



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS NA ÁGUA NOS EIXOS DE
CAPTAÇÃO DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM
BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL**

ROSSITER, K. W. L.¹ & MARQUES, E. T.² & SILVA, A.M.R.B.³ &
MORAIS, M. M.⁴

Resumo

A análise de metais pesados é um aspecto bastante relevante na avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano, pois tais elementos, dependendo de sua concentração, causam graves problemas à saúde humana. Para minimizar o problema na demanda de água da região do semiárido nordestino, foi criado o Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, que constará de dois canais de transposição de água: eixos Norte e Leste. Nesta pesquisa foi analisada a concentração dos metais Cd, Pb, Ni, Zn, Cu e Fe nos pontos de captação dos referidos eixos durante os anos de 2012 a 2014 em amostras de superfície e fundo. Dentre os metais analisados, a grande maioria teve resultados abaixo dos limites da Resolução CONAMA 357/2005. Apenas o cobre apresentou valores de mediana superior ao limite da legislação no ponto de captação do Eixo Leste (reservatório de Itaparica) no período seco. Isto sugere novas pesquisas para identificar a causa dos aportes de cobre no reservatório de Itaparica, visando garantir a boa qualidade da água a ser transposta para outras regiões através do Canal Leste.

Palavras-Chave: qualidade de água, metais pesados, rio São Francisco.

¹ Universidade Federal de Pernambuco, doutoranda pelo Departamento de Engenharia Química – DEQ, e-mail: karinawlr@hotmail.com;

² Universidade Federal de Pernambuco, doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, e-mail: erikatmbio@gmail.com ;

³ Universidade Federal de Pernambuco, doutora pelo Departamento de Engenharia Civil, e-mail: amrbsilva@gmail.com;

⁴ Instituto de Ciências da Terra (ICT), Universidade de Évora, Portugal, Professora, e-mail: mmorais@uevora.pt .



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade da água, bem comum, social e estratégico, já se apresenta frágil diante dos diversos usos requeridos. Esta situação é uma consequência direta dos efeitos adversos do crescimento e adensamento populacional, do aumento da produção e da diversificação de bens e serviços, bem como das mudanças climáticas (Salati *et al.*, 2006).

As grandes secas existentes no Nordeste se perduram durante grandes períodos. Para minimizar este problema, o Governo Federal elaborou *O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional*, sob responsabilidade do Ministério da Integração. O objetivo deste projeto é assegurar a oferta de água para 12 milhões de habitantes de 391 municípios do Agreste e do Sertão dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. O projeto se divide em dois grandes eixos, Norte e Leste, sendo o ponto de captação do eixo Norte próximo à cidade de Cabrobó (PE) e o eixo Leste no reservatório de Itaparica (Brasil, 2012).

Ao serem estabelecidas obras que afetem o regime quantitativo dos corpos d'água, a sua qualidade será também afetada, devendo estas questões serem tratadas de forma conjugada. O binômio quantidade e qualidade precisa sempre ser avaliado em qualquer projeto de aproveitamento hídrico, seja uma derivação, captação para abastecimento público, represamento hidroenergético ou lançamento de carga poluente. Logo, também se faz necessária a avaliação da qualidade da água a ser disponibilizada através do *Projeto de Interligação do Rio São Francisco*. Para avaliar e acompanhar a qualidade da água foi implantado um programa de monitoramento, analisando parâmetros previamente definidos em alguns pontos de monitoramento estratégico, inclusive nos pontos de captação dos eixos Norte e Leste, sendo os metais pesados alguns destes parâmetros (Brasil, 2013).

Um parâmetro importante na avaliação da qualidade da água é a concentração de metais pesados. Na natureza, os metais pesados (grupo de elementos químicos com número atômico maior que 20) constituem menos de 1% da composição da litosfera e são elementos traços, na geoquímica. A mudança dos padrões dos metais pesados nos corpos hídricos tem impactos significativos na saúde humana e na biota aquática. Embora sejam comuns na natureza, as atividades humanas têm contribuído para um certo aumento do nível dos metais pesados em muitos dos ecossistemas aquáticos naturais, destacando-se as indústrias e as minerações (Santos *et al.*, 2008).

Sendo a água o principal meio de transporte destes elementos no sistema aquático, e funcionando também como veículo transmissor da contaminação, através do qual o homem pode ser contaminado, é fundamental a monitoração dos níveis de concentração dos metais pesados na água e análises que permitam conhecer seus comportamentos no meio aquoso, objetivando a avaliação do risco a eles associados (Ribeiro *et al.*, 2012).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar os resultados das concentrações dos metais pesados: cádmio, ferro, chumbo, cobre, zinco e níquel nos pontos de captação de água dos eixos do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, comparando com os níveis estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357 (Brasil, 2005).

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área

A bacia hidrográfica do rio São Francisco corresponde a 8% do território brasileiro, com uma área de drenagem de aproximadamente 640.000 km², que representa 7,5% do território nacional; 83% da área da Bacia distribuem-se nos Estados de Minas Gerais e Bahia, 16% nos estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe e, o restante 1%, no Estado de Goiás e Distrito Federal. Aproximadamente 53,8% da área da bacia do rio São Francisco (343.784,1 km²) está incluída no Polígono das Secas. A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui acentuados contrastes socioeconômicos, abrangendo áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica e população bastante dispersa (Medeiros, 2015).

A área da pesquisa está localizada no semiárido nordestino, conforme Figura 1.

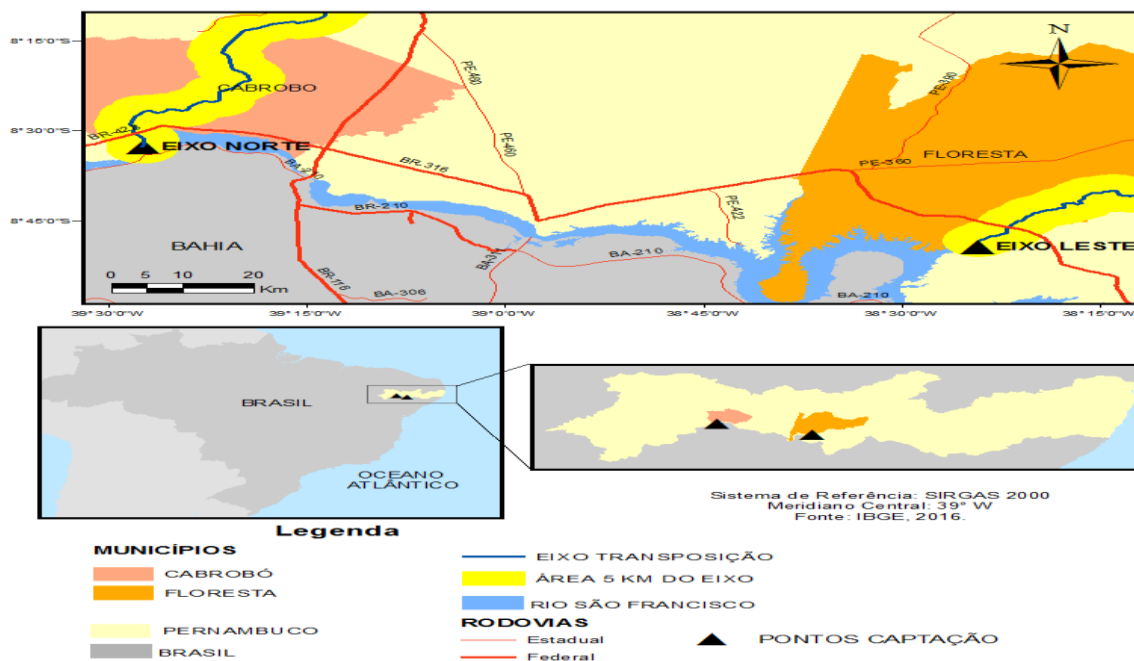


Figura 1: Localização dos pontos de captação do eixo Norte e Leste (Brasil, 2012).

As características naturais conferem à região relações desfavoráveis quanto ao balanço hídrico (oferta x demanda). Altas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, fortes insolações e altas taxas de evapotranspiração, além de baixos índices pluviométricos (inferiores a 800 mm) e regime de chuva irregular resultam em rios com baixa disponibilidade hídrica e até intermitentes. Situações de escassez de água são frequentes na região, durante o prolongado período de seca. Diante disto, ações de gestão estruturantes que minimizem os impactos sociais e econômicos na região são de fundamental importância (ANA, 2014).



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

A integração do rio São Francisco às bacias dos rios temporários do semiárido será possível com a retirada contínua de 26,4 m³/s de água, o equivalente a apenas 1,42% da vazão garantida pela barragem de Sobradinho (1850 m³/s), sendo que 16,4 m³/s (0,88%) seguirão para o Eixo Norte e 10 m³/s (0,54%) para o Eixo Leste, conforme Figura 1 (Melo, 2011).

As amostras foram coletadas na superfície e fundo, em frascos de plásticos limpos, refrigeradas e enviadas ao laboratório. A amostragem ocorreu em oito coletas entre os anos de 2012 a 2014, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Período das Coletas.

Coleta	Ano	Mês	Período
1	2012	Janeiro	Chuvoso
2	2012	Maio	Seco
3	2012	Julho	Seco
4	2012	Novembro	Seco
5	2013	Janeiro	Chuvoso
6	2013	Setembro	Seco
7	2014	Fevereiro	Chuvoso
8	2014	Setembro	Seco

As metodologias de análise seguiram os métodos adotados pela Agência de Proteção ao Meio- Ambiente (EPA), ou *pelo Standard Methods for Water and Wastewater* (APHA SMWW). As metodologias e os respectivos limites de detecção do método se encontram na Tabela 2:

Tabela 2: Metodologias adotadas e respectivos limites de detecção.

Metal	Metodologia	Limite de Detecção
Cádmio	EPA 6010 B/3010 A	0,0005 mg.L ⁻¹ Cd
Chumbo	EPA 6010B/3010 A	0,0050 mg.L ⁻¹ Pb
Cobre	APHA SMWW 21° ed.	0,0010 mg.L ⁻¹ Cu
Ferro	APHA SMWW 21°ed.	0,0100 mg.L ⁻¹ Fe
Níquel	EPA 6010B/3010 A	0,0050 mg.L ⁻¹ Ni
Zinco	APHA SMWW 21° ed.	0,0100 mg.L ⁻¹ Zn

Os resultados foram avaliados e para aqueles metais que apresentaram mais de 10% dos resultados acima do limite de detecção do método adotado, os dados foram analisados estatisticamente através dos gráficos de caixa que identificam: a mediana (valor numérico que separa a metade superior de uma amostra de dados), o quartil inferior (25%) e o quartil superior (75%).

Todos os dados obtidos foram comparados com a Resolução 357 do CONAMA publicada em 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento. A

área de estudo é enquadrada atualmente como Classe 2, sendo este o parâmetro adotado para a avaliação dos resultados desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período das oito coletas realizadas nos dois pontos de monitoramento (captação dos eixos Norte e Leste), entre janeiro de 2012 a setembro de 2014, foram obtidos 31 resultados para cada metal, sendo 16 amostras de superfície e 15 amostras de fundo, conforme Figura 2.

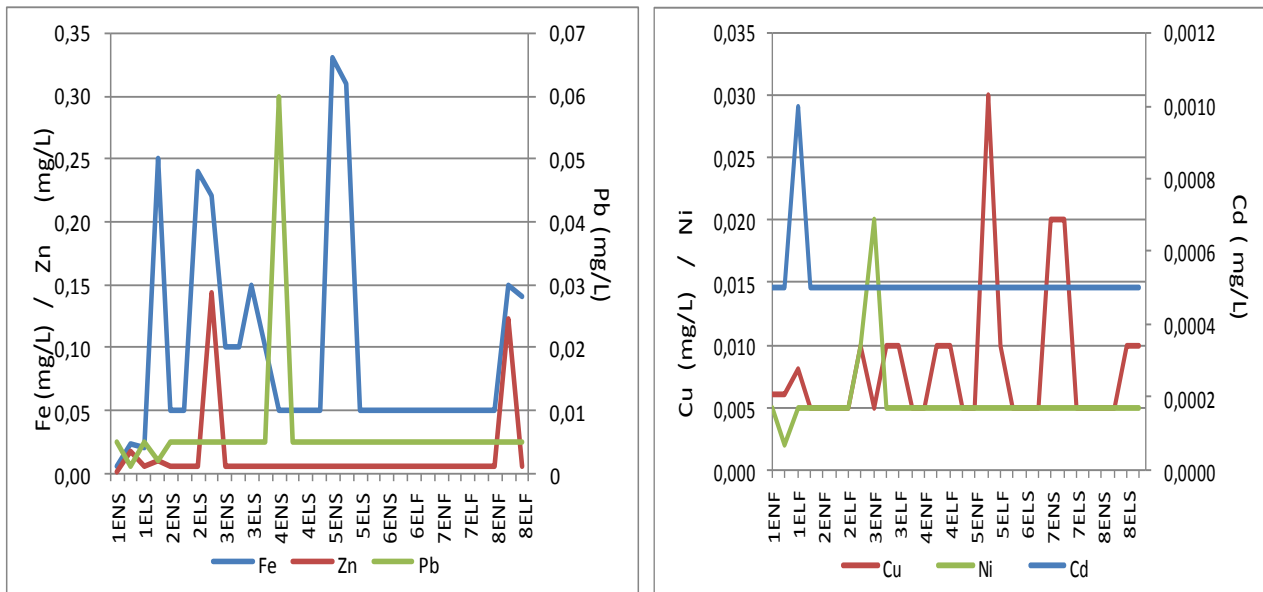


Figura 2: Resultados das concentrações dos metais nos eixo norte(EN) e eixo Leste(EL) nas amostras de superfície e fundo

Após a realização das análises, verificou-se que apenas os metais cobre e ferro apresentaram mais de 10% dos resultados superiores ao limite de detecção do método. Para o cádmio apenas um resultado (Eixo Leste – 1º coleta – amostra fundo), dos 31 resultados foi acima do limite de detecção ($0,0005 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cd}$). Vale salientar que este valor foi inferior ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios da classe 2 ($0,001 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cd}$), o que evidencia a boa qualidade da água em relação a este metal.

O chumbo também apresentou apenas um resultado superior ao limite de detecção do método. Este resultado foi de $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ para amostra de superfície (Eixo Norte – 4ª coleta), sendo acima do limite da Resolução CONAMA 357/2005, que é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Contudo, em função de todos os outros resultados serem baixos, isto pode caracterizar um problema de poluição pontual ou mesmo erro de análise.

O níquel apresentou 9,7% (3) dos resultados acima do limite de detecção, apresentados na Tabela 3. O limite da Resolução CONAMA 357/2005 para o níquel é de $0,025 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Ni}$. Foi verificado que nenhum dos resultados foi acima do limite especificação, o que indica a boa qualidade da área de estudo em relação a este metal.

I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

Tabela 3: Resultados de níquel acima do limite de detecção do método.

Resultado	Resultado (mg.L ⁻¹ Ni)	Local/Coleta/ Amostra	Período
1	0,010	Eixo Norte / 3° Coleta/superfície	Seco
2	0,020	Eixo Norte / 3° Coleta / fundo	Seco
3	0,006	Eixo Leste / 1 ° Coleta/ superfície	Chuvoso

O zinco também apresentou 9,7% (3) dos resultados acima do limite de detecção, sendo eles apresentando na Tabela 4. A especificação da Resolução CONAMA 357/2005 para este metal é de 0,18 mg.L⁻¹ Zn. Através dos resultados, evidencia-se que nenhum dos resultados para o zinco foi acima do limite do CONAMA. Contudo, ressalta-se que os dois maiores valores foram no reservatório do Itaparica (Eixo Leste), o que sugeri que neste ponto deve ser identificado a causa destes valores.

Tabela 4 - Resultados de zinco acima do limite de detecção do método.

Resultado	Resultado (mg.L ⁻¹ Zn)	Local/Coleta/amostra	Período
1	0,017	Eixo Norte/1° Coleta / amostra fundo	Chuvoso
2	0,144	Eixo Leste/ 2° Coleta/ amostra fundo	Seco
3	0,123	Eixo Leste/8° Coleta / amostra superfície	Seco

Os metais cobre e ferro apresentaram mais de 10% dos resultados acima do limite de detecção do método, e foram elaborados os gráficos constantes na Figura 3.

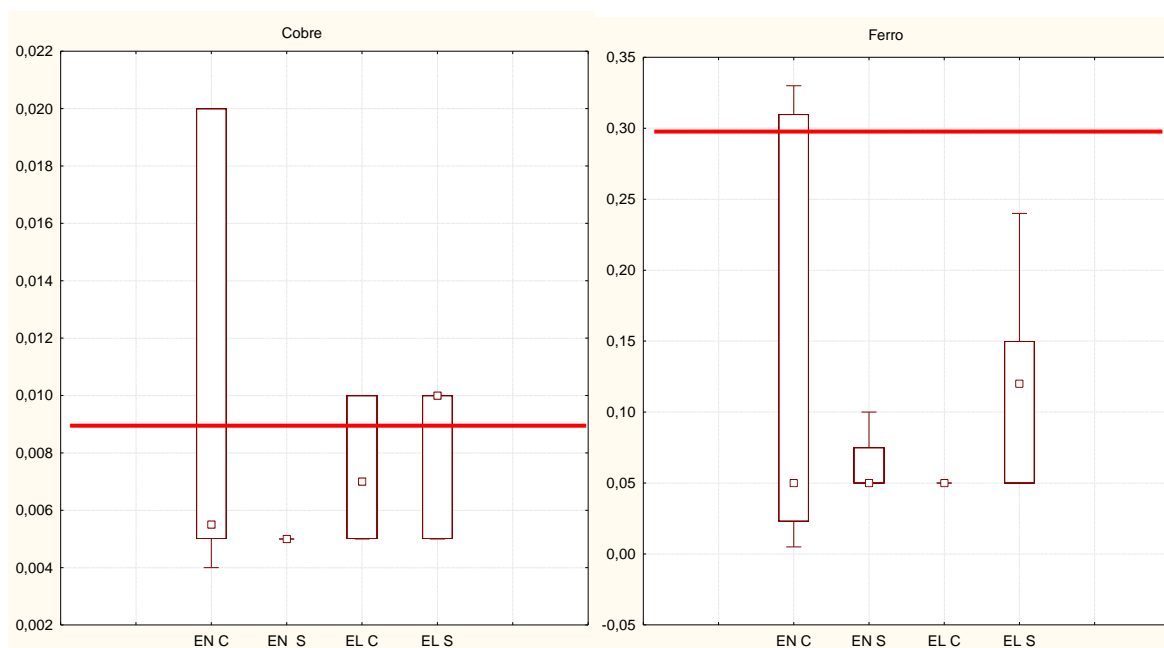



Figura 3: Gráfico de caixa para os metais cobre e ferro.



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

Legenda  Limite do CONAMA 357/05 para enquadramento Classe 2
EN C: Eixo Norte – período chuvoso EN S: Eixo Norte – período seco
EL C: Eixo Leste – período chuvoso EL S: Eixo Leste – período seco

Observa-se que os valores de mediana para o cobre foram maiores no ponto de captação do eixo Leste (Reservatório de Itaparica), inclusive no período seco o valor excedeu o limite da Resolução CONAMA 357/2005 que é de $0,009 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cu}$, apresentando quatro dos dez resultados acima deste limite. Para o ponto de captação do Eixo Norte, três dos quinze resultados foram acima do limite de $0,009 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Cu}$. Para este metal a qualidade da água já apresenta um grau de não-conformidade com o enquadramento para a Classe 2.

Para o ferro todos os valores de mediana foram bem abaixo do limite de $0,30 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$ da Resolução CONAMA 357/2005. O único resultado acima deste limite foi o de $0,33 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Fe}$ na amostra de superfície da 5ª coleta no Eixo Norte. Para este metal a água apresenta uma boa qualidade.

CONCLUSÕES

Um dos principais objetivos do *Projeto de Integração do rio São Francisco* com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional é o abastecimento público. Contudo, a disponibilidade de água para minimizar os efeitos da seca na região do semiárido devem propiciar uma qualidade adequada ao uso. Logo o conhecimento dos níveis de metais pesados é um fator de grande importância.

Dentre os metais analisados nesta pesquisa: cádmio, ferro, chumbo, cobre, zinco e níquel, a grande maioria teve resultados abaixo dos limites da Resolução CONAMA 357/2005 para rios da classe 2, que indica uma boa qualidade para o abastecimento público. Apenas o cobre apresentou valores de mediana superior ao limite do CONAMA 357/05 no ponto de captação do Eixo Leste (reservatório de Itaparica) no período seco. Como no período chuvoso este mesmo ponto também apresentou um maior valor de mediana em relação ao Eixo Norte, devem ser investigadas em futuras pesquisas as causas destes valores elevados no reservatório de Itaparica, para garantir a boa qualidade da água a ser transposta para outras regiões através do Canal Leste.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE (Processo 20/2014-66506/15), ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) e ao INNOVATE pelo apoio financeiro e tecnológico.



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

REFERÊNCIAS

- ANA. (2014). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura-dos-recursos-hidricos> . Acesso em 15 de abril de 2016.
- BRASIL. Ministério da Integração.(2012). Projeto São Francisco. Integração de Bacias. Disponível em: < <http://www.integracao.gov.br/pt/o-que-e-o-projeto> > Acesso em: 14 outubro de 2012.
- BRASIL. (2005). Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução n° 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
- MEDEIROS, P. R.P. MAGALHÃES, E.M.M. (2015). Comportamento da turbidez e material em suspensão, em um rio com vazão regularizada por sistema de barragens em cascata: Rio São Francisco (NE, Brasil). *Revista Geochimica Brasiliensis* 29 (1): 35-44.
- MELO, G. L. (2011). Avaliação da qualidade da água em reservatórios interligados com o Rio São Francisco situados no semiárido *brasileiro*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 157p.
- RIBEIRO, E.V.; MAGALHÃES, A.P.; HORN, A. H. (2012). Metais pesados e qualidade da água do rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora - MG: Índice de contaminação. *Geonomos*, 20(1), pp. 49-63. Disponível em: <http://igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/27/11> . Acesso em: 01 de abril de 2016.
- SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P.; OLIVEIRA, E. (2008). Estudo da mobilização e elementos traços em ambientes aquáticos do semiárido brasileiro aplicando análises de componentes principais. *Quim. Nova*, 31(5), pp. 1107-1111.
- SALATI, E., LEMOS, H. M., SALATI, E. (2006). Água e o desenvolvimento sustentável. In: Águas doces no Brasil. REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2.ed. São Paulo- SP, 732p.