EFEITO DA ESTAÇÃO CLIMÁTICA SOBRE A TURBIDEZ DA ÁGUA DE UM MANANCIAL: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Caio Abreu Araújo Silva¹, Elaine Nolasco², Antonio Felipe Couto Júnior³, Luiz Felipe Salemi⁴

¹ Graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade de Planaltina da Universidade de Brasília. E-mail: caioabreuaraujosilva@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0780-2001>

² Graduada em Ciências Biológicas (UFES), Mestre em Engenharia Ambiental (UFES), Doutora em Biotecnologia Industrial (USP), Professora da Faculdade de Planaltina da Universidade de Brasília E-mail: enolasco@unb.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1202-6510>

³ Graduado em Engenharia Florestal (UnB), Mestre em Ciências Florestais (UnB), Doutor em Geociências Aplicadas (UnB), Professor da Faculdade de Planaltina da Universidade de Brasília. E-mail: afcj@unb.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3805-0540>.

⁴ Graduado em Gestão Ambiental (USP), Mestre em Ecologia Aplicada (USP), Doutor em Ciências (USP), Professor da Faculdade de Planaltina da Universidade de Brasília. E-mail: lfsalemi@unb.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2271-5712>

Artigo recebido em 07/12/2020 e aceito em 17/05/2021

RESUMO

O regime climático aliado à mudança de uso e ocupação do solo pode ocasionar a deterioração dos corpos hídricos. O presente estudo avaliou o efeito da estação climática (estação seca vs. chuvosa) sobre a qualidade de água de um rio. Para tanto, utilizou a turbidez como indicador ambiental da qualidade de água. Amostras de água do rio Maranhão foram coletadas em um mês seco (julho 2019) e um chuvoso (abril 2019). Diferenças significativas foram observadas entre o mês seco ($5,79 \pm 1,09$ UNT) e o chuvoso ($76,71 \pm 201,24$ UNT). Informações sobre o uso do solo dentro da bacia indicaram a presença de dois possíveis usos que ocasionam a elevação da turbidez na estação chuvosa, a saber: atividade agropecuária e mineração. Medidas de conservação de solos como sistema de plantio direto, rotação de pastagens, sistemas silvipastoris são sugeridas assim como implicações para os custos do tratamento de água são discutidas. Sugere-se que a combinação de atividade de mineração com a de abastecimento público de água numa mesma bacia seja altamente não recomendada.

Palavras-chave: sedimento; erosão; ocupação do solo; segurança hídrica.

EFFECT OF THE CLIMATIC SEASON ON THE TURBIDITY OF A WATER BODY: IMPLICATIONS FOR WATER QUALITY MANAGEMENT

ABSTRACT

Climate along with land-use change can have detrimental effects on water resources. The objective of the present study was to assess the effect of climate (dry vs. wet season) on water quality of a river. To do so, we used turbidity as an environmental indicator of water quality. Water samples of the Maranhão river have been collected in a dry (July-2019) and a wet month (April-2019). Significant differences were observed between such months. Information on land-use within the watershed indicated two possible reasons for such augment: agricultural and mining activities. Soil conservation measures such as no-till, pasture rotation, agroforestry systems along with implications for water treatment costs are discussed. We suggest that the combination of mining activities with water provision in the same watershed is highly not recommended.

Keywords: sediment; erosion; soil occupation; water security.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural primordial à manutenção da vida na Terra. Todas as atividades humanas dependem dela. Mesmo assim, inúmeras são as ações humanas que culminam em degradação da água tanto em termos de sua quantidade quanto de sua qualidade (BRANCO & ROCHA, 1977; AFROZ et al., 2014).

Dentre as ações humanas supra referidas, destaca-se a mudança de uso do solo que é presente em todo o mundo (FOLEY et al., 2005). A transformação de ecossistemas naturais para ecossistemas agrícolas geralmente produz efeitos notáveis na perda de solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; ABDULKAREEN et al., 2019). Isso se deve a dois fatores (SHEPARD, 2013): (1) maior exposição do solo à chuva em momentos com o pós-colheita e (2) maior perturbação do solo com as operações agrícolas de preparo do solo. Em última análise, o sedimento gerado em áreas agrícolas atinge corpos d'água gerando, entre outros efeitos, a deterioração dos habitats aquáticos (BOËCHAT et al., 2013) e a alteração da qualidade da água dado que todo tipo de material adicionado à água (microrganismos, materiais particulados e dissolvidos orgânicos e inorgânicos) afeta a composição da mesma (BRANCO & ROCHA, 1977).

A mudança de uso do solo e as consequências para os corpos d'água se tornam ainda mais crítica no contexto de bacias hidrográficas cujos corpos d'água são utilizados para o

abastecimento público. Assim, tais bacias necessitam de maiores programas de ordenamento territorial, educação ambiental e monitoramento. Tais medidas são relevantes uma vez que, conjuntamente, proporcionam o uso apropriado do solo, a conscientização da população quanto à importância da relação do uso do solo com a qualidade da água, e o acompanhamento contínuo de forma a poder ativar ações de fiscalização quando se fazem necessárias. Essas medidas precisam ser reforçadas especialmente na estação chuvosa, pois é nessa estação em que os processos erosivos efetivamente tendem a se desenvolver (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Nesse contexto, a busca de indicadores ambientais simples se torna altamente importante uma vez que um indicador altamente eficiente indica alterações na qualidade de água a baixo custo. O presente trabalho tem como objetivo demonstrar como a turbidez, um indicador da qualidade de água, pode ser eficiente para evidenciar alterações na qualidade de água de um rio. Para tanto, foram coletadas amostras de águas do rio Maranhão de onde é obtida a água para o abastecimento público do município de Planaltina (Goiás) durante um mês seco e um chuvoso. Ademais, visando relacionar as alterações de tal indicador com as mudanças de uso do solo, um levantamento do uso da terra foi realizado.

METODOLOGIA

Área de estudo

A captação do rio Maranhão está localizada no Núcleo Rural Bom Sucesso situado às margens da rodovia estadual DF-128. Tal área rural pertence ao município de Planaltina (Distrito Federal). No entanto, esse ponto localiza-se a poucos metros da divisa com o Estado de Goiás. Como mencionado anteriormente, essa captação é utilizada para o abastecimento da população de Planaltina (Goiás) apesar de estar localizada em uma área dentro do Distrito Federal. A concessão de uso de tal captação compete à empresa Saneamento de Goiás (SANEAGO) que realiza tanto o tratamento quanto a distribuição da água captada. O local de captação se encontra inserido na porção alta da bacia hidrográfica do rio Maranhão. Essa porção abrange o limite norte do Distrito Federal e uma porção do Goiás (municípios de Planaltina e Formosa) (Figura 1).

Figura 1 - Localização do ponto de captação de água (●) do rio Maranhão.

No que se refere às características climáticas da região, o clima no local é tropical – Aw (classificação de Köppen) (ALVARES et al. 2013), com precipitação média variando de 750-2000 mm/ano. A chuva é caracterizada pela sazonalidade de regime de chuvas, com um inverno seco de 4 a 5 meses, e um verão chuvoso, com maior precipitação nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. As altitudes variam entre 800 e 1500 m.

Delineamento amostral

Para entender a dinâmica da turbidez, foram selecionados um mês seco e um mês úmido para a amostragem de água. Dessa maneira, foram utilizadas amostras de julho de 2019 (mês seco) e abril de 2019 (mês úmido). A amostragem de água ocorreu diariamente com um intervalo de duas horas totalizando 12 amostras por dia. Tais amostras foram obtidas com o uso de garrafas de 300 mL de tereftalato de polietileno previamente higienizadas e esterilizadas. Visando garantir a integridade e a padronização das amostras, estas preenchidas a 30 cm de profundidade a partir da superfície da água. Durante o procedimento amostral, luvas descartáveis foram utilizadas.

Medições: turbidez, pluviometria e levantamento do uso do solo na bacia hidrográfica

De posse das amostras de água, a turbidez foi determinada no laboratório da Estação de Tratamento do rio Maranhão por meio do turbidímetro Policontrol, modelo AP-2000. Essa variável foi expressa em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

Com o intuito de relacionar os dados de turbidez com a precipitação, dados de chuva foram obtidos no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), utilizando como referência a Estação Meteorológica de Brasília - DF. Para tanto, a média diária de turbidez foi relacionada à precipitação diária obtida em tal estação.

O uso do solo foi levantado por meio da coleção Mapbiomas (MAPBIOMAS, 2019). Para isso, delimitou-se a bacia hidrográfica a partir do ponto de captação de água.

Análises estatísticas

Os resíduos dos dados de turbidez foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a verificação de sua distribuição. O resultado indicou ausência de distribuição normal. Por essa razão, utilizou-se o teste de Mann-Whitney para testar as diferenças entre o mês seco e o mês chuvoso. Todas as análises foram feitas utilizando o pacote estatístico PAST (HAMMER et al., 2001) ao nível de significância $\alpha < 0,05$.

RESULTADOS

Em relação ao mês seco, não houve registro de chuvas em tal período e, ao mesmo tempo, houve baixa variação da turbidez (Figura 2a; Figura 3). O menor valor de amostras observado, tomadas individualmente, em tal período foi de 3,54 UNT ao passo que o maior valor foi de 11,5 UNT. A média ($\pm$ desvio padrão) para o referido período foi de $5,79 \pm 1,09$ UNT. Com isso, o aspecto visual da água foi de baixa quantidade de sedimentos em suspensão (Figura 4a).

Figura 2 - Variação temporal da precipitação diária e da média da turbidez diária no mês seco (a) e no chuvoso (b). Notar a ausência de barras de chuva em (a) indicando que não houve precipitação.

Figura 3 – Diagrama de caixas da média da turbidez diária no mês seco (Julho-2019) e mês chuvoso (Abril-2019). As caixas contêm 50% dos dados, ou seja, a amplitude interquartil; a barra horizontal dentro das caixas indica a mediana. “x” é média aritmética. As linhas verticais se estendem do valor mínimo ao máximo. Dados além do máximo e mínimos são considerados valores extremos e são exibidos como círculos. Letras diferentes indicam diferença significativa entre o mês seco e o chuvoso.

Padrão contrário ao do mês seco foi observado no mês chuvoso (Figura 2b; Figura 3). O menor valor de amostras observado em tal período foi de 4,81 UNT ao passo que o maior valor foi de 1493 UNT. Em outras palavras, maior valor foi mais de 300 vezes superior ao menor. Neste período, ocorreu a precipitação de 311 mm e a turbidez (média $\pm$ desvio padrão) foi de $76,72 \pm 201,24$ UNT. Com isso, o aspecto visual da água aparentou elevação da quantidade de sedimentos em suspensão (Figura 4b).

Figura 4 – Diferenças no aspecto visual da água no ponto de captação de água do rio Maranhão no mês seco (a) e chuvoso (b).

A diferença entre o mês seco e o chuvoso, em termos de turbidez, foi altamente significativa ($p < 0,0001$). Houve relação crescente entre precipitação diária e média da turbidez diária (Figura 5).

Figura 5 - Relação entre precipitação diária e média da turbidez diária para o mês chuvoso.

O levantamento de uso da terra indicou que a bacia ainda é predominantemente (~70%) constituída de formações vegetais naturais. Entretanto, quase 30% dela já se encontra sob atividades agrícolas e uma fração ainda menor foi convertida para centros urbanos e mineração (Tabela 1).

Tabela 1 – Uso e ocupação da bacia do rio Maranhão

Tipos de uso	Área (ha)	(%)
Formação florestal	148.218,20	55,75
Formação campestre	37.814,19	14,22
Agricultura e pastagem	77.214,27	29,04
Ocupação urbana	2.024,12	0,79
Mineração	65,77	0,02
Corpos d'água	535,1	0,2
Área total	265.871,62	100

Fonte: Mapbiomas (2019)

DISCUSSÃO

Os níveis de base da turbidez no mês seco foi de $5,79 \pm 1,09$ UNT indicando uma certa estabilidade de tal variável. Por outro lado, no mês chuvoso a variação foi muito superior ($76,72 \pm 201,24$ UNT). Tal diferença pôde ser atribuída à precipitação que ativa os processos erosivos elevando a quantidade de sedimentos em suspensão na água do rio. Dados relacionados ao uso e ocupação da bacia mostraram que, apesar de haver uma maior área sob formação vegetais naturais (~70%), boa parte de sua extensão está destinada à agricultura e pastagem (29%) (Tabela 1). De fato, a agricultura e a pecuária possuem um papel relevante na degradação do solo e estão dentre as principais causas de exposição do mesmo a processos de erosão acelerada, consequência de atividades humanas mal planejadas que resultam no solo exposto ou na compactação, gerando ainda outros tipos de impacto, como exploração do lençol freático, drenagem de áreas alagadas e conversão de áreas preservadas em pastagem (RAPOSO et al., 2011).

Além da ativação de processos erosivos nas vertentes das bacias, a elevação da turbidez no período chuvoso pode também ser atribuída à maior vazão do rio uma vez que durante os períodos de maior fluxo, sedimentos que, nos períodos de menor vazão usualmente são sedimento de fundo, se tornam sedimentos em suspensão durante as cheias (MORTATTI & PROBST, 1998). De fato, a deposição de sedimentos foi observada na área de estudo (Figura 5).

Figura 6 – Formação de banco de deposição de sedimentos no local de amostragem de água do presente estudo. Foto: Caio Abreu Araújo Silva – Dezembro 2019

A região de Planaltina - GO tem sido foco da extração de materiais aluviais para construção civil, afetando seriamente porções das vertentes e margens de rio, bem como mobilizando grande parte de sedimentos de fundo e em suspensão (Figure 7). Essas atividades junto a outros usos indevidos do solo são responsáveis por um aporte significativo de sedimentos aos cursos d'água.

Figura 7 – Área com extração de materiais aluviais direcionando sedimento diretamente para o rio Maranhão numa região que antecede o ponto de captação de água.

Implicações para a gestão da qualidade de água

A média da turbidez no mês chuvoso foi 15 vezes superior à do seco. Essa elevação significativa de tal indicador implica em consequências para a qualidade de água que se tornou deteriorada no mês chuvoso. Com isso, há elevação de custos para o tratamento de tal água para fins de abastecimento público pois mais produtos precisam ser adicionados à mesma para torná-la potável.

Uma maneira de combater o aumento da turbidez nos meses chuvosos pode ser o estímulo a adoção de práticas de conservação de solos nas áreas agrícolas que somam quase 30% da bacia hidrográfica. Essa ação associada à educação ambiental dos produtores rurais e o maior controle por parte do Estado, na ocupação do solo numa bacia cujas água de seu rio são utilizadas para o abastecimento público podem, em conjunto, colaborar para diminuir o aporte de sedimentos e outras substâncias no rio que, em última instância, afetam a qualidade de água negativamente. Quanto à fiscalização por parte do Estado, sugere-se que não deva haver atividade de mineração (lavra a céu aberto) numa bacia hidrográfica utilizada para o abastecimento público, pois tal atividade possui altíssimo potencial de degradação (MACÊDO; BAZANTE; BONATES, 2001). Com relação às áreas agrícolas, o estímulo à agricultura com culturas perenes pode compatibilizar o uso econômico da bacia com proteção do solo e da água pois este tipo de cultura requer menor exposição do solo (FARRELL & ALTIERI, 2012; SHEPARD, 2013).

Para reduzir o efeito do uso do solo sobre a turbidez de água no rio Maranhão, deve-se estimular o planejamento de estradas rurais (GONÇALVES, 2002) que, quando feitas sem o devido planejamento, geralmente são geradoras de áreas de erosão (LIMA, ZAKIA; CÂMARA, 2002; SALEMI et al., 2011), uma vez que as estradas são constituídas de solos altamente compactados (ZIEGLER et al., 2004). Assim, a incidência de chuva nessas áreas provoca necessariamente a geração de escoamento superficial (JONES, 2000) que, por sua vez, atua produzindo erosão tanto no leito da estrada quanto nos terrenos adjacentes. Para isso, saídas frequentes de água de escoamento superficial devem ser construídas em estradas construídas em nível e desnível. Ademais, as estradas devem ser revestidas de materiais grosseiros (fração cascalho) e, após isso, devem ser devidamente compactadas. Tais medidas favorecem não só a proteção do solo da estrada como também a maior mobilidade dos veículos que nela trafegam.

Quanto às medidas de conservação dentro de áreas agrícolas, destaca-se o uso do plantio direto uma vez que esta técnica mantém o solo com maior cobertura (PRIMAVESI, 2002) o que diminui as chances de haver erosão por salpico. Com isso, as chances de desenvolvimento de erosão laminar e, por consequência, outras formas mais avançadas de erosão como em sulcos, ravinas e voçorocas, são sensivelmente diminuídas.

Outra medida que pode auxiliar a proteção do solo em áreas agrícolas é uso do plantio em faixas para culturas anuais (LEPSCH, 2002). Nessa técnica, culturas com diferentes graus de recobrimento do solo são alternadas no espaço de forma que, se ocorrer geração de escoamento superficial na área com a cultura de menor grau de recobrimento, tal escoamento tende a se dissipar ao adentrar a área adjacente com cultura de maior recobrimento que protege melhor o solo.

De forma similar ao plantio em faixas, pode-se utilizar o uso de terraços agrícolas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990). Os terraços constituem barreiras físicas construídas pela ação humana que são impedimentos para a movimentação de escoamento superficial. Desse modo, os processos erosivos tendem a diminuir.

Em adição ao já exposto, deve-se, também, empregar e estimular o plantio seguindo as curvas de nível. De forma similar aos terraços agrícolas, as linhas de plantio dispostas em nível tendem a constituir também uma barreira física à movimentação de escoamento superficial (LEPSCH, 2002).

Os sistemas agroflorestais também são possíveis formas de agricultura que compatibilizam o uso agrícola com a conservação do solo. Esses sistemas caracterizam-se por associarem espécies arbóreas com espécies herbáceas de forma a ter uma agricultura diversificada em termos de produtos (FARRELL & ALTIERI, 2012; SHEPARD, 2013).

Por último, mas não menos importante, deve-se também estimular a recuperação e conservação de matas ribeirinhas já que esses ecossistemas possuem, entre outras, a função de retenção de sedimento (SALEMI et al., 2011). Desse modo, com florestas bem estabelecidas nas beiras do rio, cria-se mais uma barreira para o escoamento superficial e sedimento associado a ele. Com isso, mais uma vez, tende-se a proteger o corpo d'água contra a erosão antrópica.

Apesar de explicitadas de maneira separada, plantio em nível, plantio em faixa, terraços agrícolas, plantio direto e recuperação de florestas ribeirinhas podem e devem ser medidas realizadas de maneira conjunta uma vez que, quando estabelecidas ao mesmo tempo, reduz-se substancialmente as chances do escoamento superficial conectar-se diretamente ao rio. Por

essas razões, ações governamentais devem atuar no sentido de preconizar e auxiliar os produtores rurais a adotarem essas referidas práticas de maneira concomitante.

Limitações

A elevação da turbidez da água fluvial ao longo do período de chuva é um fenômeno que ocorre naturalmente (MORTATTI & PROBST, 1998). Entretanto, a ação humana, por meio da intensificação do uso da terra, pode favorecer a perda acelerada do solo por meio da erosão (LEPSCH, 2002), aumentando a probabilidade de haver degradação dos recursos hídricos (PERAZZOLI et al., 2013). Dessa maneira, as medidas de conservação previamente apontadas devem ser adotadas de modo a proteger a bacia e compatibilizar o uso do solo com a conservação da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que houve aumento significativo da turbidez no rio Maranhão na estação chuvosa. Isso implica em maiores custos para o tratamento de água durante os meses chuvosos. Ao mesmo tempo, medidas de conservação do solo em áreas agrícolas, extinção da atividade de mineração e programas de educação ambiental são ações interessantes de gestão da bacia hidrográfica com fins de diminuir custos para o tratamento de água no município de Planaltina – GO. Nesse sentido, a turbidez foi um indicador simples e eficiente para evidenciar isso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a companhia Saneamento Goiás (SANEAGO) por fornecer os dados de turbidez utilizados no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDULKAREEM, J.H.; PRADHAN, B.; SULAIM, W.N.A.; JAMIL, N.R. Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. **Geosciences Frontiers**, v.10, n.2, p.389-403, 2019.
- AFROZ, R., MASUD, M.M., AKHTAR, R., DUASA, J.B. Water pollution: challenges and future Direction for water resources management policies in Malaysia. **Environment and Urbanization ASIA**, v.5, n.1., p.63-81, 2014.
- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M, SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3ª Edição. São Paulo: Ed. Ícone, 1990.
- BOËCHAT, I.G.; PAIVA, A.B.M.; HILLE, S.; GÜCKER, B. Land-use effects on river habitat quality and sediment granulometry along a 4th-order tropical river. **Revista Ambiente e Água**, v.8, n.3, p.54-64, 2013.
- BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Paulo: Editora Edgard Blücher / CETESB, 1977. 185p.
- FARRELL, J.G.; ALTIERI, M.A. Sistemas Agroflorestais. In: ALTIERI, M.A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2012. 400p.
- FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H., HOLLOWAY, T., HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global Consequences of Land Use. **Science**, v.309, n.5734, p.570-574, 2005.
- GONÇALVES, J.L.M. Conservação do Solo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Eds.). **Conservação de cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1-9, 2001.
- JONES, J.A. Hydrologic processes and peak discharge responses to forest removal, regrowth, and roads in 10 small experimental basins, western Cascades, Oregon. **Water Resources Research**, v.36, n.9, p.2621-2642, 2000.
- LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B.; CÂMARA, C.D. Implicações da colheita florestal e do preparo do solo na erosão e assoreamento de bacias hidrográficas. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Eds.). **Conservação de cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002.

MACÊDO, A.J.B.; BAZANTE, A.J.; BONATES, E.J.L. Seleção de método de lavra: arte e ciência. **Rem, Revista Escolas de Minas**, v.54, n.3, p.221-225, 2001.

MORTATTI, J.; PROBST, J. **Hidrogeoquímica de Bacias de Drenagem**. Piracicaba: CENA/USP, 1998. 235p.

MAPBIOMAS. Disponível em: <www.mapbiomas.org>. Acesso em: 27 de out. 2019.

PERAZZOLI, M.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do ribeirão Concórdia – SC. **Revista Árvore**, v.37, n.5, p.859-869, 2013.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do Solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

RAPOSO, A.A.; BARROS, L.F.P.; MAGALHÃES, A.P. O uso de taxas de turbidez da bacia do alto rio das Velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG – como indicador de pressões humanas e erosão acelerada. **Revista de Geografia**, v.27, n.3, p.34-50, 2011.

SALEMI, L.F.; GROppo, J.D.; TREVISAN, R.; MORAES, J.M.; LIMA, W.P.; MARTINELLI, L.A. Aspectos hidrológicos da recuperação de áreas de preservação permanente ao longo dos corpos de água. **Revista do Instituto Florestal**, v.23, n.1, p.69-80, 2011.

SHEPARD, M. **Restoration Agriculture: real-world permaculture for farmers**. Austin: Acres USA, 2013. 329p.

ZIEGLER, A.D.; GIAMBELLUCA, T.W.; TRAN, L.T.; VANA, T.T.; NULLET, M.A.; FOX, J.; VIEN, T.D.; PINTHONG, J.; MAXWELL, J.F.; EVETT, S. Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: evidence of accelerated overland flow generation. **Journal of Hydrology**, v.287, p.124-146, 2004.