

QUALIDADE DA ÁGUA NA NASCENTE E NA FOZ DE BACIA HIDROGRÁFICA RURAL

Vinicius Gouveia dos Santos¹; Adilson Pinheiro^{2}; Vander Kaufmann³; Thiago Caique Alves¹;
Leandro Mazzuco de Aguiar¹; Ivone Gohr Pinheiro²; Luis Hamilton Pospissil Garbossa⁴*

Resumo:

O uso e ocupação do solo influenciam na qualidade das águas superficiais de bacias hidrográficas. Este estudo tem por objetivo comparar os valores das concentrações de parâmetros físicos e químicos descritores da qualidade da água, das áreas de nascente e do exutório da bacia. O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do ribeirão Concórdia, localizada no município de Lontras, Santa Catarina, constituída por 47% de Floresta ombrófila densa, 19,9% de pastagem, 21,8% de áreas agrícolas e 11,3% de reflorestamento. Foram utilizadas duas seções fluviométricas de monitoramento, localizados próximos a nascente e na foz do sistema de drenagem, onde foram analisados os parâmetros: turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, pH e temperatura. Também foi monitorada a altura de precipitação nos pontos de monitoramento. Os valores dos parâmetros apresentaram diferença estatística significativa quando realizada comparação entre as séries temporais da nascente e do exutório da bacia. Ocorre alteração da concentração dos analitos ao longo do seu percurso. Esta degradação é, provavelmente, oriunda do uso do solo para fins agrícolas.

Palavras-chave: Qualidade da água. bacia agrícola. mata nativa.

WATER QUALITY AT THE HEADWATER AND RIVER MOUTH IN THE RURAL WATERSHED

Abstract:

The land uses influence the water quality in the basins. This study aims to compare the concentrations values of physical and chemical parameters of water quality, the nascent and outfall of the basin. The study was conducted at the Concord River basin, located in the Lontras, Santa Catarina, comprised 47% of dense rain forest, 19.9% pasture, 21.8% agricultural and 11.3% reforestation. We used two sections gauged monitoring, which analyzed the parameters turbidity, dissolved oxygen, conductivity, pH and temperature. It was also monitored the precipitation. The parameter values were different statistically significant when the comparison was made between the time series of the nascent and outfall. Change occurs in the analytes concentration along its route. This degradation is probably derived from the agricultural land use.

Key-words: Water quality, agricultural basin, bushland.

¹ Mestrando em Engenharia Ambiental na Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau – Santa Catarina – vinicius.gouveia.santos@hotmail.com

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau – Santa Catarina – pinheiro@furb.br

³ Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB – Blumenau – Santa Catarina – ambitec.amb@gmail.com

⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina – garbossa@gmail.com

INTRODUÇÃO

A qualidade da água, em áreas agrícolas, é afetada principalmente pelas fontes de poluição difusa, geradas a partir da irrigação, da água de drenagem de áreas pecuárias e do escoamento superficial (Mansor et al., 2006). Observa-se que a intensidade da chuva é a principal causa do transporte de nutrientes do solo. O escoamento da água tende a atingir os corpos hídricos e causar alterações em sua qualidade (Nielsen et al., 2012). As cargas de sedimento na água de escoamento podem sofrer alterações devido a mudanças do uso e ocupação do solo, que somados ao manejo agrícola, podem ser observados em períodos de alta pluviosidade (Huang et al., 2013; Gonzalez et al., 2013).

Em áreas de nascente a qualidade da água depende da vegetação nativa que atua sobre a proteção do solo (Pinto et al., 2012). Segundo Carvalho et al. (2012) e Santos et al. (2013) manter a vegetação protegida nas áreas de nascente é fundamental à manutenção dos corpos hídricos, que dependem da recarga da água superficial e subsuperficial para controle da disponibilidade hídrica e manutenção da qualidade da água do corpo hídrico.

A floresta nativa atua como agente regulador do ciclo hidrológico e da qualidade da água de escoamento, na função de interceptar a chuva e aumentar o tempo de retenção da água. O escoamento e a infiltração da água são agentes reguladores da recarga da água subsuperficial. Desta forma pode-se observar a influência da serapilheira no controle da infiltração da água (Soares et al., 2010). A serapilheira apresenta grande quantidade de nutrientes que ao se degradar é liberada tornando-se disponível para o escoamento ao corpo hídrico (Pereira et al., 2012).

Neste sentido, este artigo tem o objetivo de monitorar a qualidade do Ribeirão Concórdia com o auxílio de duas sondas multiparamétricas que realizaram medições, próximo a nascente e a foz do rio, a fim de observar a influência da ocupação do solo e da precipitação na qualidade da água do ribeirão Concórdia.

MATERIAL E MÉTODO

A bacia do ribeirão Concórdia está situada no município de Lontras - SC, abrangendo uma área de drenagem de 30,74 km², Figura 1. O ribeirão Concórdia, afluente do rio Lontras, que por sua vez é afluente do rio Itajaí-Açu, situa-se na bacia do Itajaí. Os principais solos que caracterizam a região da bacia do ribeirão Concórdia são cambissolo, argissolo e gleissolo. As precipitações se definem entre 1600 e 1800 mm/ano segundo a classificação de Thornthwaite que a define como B3 B'3 ra', sem a presença de estação seca definida (Pinheiro et al., 2010). A classificação do uso e ocupação do solo, com imagem de satélite de 2010, mostra que a bacia possui 47% da área com vegetação nativa classificada como Floresta Ombrófila Densa, 19,9 % de pastagem, 11,3% de reflorestamento e o restante é uso agrícola.

O monitoramento da qualidade da água do ribeirão Concórdia foi realizado por sonda multiparamétrica da *Hydrolab DS5*. O equipamento utiliza eletrodos de íon-seletivo e potenciometria para determinação das concentrações dos analitos de interesse. O sistema é alimentado por energia solar.

As sondas foram fixadas nas coordenadas, X652101 L e Y6990016 N, nascente que possui área de drenagem protegida por mata nativa caracterizada como Floresta Ombrófila Densa, e X646438 L e Y6992890 N, situado próximo da foz, que representa a intervenção antrópica proveniente do uso do solo para áreas agrícolas e de pastagem na bacia de drenagem.

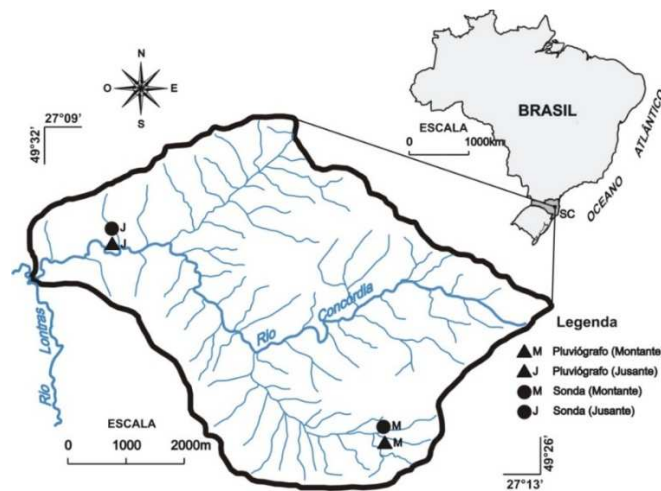


Figura 1 – Bacia hidrográfica ribeirão Concórdia, município de Lontras (SC), com localização das sondas multiparamétricas e pluviômetros.

As leituras dos parâmetros foram realizadas a cada 30 minutos. Os dados são armazenados em datalogger e descarregados em intervalos de tempo de cerca de 20 dias. O estudo foi realizado durante o período de 1 ano. As precipitações foram medidas em pluviômetros, marca Water Log®, instalados próximos a localização das sondas multiparamétricas. O intuito das medições foi realizar a medida das alturas de precipitação durante o período de monitoramento dos analitos, para confrontar as informações coletadas às séries de dados de qualidade da água.

O estudo utiliza da medição de 5 analitos definidos pela disponibilidade técnica e operacional da sonda. Os analitos são: temperatura da água, turbidez, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido.

Os dados foram analisados estatisticamente, quanto à diferença das médias das duas seções fluviométricas, por Tukey a 5% e quanto a estatística descritiva. Também foi analisada a significância dos resultados pelos testes de ANOVA, onde se comparou as duas sondas, a fim de relacionar a variação espacial da qualidade das água, em relação às variáveis geomorfológicas e climáticas que se diferenciam nas duas seções fluviométricas de monitoramento. O software utilizado foi o Statistica 7.0 (Stasoft®). As aferições e calibrações das sondas foram realizadas no momento das coletas de dados, as quais utilizaram padrões de procedência Chemis.

RESULTADOS E DISSCUSSÃO

Na figura 2 são apresentados os valores médios quinzenais das medições de oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade e turbidez nas seções fluviométricas nascente e foz do ribeirão Concórdia, para o período de um ano. A comparação dos parâmetros de qualidade da água medidos mostrou a existência de diferença entre as médias quinzenais obtidos com as duas sondas.

A temperatura da água apresentou valores no intervalo compreendido entre 10 e 30 °C. A diferença de altitude entre os dois pontos é de 400 metros. Isso pode ter influenciado a diferença de 5,7°C entre as médias de temperatura da nascente e da foz. Contudo, nota-se que a cobertura florestal que compreende 100% da área da nascente, tem efeito sobre a redução da temperatura da água da nascente. A variação na temperatura ao longo do sistema de drenagem também foi observada por Valle Junior et al. (2012), que obtiveram aumento de temperatura em função da redução da altitude. Paludo et al. (2012), em estudo realizado no Vale do Taquari, RS, observam a

presença de floresta nativa como forma de resfriamento da água em corpos hídricos, quando são comparadas áreas com mata ciliar e áreas de pastagem.

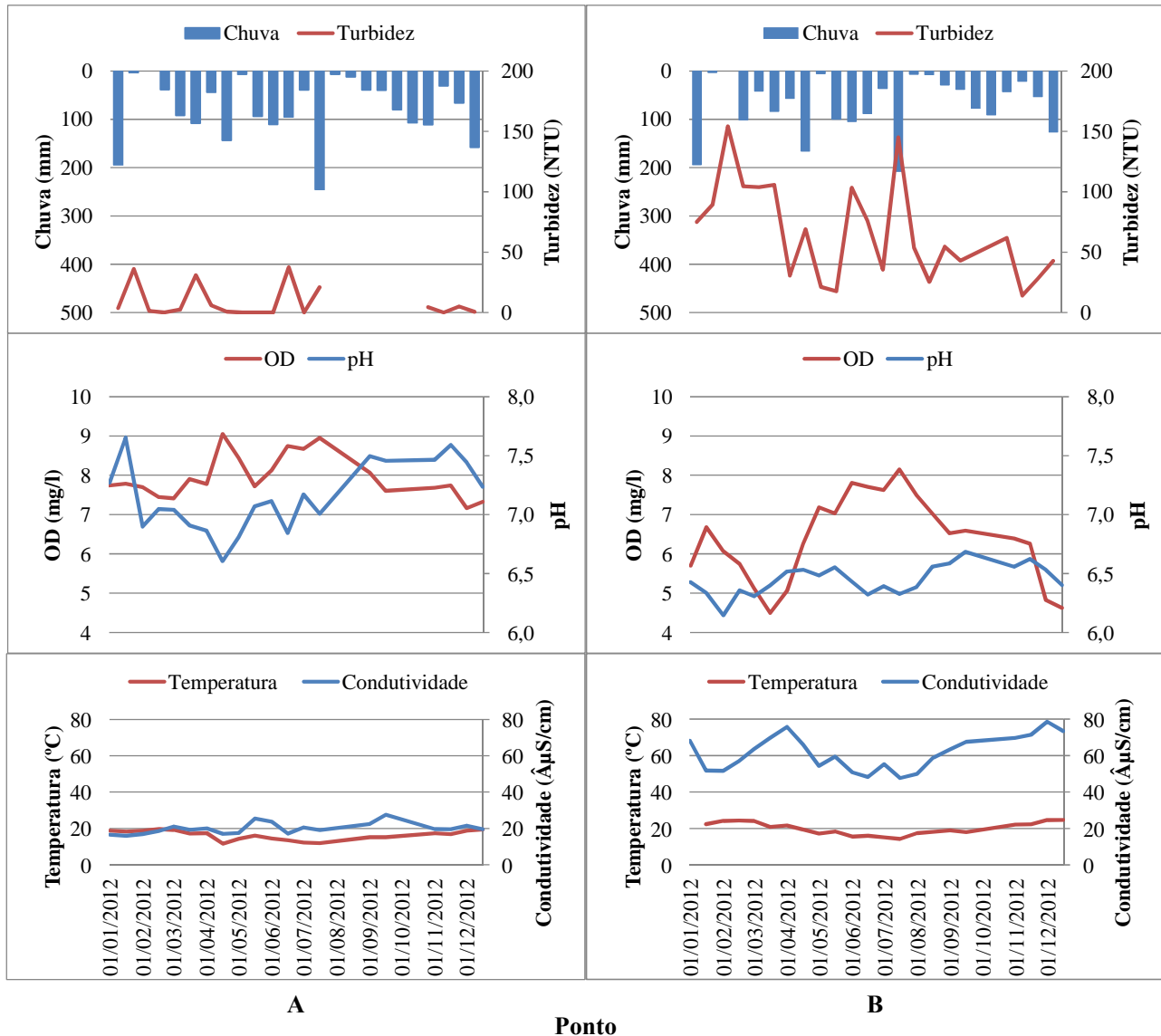


Figura 2 – Precipitação, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade e turbidez nas seções fluviométricas nascente (A) e foz (B) do ribeirão Concórdia

A condutividade variou ao longo do período de monitoramento. Pode-se notar baixa variação do analito nas medições da sonda na nascente, fato este devido à floresta nativa. Houve maior variação da condutividade na seção fluviométrica da foz. O resultado pode ser associado ao transporte pelo escoamento superficial nas áreas agrícolas de pastagem de íons no corpo hídrico da bacia, tal como foi citado por Moura et al. (2010) que demonstraram a presença de compostos ionizados no sedimento transportados pelo escoamento superficial.

As séries de dados observadas na nascente sofrem maior variação e apresentam os valores mínimos de pH ocorrerem nos períodos de alta precipitação e podem ser explicados pelo escoamento de sedimentos com a presença de compostos ácidos provenientes da decomposição da

matéria orgânica da serapilheira, para o corpo hídrico (Pereira et al., 2012). Os valores da série de dados de pH são contrários aos resultados obtidos por Valle Junior et al. (2012), no qual o autor ressalta que o aumento do pH ao longo do corpo hídrico está relacionado ao lançamento de efluentes domésticos ou ao escoamento de nutrientes provenientes de atividades agrícolas. Valores com variação similar aos resultados obtidos foram observadas por Gonçalves et al. (2012), no córrego São Simão, com influência de áreas urbanas e por Franco e Hernandez (2012) no córrego Coqueiro, com área predominantemente rural para usos pecuários, localizados no estado de São Paulo.

A turbidez é associada a quantidade de partículas sólidas em suspensão na água. A nascente apresentou valores baixos, com média de 56 e que representam o estado de conservação da bacia hidrográfica. Na foz, os valores apresentaram grande variação que se relacionam à atividade de ocupação do solo, com valores de 62 mg/L porém um desvio padrão de 132,08 mg/L. A menor presença de material em suspensão, matéria orgânica e inorgânica, algas e microrganismos, na nascente, reduzem a turbidez no corpo hídrico tal como foi descrito por Valle Junior et al. (2012).

A mata nativa se estabelece por toda a área da nascente e em 47% do total da bacia. A situação da cobertura vegetal influencia no transporte de sedimento. É possível observar maior concentração de sedimentos na foz do ribeirão Concórdia quando comparado com a nascente. Além da precipitação que tem em sua intensidade fator essencial a ocorrência do escoamento superficial, Li et al. (2009) observaram o efeito da ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Han, China, onde se relacionou os menores valores de turbidez aos períodos secos e em áreas protegida com mata ciliar.

O oxigênio dissolvido sofre redução da nascente para a foz. Esta variação ocorre devido ao aumento da temperatura e pela redução da declividade, conforme Queiroz et al. (2010) realçou em seu estudo. Na nascente as menores temperaturas, a altitude elevada e a presença de menor concentração de matéria orgânica reduz o consumo de oxigênio dissolvido. Desta forma o consumo do oxigênio ao longo do percurso do rio deve estar associado ao aumento das cargas orgânicas e a mudança no uso e ocupação do solo.

O teste de variância, ANOVA (Tabela 1), foi realizado para a análise da diferença temporal e espacial entre as sondas para $p < 0,05$. Os pontos de amostragem apontaram diferença significativa no teste, que assegurou os resultados obtidos nos gráficos que representam as séries de dados.

Tabela 1: Teste ANOVA, para as seções fluviométricas nascente (A) e foz (B).

	Valor	F	Efeito df	Erro df	p
A	0,003539	482149,5	5	8563	0,00
B	0,331143	3459,2	5	8563	0,00

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios, desvio padrão e máximos e mínimos dos analitos avaliados durante o monitoramento. As seções fluviométricas foram analisadas estatisticamente, de forma a avaliar a relação estatística das séries de dados.

Ao se observar a variação da concentração dos nutrientes nas seções fluviométricas escolhidas como ponto de coleta, pode-se notar a queda na qualidade das concentrações de pH, turbidez, oxigênio dissolvido e condutividade.

Na Tabela 2, pode ser observado que a condutividade mostrou maior variação nos valores médios entre nascente e foz, que caracterizam a importância da preservação da mata ciliar como

agente regulador dos parâmetros físicos e químicos da água. As mudanças no pH e no oxigênio dissolvido representam também flutuações significativas, que se relacionam a temperatura e a condutividade. A alteração dos parâmetros mostram a interação entre os analitos observados. Assim, é possível verificar que a maior concentração de nutrientes na foz, é acentuada pelo escoamento superficial das áreas agrícolas, efeito inverso ao da nascente, que se mantém em estado natural devido a presença da floresta nativa que atua como regulador do sedimento escoado para o corpo hídrico. Santos et al. (2013), apresentou resultados similares nas flutuações de suas medições, com exceção do oxigênio dissolvido, que sofreu alteração maior devido a presença de malha urbana na bacia hidrográfica utilizada em seu estudo.

Tabela 2: Turkey à 5% para temperatura, condutividade, pH, turbidez e OD nas seções fluviométricas nascente (A) e foz (B).

Parâmetro	Sonda	Média	a	b
Temperatura	A	14,96	****	
	B	20,71		****
Condutividade	A	17	****	
	B	64		****
pH	A	6,27	****	
	B	6,97		****
Turbidez	A	56	****	
	B	62	****	
OD	A	5,94	****	
	B	8,3		****

Na tabela 2, podem ser observadas as médias das seções, que ao serem comparadas por Turkey à 5%, se mostram diferentes estatisticamente, ou seja fazem partes de diferentes grupos (a e b) quando comparados quanto a estação fluviométrica. À exceção da turbidez que apresenta igualdade, ou seja compõem o mesmo grupo (a), este resultado assume que a grande variação que o analito sofre durante o período de amostragem, resulta em médias estatisticamente iguais.

CONCLUSÃO

Foi observada variação da qualidade da água do ribeirão Concórdia entre a seção fluviométrica instalada na nascente e a instalada próximo da foz. É evidenciada a alteração causada pelo uso e ocupação do solo na bacia. Em 21,8% da área, com atividade agrícola, foi observada alteração da qualidade da água do corpo hídrico devido à mudança da paisagem natural. Foram observadas alterações na turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura e pH. Na nascente a mata nativa preservada contribui para a manutenção da qualidade da água, que apresentou valores com menor desvio padrão e conseqüentemente valores de máximo e mínimo aproximados para os analitos oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura.

O teste estatístico ANOVA mostrou a diferença entre o conjunto de dados dos pontos, de forma à confirmar os resultados obtidos nas medições. Com Turkey à 5%, foi observado que a alta variação da turbidez caracterizou suas médias como estatisticamente iguais. Enquanto a

temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH foram caracterizados com médias estatisticamente diferentes.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Secretária de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina pelo apoio com as sondas multiparâmetros, a FAPESC, Termo de Outorga 17419/2011-0, pelo suporte financeiro ao desenvolvimento do trabalho, ao CNPq, processo 302022/2011-2, pela bolsa de produtividade de pesquisa e, a CAPES, programas PROAP e REPENSA, pela concessão de bolsas de mestrado.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. P. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. (2012). Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. *Revista brasileira de agropecuária sustentável*, 2 (2) pp.148-156.
- FRANCO, G. B.; BETIM, L. S.; GOMES, R. L.; MARQUES, E. A. G.; CÉSAR DA SILVA CHAGAS, C. S. (2012). Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. *Revista brasileira de geociências*, 42 (1), pp. 114-127.
- FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. (2012). Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, noroeste do Estado de São Paulo. *Water resources and irrigation management*, 1 (1), pp.61-69.
- GONÇALVES, J. C. S. I.; SARDINHA, D. S.; SOUZA, A. D. G.; DIBIAZI, A. L. B.; LETÍCIA HIRATA GODOY, L. H.; CONCEIÇÃO, F. T. (2012). Avaliação espaço-temporal da qualidade da água e simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP. *Ambi-água*, 7 (3), pp. 141-154.
- GONZALEZ, M.; MIGLIORANZA, K. S. B.; GRONDONA, S. I.; BARNI, M. F. S.; MARTINEZ, D. E.; PEÑA, A. (2013). Organic pollutant levels in an agricultural watershed: the importance of analyzing multiple matrices for assessing streamwater pollution. *Environmental Science: Processes Impacts*, 15 (4), pp. 739–750.
- HUANG, L.; BAN, J.; HAN, Y. T.; YANG, J.; BI, J. (2013). Multi-angle indicators system of non-point pollution source assessment in rural areas: a case study near Taihu lake. *Environmental management*, 51 (4), pp 13-24.
- LI, S.; GU, S.; TAN, X.; ZHANG, Q. (2009). Water quality in the upper Han River basin, China: the impacts of land use/land cover in riparian buffer zone. *Journal of hazardous materials*, 165 (1-3), pp. 317–324.
- MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. (2006). Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (3), pp. 715–723.
- MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. (2010). A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama–Distrito Federal. *Química nova*, 33 (1), pp. 97-103.

- NIELSEN, A.; TROLLE, D.; SØNDERGAARD, M.; LAURIDSEN, T. L.; BJERRING, R.; OLESEN, J.; JEPPESEN, E. (2012). Watershed land use effects on lake water quality in Denmark. *Ecological applications*, 22 (4), pp. 1187-1200.
- PALUDO, E.; SINIGAGLIA, G.; SILVA, D. E.; CORRÊA, L. L. C.; MAGALHÃES, M. L. M.; SCACABAROSSO, H.; OLIVEIRA, E. C. (2012). Estudo da qualidade da água em dois municípios na região central, sul do Brasil. *Revista destaques acadêmicos*, 4 (4), pp. 51-57.
- PEREIRA, M. G.; SILVA, A. N.; PAULA, R. R.; MENEZES, L. F. T. (2012). Aporte e decomposição de serapilheira em Floresta Periodicamente Inundável na Restinga da Marambaia, RJ. *Ciência florestal*, 22 (1), pp. 59-67.
- PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; ZUCCO, E.; DEPINÉ, H.; CASTRO, N. M. R.; SOARES, P. A.; PERAZZOLI, M. (2010). Avaliação das variáveis hidrológicas do balanço hídrico em área agrícola com cultivo de milho (*zea mays*) através de uso de lisímetro. *Revista de engenharia ambiental*, 12 (1), pp. 73-81.
- PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. (2012). Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Cerne*, 18 (3), pp. 495-505.
- QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. (2010). Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. *Revista verde*, 5 (4), pp. 200 – 210.
- SOARES, J. C. O.; SOUZA, C.A.; PIERANGELI, M.A. (2010). Nascentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Caeté/MT: estudo do uso, topografia e solo como subsídio para gestão. *Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional*, 6 (1), pp. 22-51.
- VALLE JUNIOR, R. F.; CANDIDO, H. G.; NOGUEIRA, M. A. S.; ABDALA, V. L. (2012). Monitoramento das variáveis físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais na bacia do rio Uberaba – MG. *Global science and technology*, 5 (2), pp. 150 – 163.