



Avaliação da qualidade da água antes e durante a implantação de uma PCH

**Vania Elisabete Schneider¹, Maicon Basso dos Santos², Denise Paresin³,
Taison Anderson Bortolin⁴, Tiago Panizzon⁵.**

¹Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul(veschnei@ucs.br)

²Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (mbsantos8@ucs.br)

³Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul
(deniseperesin@gmail.com)

⁴Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul
(taisonbortolin@yahoo.com.br)

⁵Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (tpanizzo@ucs.br)

Resumo

Apesar de não serem consideradas obras de grande impacto, a implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) deve ser acompanhada já que altera diversos fatores físico-químicos do recurso hídrico onde vai ser instalada. Assim o objetivo deste estudo foi analisar o impacto na qualidade da água no trecho de influência de uma PCH localizada na Serra Gaúcha, antes e durante a sua implantação, conforme o enquadramento definido para esta sub-bacia hidrográfica. Para isso foram coletadas amostras da água em 4 pontos localizados a montante e a jusante do reservatório, em 4 campanhas semestrais - antes e durante as obras de construção. Em geral, no trecho avaliado, os resultados indicaram uma boa qualidade do Rio Lajeado Grande mantendo adequadas concentrações de oxigênio dissolvido e concentrações relativamente baixas de material orgânico, sólidos e nutrientes, com a maior parte dos parâmetros estando enquadrados dentro da Classes 1, segundo a Resolução Conama nº 357/05, com exceção de alguns pontos e campanhas cujos valores DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido em resolução. É importante que o trecho continue sendo monitorado, buscando evidenciar as alterações, analisando o comportamento da qualidade da água na continuidade das obras e após a finalização, para que sejam identificados quais os impactos são resultantes do barramento e os que são decorrentes das atividades exercidas a montante do empreendimento.

Palavras-chave: recursos hídricos, qualidade da água, energia hidrelétrica, barramento.

Área Temática: XI - Recursos Hídricos

Evaluation to water quality before and during deployment of a small hydroelectric plant

Abstract

Although not considered works of great impact in the implementation of Small Hydro Power (SHP) must be accompanied already amending various physical and chemical factors of water resources where they will be installed. So the aim of this study was to analyze the impact on water quality in the stretch of influence of SHP located in Gaucha saw, before and during its implementation, as the framework established for this sub-basin. For that water



samples were collected at four points located upstream and downstream of the reservoir, in 4 semi-annual campaigns - before and during the construction works. In general, the assessed section, the results indicated a good quality Lajeado Grande river maintaining adequate dissolved oxygen concentrations and relatively low concentrations of organic material, solids and nutrients, with most of the parameters being framed within the Classes 1, according to CONAMA Resolution No. 357/05, except for some points and campaigns whose BOD values, total phosphorus and fecal coliform were above the limits laid down in resolution. It is important that the stretch remains monitored to disclosing changes, analyzing the water quality behavior in the continuity of works and after completion so that the impacts are the result of the bus are identified and those arising from activities exercised amount of the enterprise.

Key words: water resources, water quality, hydropower, dam.

Theme Area: XI - Water Resources

1 Introdução

Devido à grande expansão econômica na qual o Brasil vem passando nos últimos anos, a inovação e incremento das fontes de energia são necessários de forma a acompanhar tal desenvolvimento. No Brasil segundo ANEEL (2015) as fontes mais exploradas são: usina hidrelétrica (UHE) que corresponde a 61,42% da exploração, usina termelétrica (UTE) correspondente a 28,58% e pequena central hidrelétrica (PCH), cuja participação na geração de energia é de 3,47%. No estado do Rio Grande do Sul, há 115 empreendimentos de fonte geradora hidráulica, gerando 5.405.048 kW sendo 50 PCH's em operação, chegando a 559.393 kW ou um percentual de 6,13% da produção estadual. Na Serra Gaúcha, local deste estudo, são 15 PCH's em operação e potencial outorgado de 291.146 kW, além de 2 que estão em construção com potencial energético de 34.102 kW(ANNEEL, 2015).

De acordo com Borges e Meira (2009), na maioria das vezes as estruturas de uma PCH são instaladas em regiões que apresentam relevo com grande diferença de cota (cânions) ou regiões com cachoeiras, porém essa interferência no meio ambiente pode causar grandes impactos ambientais, como por exemplo, o acúmulo de nutrientes no barramento (CRUZ E FABRIZY, 1995), a diminuição de forma significativa da vazão da água na cachoeira e secando parcialmente o leito do rio (BORGES E MEIRA, 2009). Com a construção do barramento, há a transformação abrupta do ambiente lótico para lêntico, provocando alterações nos regimes dos rios e consideravelmente desequilíbrio na estrutura físico-químico e hidrobiológica no meio aquático, causando significativo impacto ambiental, a montante e a jusante do barramento (BASTOS, 1998). Segundo Ortiz (2005), há uma evidência que a construção de uma PCH pode causar menor impacto do que uma grande central hidrelétrica, porém dentro das especificidades socioambientais de uma região, pode infligir impactos muito graves e irreversíveis para um bioma determinado e para as populações que nele e dele vivem. As pequenas centrais hidrelétricas merecem atenção por parte dos profissionais que atuam na área ambiental, pois apesar de não configurar grande impacto ambiental, podem se tornar um grande problema, semelhante ao de grandes usinas hidrelétricas se não for um estudo ambiental detalhado (VAINER, 2007).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005), classifica as águas doces segundo os principais usos a que se destinam. O uso de geração hidrelétrica não é contemplado pela referida Resolução, entretanto devem ser controladas as substâncias presentes na água que afetam a durabilidade dos



equipamentos (ex: turbinas) e causem eutrofização ou assoreamento do reservatório (ANA, 2010).

Com base no exposto, este estudo tem como objetivo analisar o impacto na qualidade da água no trecho de influência de uma PCH localizada na Serra Gaúcha, antes e durante a sua implantação, conforme o enquadramento definido para esta sub-bacia hidrográfica.

2 Materiais e Métodos

Nesta seção será apresentada a caracterização do local de estudo, bem como os procedimentos metodológicos.

2.1 Caracterização do local de estudo e periodicidade

O reservatório da PCH em estudo localiza-se no Rio Lajeado Grande, distrito de Cazuza Ferreira no município de São Francisco de Paula, distante 70,5 Km de Caxias do Sul que é a maior cidade da região. O Rio Lajeado Grande tem sua nascente no município de São Francisco de Paula, localizada a uma altitude de 950 metros, percorrendo 100 km até desaguar no Rio das Antas (FERRI E TOGNI, 2012). Este mesmo rio está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.

Para a amostragem da qualidade das águas do Rio Lajeado Grande, referente ao trecho a ser afetado pela implantação da PCH em estudo, elaborou-se uma rede de monitoramento considerando os possíveis pontos de influência do empreendimento. Foram escolhidos 4 (quatro) pontos de amostragem (Figura 1), cujas características e localização são apresentadas no Quadro 1.

Figura 1- Localização dos pontos de coleta e barramento.

Quadro 1- Identificação e descrição dos pontos.

Ponto	Descrição
1	Montante do barramento: Esse ponto localiza-se próximo à ponte que cruza o Rio Lajeado Grande. Localizado nas coordenadas geográfica 29°1'27.03082" S e 21°43'34.75915" W.
2	Barramento: Este ponto está localizado junto à antiga barragem, nas coordenadas 29°1'16.76285" S e 21° 43'50.79356" W.
3	Jusante do barramento: Este ponto localiza-se cerca de 200 m. após o antigo e futuro barramento. Localizado nas coordenadas 29°1'10.68471" S e 21°43'49.84816" W.
4	Canal de fuga: Este ponto situa-se cerca de 200 m. após o Cachoeirão, sendo localizado próximo ao futuro canal de fuga da barragem. Localizado nas coordenadas 29°1'13.4" S e 21°44'3.8" W.

Foram realizadas quatro campanhas de amostragens, antes e durante as obras de construção. A seguir são descritas as fases em que se encontrava a obra em cada campanha: 1º campanha - abril de 2014: nenhuma obra de construção da PCH havia iniciado; 2º campanha - outubro de 2014: foram instaladas as enscadeiras para a construção do barramento, além de iniciada a abertura de estradas do canteiro de obras e a construção da casa de máquinas; 3º campanha - abril de 2015: a construção do barramento já estava concluída, iniciou a movimentação do solo na área do reservatório e estava em execução as obras da casa de máquinas e adutora; 4º campanha - outubro de 2015: as obras já estavam em fase de finalização e havia ocorrido o alargamento das margens do reservatório.

2.2 Amostragem e metodologia de análise

As amostras foram coletadas na superfície laminar do rio, seguindo as orientações descritas pela NBR nº 9.898 (ABNT, 1987) e pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). Os frascos da coleta foram acondicionados em recipiente apropriado e mantido sob refrigeração a 4°C até ser iniciado os testes em laboratório. Na Tabela 1 são



apresentados os parâmetros analisados neste estudo, bem como a metodologia e limite de detecção.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos e biológicos utilizados na caracterização das águas superficiais do Rio Lajeado Grande.

PARÂMETRO	Unidade	METODOLOGIA	LIMITE DE DETECÇÃO
Oxigênio dissolvido (OD)	mg O ₂ /L	Oxímetro – Insite IG Model 3100	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-Método 9221-E [LAPAM PE 042]	1,8
Demanda química de oxigênio (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-Método 5220-B [LAPAM PE 002]	5
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg O ₂ /L	SMEWW-Método 5210-B [LAPAM PE 023]	1
Nitrogênio total kjeldahl (NTK)	mg NH ₃ -N/L	ABNT 10560:1998 – Método Nessler / [LAPAM PE 006]	0,20
Fósforo total (PT)	mg P/L	SMEWW-Método 4500-P-E [LAPAM PE 019]	0,010
Turbidez (TURB.)	NTU	HORIBA - multiparâmetros	-
Sólidos suspensos totais (103-105°C) (SST)	mg/L	SMEWW-Método 2540-D [LAPAM PE 025]	10,0

Fonte: LAPAM/ISAM (2015).

2.3 Análise dos resultados

Os resultados são apresentados em gráficos e quando contemplados na resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2015) foram avaliados com base nos limites definidos pela mesma, já que a sub-bacia do Rio Lajeado Grande foi enquadrada pela Resolução CRH nº 121/2012 (RIO GRANDE DO SUL, 2013) como de Classe 1.

3 Resultados e Discussão

Serão apresentado os resultados dos parâmetros descritos na tabela 1 nos pontos mostrados na figura 1.

Figura 1: Oxigênio Dissolvido

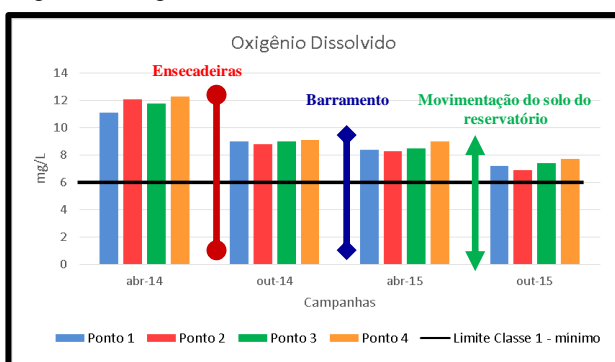
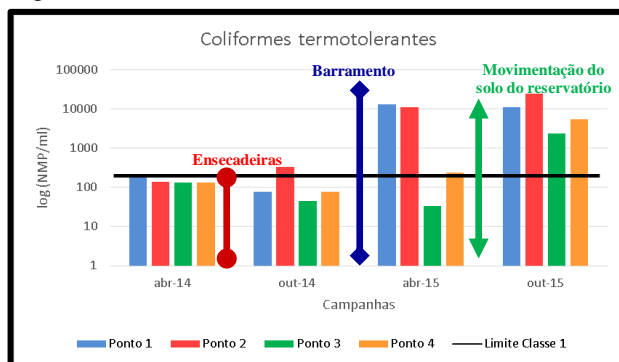


Figura 2: Coliformes Termotolerantes



O oxigênio dissolvido (OD), como pode ser observado na Figura 1, se manteve dentro do limite mínimo para corpos hídricos enquadrados como Classe 1, com valores superiores a 6 mg/L, tanto a montante como a jusante do barramento, contribuindo para manutenção de uma boa aeração do curso da água e boa qualidade da água. Os maiores valores de OD foram observados no ponto 4, localizado à jusante da queda d'água por conta do desnível natural que propicia maior aeração da água. A concentração de OD medido na última campanha foi inferior às três campanhas anteriores em todos os pontos, sendo isto causado pela maior



concentração de material orgânico, evidenciado pelos valores de demanda química de oxigênio (DQO) e nutrientes como nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e fósforo total (PT).

Em relação aos coliformes termotolerantes (Figura 2) apesar do período e número de amostras serem ainda insuficientes para análise do enquadramento das águas do trecho, observa-se que nas duas primeiras campanhas, com exceção do ponto 2 na segunda campanha, o número de coliformes a cada 100 mL foi inferior a 200 nos pontos de amostragem. Enquanto nas duas últimas nos pontos 1 e 2 as concentrações passaram de 10.000 NMP/100 mL, os quais podem estar associados ao transporte e arraste de material fecal de regiões localizadas a montante.

Figura 3: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

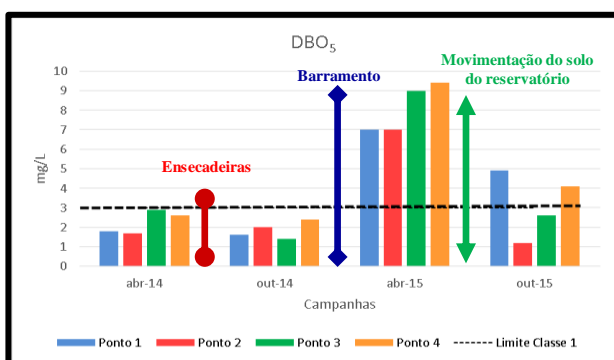
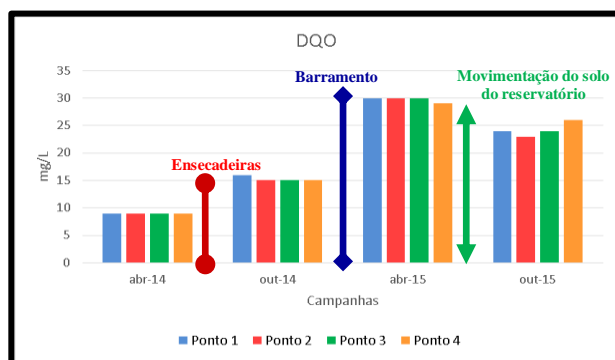


Figura 4: Demanda Química de Oxigênio (DQO)



Na análise dos dados apresentados nas Figuras 3 e 4, observa-se o aumento da concentração de DBO₅ e DQO da 1ª (abril/14) para a 3ª campanha (abril/15) em todos os pontos amostrados, com uma redução das concentrações na última campanha (outubro/15). Na 3ª campanha os valores de DBO₅ estiveram acima de 3 mg/L os quais extrapolam o limite estabelecido para enquadramento de corpos hídricos Classe 1.

Nas 1ª e 2ª campanhas, bem como, nos pontos 2 e 3 na 4ª campanha, os resultados foram inferiores ao limite da Classe 1, mantendo-se no enquadramento proposto para a bacia hidrográfica, onde está localizado o empreendimento. Os valores elevados são resultado das atividades realizadas a montante de pastagens, agricultura e silvicultura, do alto índice pluviométrico nos dias que antecederam a coleta o que contribuiu para o arraste de material orgânico e pela movimentação do solo para a execução da obra.

Outro fator que pode ter contribuído para as variações nas concentrações de DBO₅ e DQO entre os pontos em uma mesma campanha é o local de coleta das amostras. No caso do ponto 1, após o alargamento para a construção do lago e devido a dificuldade de acesso, a coleta nesse ponto passou a ser realizada próxima a margem, podendo alterar de alguma forma a concentração dos parâmetros pela interferência das margens.

Figura 5: Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

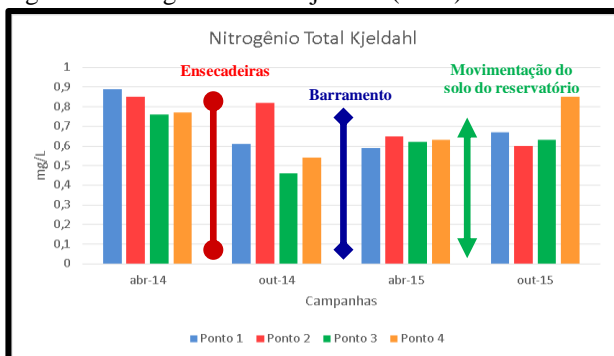
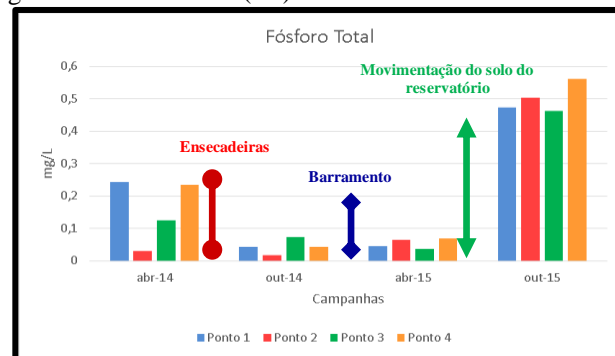


Figura 6: Fósforo Total (PT)





Para o NTK (Figura 5) não são estabelecidos limites pela resolução Conama nº 357, no entanto, tendo em vista que a resolução estabelece limite para nitrogênio amoniacal para a classe 1 no limite de 3,7 mg/l e que este está contemplado na concentração de NTK, é possível afirmar que os valores são baixos. Em relação ao PT (Figura 6) a resolução estabelece valores para a Classe 1 diferenciados em função do ambiente lântico (0,020 mg/L), intermediário (0,025 mg/L) e lótico (0,1 mg/L).

Como os pontos analisados foram mudando suas características com a construção do barramento, optou-se por não inserir linhas dos limites no gráfico, sendo apenas discutido no texto. Na campanha 1 (abril/14) os pontos 1, 3 e 4, considerados lóticos, não atenderam ao limite para PT definido pela resolução Conama nº 357 e na campanha 4 (outubro/15) todos os pontos extrapolaram o limite.

Em relação ao ponto 2 que passou a ser considerado como ambiente intermediário a partir da terceira campanha, os resultados apontaram que na campanha 3 o limite de 0,025 mg/l foi atendido, enquanto na campanha 4 este valor foi extrapolado. A possível explicação para as altas concentrações na última campanha é a precipitação ocorrida nos dias anteriores e o processo de enchimento do lago alcançando as margens ressuspensando assim o fósforo agregado às partículas do solo exposto, em função do alargamento das margens.

Figura 7: Turbidez (TURB.)

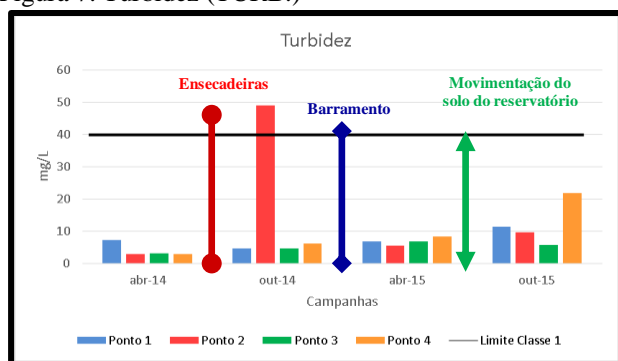
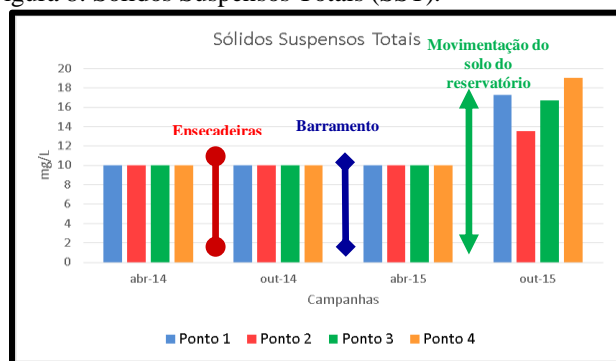


Figura 8: Sólidos Suspensos Totais (SST).



Com relação à Turbidez (Figura 7), com exceção do ponto 2 na segunda campanha, os resultados estiveram dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama para águas de Classe 1, cujo valor é 40 UNT. Este valor atípico pode ser explicado pela movimentação de solo realizada para a limpeza e preparação da área para a formação do lago. Os baixos valores de turbidez estão diretamente associados às concentrações reduzidas de sólidos suspensos totais (Figura 8), que se mantiveram inferiores a 10 mg/L em todos os pontos nas 3 primeiras campanhas. Na última campanha ambos os valores de turbidez e sólidos suspensos totais aumentaram como pode ser visualizado nas Figuras 7 e 8.

4 Conclusão

O Rio estudado representa um sistema lótico, com um curto período de residência e, qualquer alteração que poderá ser diagnosticada representará a qualidade do momento, mascarando as modificações diárias ou por vezes semanais. Lembrando ainda que ao transformar esse sistema lótico em lântico (com a inserção de um barramento) haverá o represamento do recurso hídrico, levando ao acúmulo de matéria orgânica e nutrientes o que ocasionará também, alterações nos parâmetros amostrados.



Em geral, no trecho avaliado, os resultados indicaram uma boa qualidade do Rio Lajeado Grande mantendo adequadas concentrações de oxigênio dissolvido e concentrações relativamente baixas de material orgânico, sólidos e nutrientes, com a maior parte dos parâmetros estando enquadrados entre as Classes 1, segundo a Resolução Conama nº 357/05, com exceção de alguns pontos e campanhas cujos valores DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes estiveram acima do limite estabelecido em resolução.

A *priori* um barramento, com exceção da vegetação afogada, não produz contaminação por si só; apenas armazena e concentra a contaminação gerada sem controle, por diferentes fontes antrópicas da bacia hidrográfica, cuja contribuição pode aumentar quando da presença de fortes chuvas devido ao arraste de material para a calha do rio. É importante que o trecho continue sendo monitorado, buscando evidenciar as alterações, analisando o comportamento da qualidade da água na continuidade das obras e após a finalização, para que sejam identificados quais os impactos são resultantes do barramento e os que são decorrentes das atividades exercidas a montante do empreendimento.

5 Referências

ABNT. **NBR nº 9.898**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 1987.

Agência Nacional de águas. ANA: **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 326 p, 2011.

_____. Enquadramento dos Corpos d'água. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/CursoEnquadramentoPortal2010.pdf>>. Acesso em: outubro 2015.

Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15&idPerfil=2&idiomaAtual=0>>. Acesso em Outubro de 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357/05**. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.

BASTOS, R. K. X. **Impactos da construção de centrais hidrelétricas relacionados com a água: Pressupostos para a avaliação e proposição de medidas mitigadas**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS, 1., 1998, Poços de Caldas. Anais... São Paulo: CMGB, 1998. p.63-75.

BAXTER, R.M. **Environmental effects of dams and impoundments**. Ann. Rev. Ecol. Syst., 8:255-283,1977.

BORGES, R.R.; MEIRA,R.L. **Impactos Socioambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Estudo do Caso PCH- Queluz- SP e Lavrinhas- SP in Paraíba do Sul river**. Cadernos Unifoa, Volta Redonda, edição especial, ago. 2009. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:w5WUW2t7AosJ:web.unifoa.edu.br/cadernos/especiais/pos-graduacao/02/23.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 06 de Dezembro de 2015.



CRUZ, C. H.; FABRIZY. **Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectiva de Uso Múltiplos**. Revista Brasileira de Energia, v.4, n.1, p. 1-7. 1995.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciencia: 1998. 602p.

FERRI, G. A.; TOGNI, A. C. **A história da bacia hidrográfica Taquari-Antas**. Lajeado: Ed. da Univates, 2012.

KAZI, T.G.; ARAIN, M.B.; JAMALI, M.K.; JALBANI, N°; AFRIDI, R.A.; SARFRAZ, J.A.; ABDUL, Q.S. **Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: a case study**. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72, 301-309 pp., 2009.

ORTIZ, L.S. (coord.). **Energias Renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/ Brasil, p.64, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CRH nº121/12**. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 07 jan 2013.

VAINER, C.B. **Recursos Hídricos: Questões Sociais e Ambientais**. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPUR/ UFRJ), 2007.