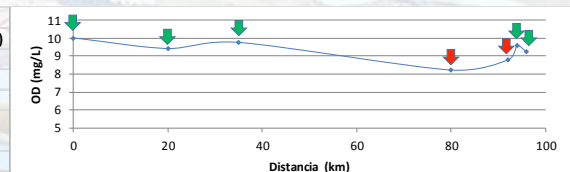
14/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,1	9,76
Km 20 - Reserv. UHE São José	20,2	7,68
Km 35 - Jus. UHE São José	20,4	10,4
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,2	6,84
Km 92 - Montante Salto	20,8	7,25
Km 94 - Jusante Salto	20,9	9,33
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,9	9,7



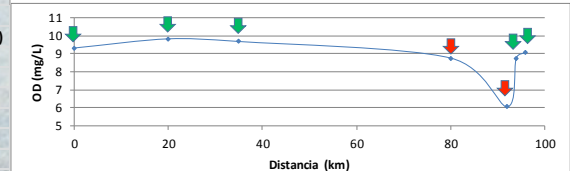
21/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	19,5	10,02
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,5	9,43
Km 35 - Jus. UHE São José	19,2	9,77
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20	8,23
Km 92 - Montante Salto	20,9	8,79
Km 94 - Jusante Salto	21,1	9,57
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	20,2	9,23



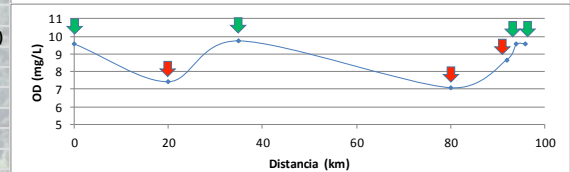
28/05/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	21,3	9,33
Km 20 - Reserv. UHE São José	21,1	9,84
Km 35 - Jus. UHE São José	21,2	9,69
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	20,6	8,77
Km 92 - Montante Salto	20,8	6,05
Km 94 - Jusante Salto	21,4	8,76
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	22,2	9,08



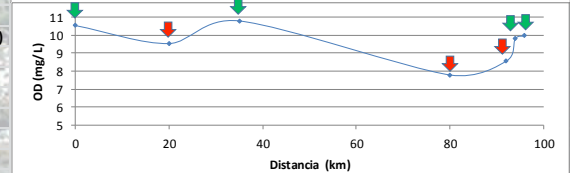
04/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	18,9	9,56
Km 20 - Reserv. UHE São José	19,1	7,42
Km 35 - Jus. UHE São José	19,3	9,74
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	19,5	7,08
Km 92 - Montante Salto	20,2	8,67
Km 94 - Jusante Salto	20,1	9,54
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	19,5	9,57



11/06/2012

Ponto	Temp. (°C)	OD (mg/l)
Km 00 - Mont. UHE São José	14,9	10,54
Km 20 - Reserv. UHE São José	16,4	9,54
Km 35 - Jus. UHE São José	17,3	10,8
Km 80 - Reserv. UHE P. S. João	16,6	7,79
Km 92 - Montante Salto	17,7	8,55
Km 94 - Jusante Salto	17,9	9,81
Km 96 - Jusante Canal de Fuga	18,2	9,97





Conclusões e Recomendações



- As concentrações de OD sofrem alterações importantes no percurso, principalmente no TVR, porém não são inferiores aos limites mínimos previstos nas licenças de operação das usinas.
- Essas reduções de OD reforçam a recomendação da ênfase em uma ferramenta de controle que permita o alerta à tomada de decisão em períodos críticos. (*Monitoramento em tempo real ou quase real*).



Agradecimentos:

UFSM
MCT/CT-Hidro/FINEP
ELETROSUL

*Régis Leandro Lopes da Silva
Engenheiro Ambiental
CREA RS 174472
regisllsilva@gmail.com*