

Avaliação da qualidade das águas na bacia do Ribeirão das Araras, Córrego Danta, Minas Gerais

Water quality assesment in Ribeirão das Araras watershed,
Córrego Danta, Minas Gerais

*Euler Correa ASSIS*¹
*Frederico Azevedo LOPES*²

RESUMO

As atividades agropecuárias em bacias hidrográficas geram danos ambientais significativos sobre as águas superficiais. Assim, a avaliação da qualidade da água, consiste em uma ferramenta importante na quantificação dos danos causados pelas diversas atividades antrópicas desenvolvidas na bacia hidrográfica. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais na bacia do ribeirão das Araras, no município de Córrego Danta, no Centro-Oeste de Minas Gerais, região do Alto São Francisco, bem como verificar a influência das diferentes tipologias de uso e ocupação do solo verificadas a partir de trabalhos de campo e imagens de satélite. Dentre os parâmetros avaliados, a *Escherichia coli*, Fósforo e Turbidez apresentaram desconformidade aos limites legais estabelecidos para classe de enquadramento de corpos d'água, indicando a influência negativa da suinocultura no baixo curso da bacia, realizada sem a adoção de manejo adequado à mitigação dos impactos ambientes inerentes a este tipo de atividade.

Palavras-chave: cobertura do solo; impacto ambiental; poluição aquática; suinocultura.

ABSTRACT

Agricultural activities in watersheds generate significant environmental impacts on surface water. Thus, the assessment of water quality is an important tool in quantifying the impacts of human activities in watershed. In this context, this study aimed to assess the water quality of in Ribeirão das Araras watershed, in the municipality of Danta Creek, in the Midwest region of Minas Gerais, in the Upper São Francisco basin, as well to investigate the influence of different types of land cover verified from field work and satellite imagery. Among the evaluated parameters, *Escherichia coli*, Phosphorus and Turbidity showed disagreement with the legal limits for water bodies framework class, indicating the negative influence of pig farming in the lower reaches of the basin, carried out without the proper management of adoption mitigating the environment impacts inherent to this type of activity.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte, MG, Brasil. eulerbambui32@yahoo.com

² Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Belo Horizonte, MG, Brasil. fredericolopes@ufmg.br

Keywords: land cover; environmental impact; aquatic pollution; swine farm.

* * *

Introdução

O desenvolvimento das atividades antrópicas em áreas rurais e urbanas tem gerado impactos ambientais significativos sobre os recursos naturais, especialmente nos corpos hídricos, comprometendo seus diversos usos. Cabe destacar que, o nível de degradação ambiental de nossas bacias hidrográficas, por vezes, decorre da falta de comprometimento ambiental e da ineficiência das nossas políticas públicas quanto à utilização das normas de gestão das águas.

Na primeira década desse século, muito se discutiu sobre os possíveis impactos ambientais que seriam causados com a transposição do rio São Francisco na Região Nordeste do Brasil, bem como a necessidade de revitalização da bacia. Dentre as sub-bacias do São Francisco, a bacia do Ribeirão das Araras, no município de Córrego Danta, tem sido impactada por atividades potencialmente poluidoras, como a bovinocultura, ovinocultura e suinocultura, sendo esta última, considerada por órgãos fiscalizadores e de proteção ambiental, como de alto potencial poluidor para solos, águas subterrâneas e superficiais.

Grande parte dos impactos ambientais com origem na produção agropecuária tem caráter local e/ou regional, como a contaminação do solo e da água através da descarga de uma esterqueira com dejetos de suínos (OECD, 2003; FAO, 2005; PALHARES, 2008). Além disso, dejetos suínos são amplamente utilizados como fertilizantes em culturas no todo o mundo, apesar da elevada concentração de poluentes, nesse efluente (CAPOANE, 2016).

Nas granjas de suínos, grande parte da água sofre adição de fezes e urina, se transformando em efluentes potencialmente poluidores e que, se não

receber o devido cuidado de armazenamento e uso, pode chegar aos mananciais, além de poder contaminar o solo (Telles e Domingues, 2003).

Entretanto, não há estudos específicos sobre a referida bacia, especialmente em relação aos impactos ambientais sobre a qualidade hídrica superficial, o que poderia auxiliar na avaliação futura de impactos sobre o meio hídrico na região do Alto São Francisco. Deste modo, a avaliação da qualidade da água consiste em uma ferramenta fundamental para o levantamento da influência das diversas formas de uso e ocupação do solo sobre os recursos hídricos. Conforme Magalhães Jr (2007), o processo de monitoramento das águas permite avaliar as pressões antrópicas, o estado das águas, bem como verificar a eficácia das medidas de controle de uso e proteção de ambientes aquáticos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar os impactos da atividade agropecuária, especialmente a suinocultura, sobre a qualidade da água superficial na bacia do ribeirão das Araras, de forma a identificar possíveis relações entre as atividades agropecuárias e a poluição hídrica local.

Materiais e métodos

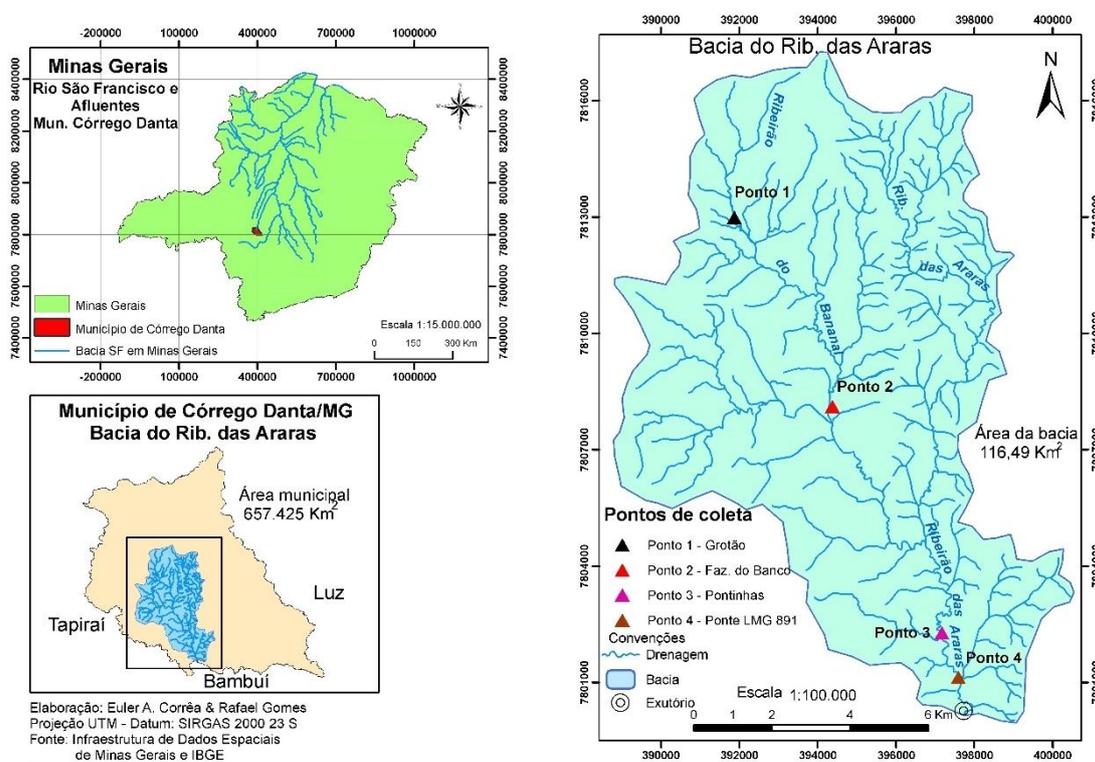
Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do ribeirão das Araras apresenta uma área de 116,49 Km², ocupando 18% do município de Córrego Danta, abrangendo o alto curso da bacia do Rio São Francisco, em Minas Gerais (Figura 1). Conforme IBGE (2015), em 2010 o município apresentava uma população estimada de 3.391 habitantes, sendo toda a área do município inserida na região do Alto São Francisco. Os municípios limítrofes são Bambuí, Tapiraí, Campos Altos, Dolores do Indaiá e Luz.

A estrutura litológica local, conforme o Zoneamento Ecológico de Utilização Potencial das Terras da Bacia do São Francisco (BRASIL, 1979), se enquadra no Grupo Bambuí, com presença de ardósias, siltitos, filitos, margas, micaxistos e concreções lateríticas. A classificação climática para a região é subtropical-úmido, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger,

o clima é classificado como Cwa. Pela análise de dados no período compreendido de 1982 a 2012, a temperatura média anual, em 21,7 °C. Sendo o mês de janeiro o mais quente do ano, atingindo a temperatura média de 24,2 °C, e junho a temperatura mais baixa, 17,8 °C. A pluviosidade média anual é 1400mm, sendo dezembro o mês de maior precipitação, com média de 284mm e agosto a menor, 6mm (CLIMATE-DATA, 2014; IBGE, 2016).

Figura 1 – Localização da bacia do Ribeirão das Araras, Alto São Francisco – Córrego Danta, Minas Gerais.



A vegetação apresenta variações entre campos, campo-cerrado e floresta galeria. Os solos predominantes ao norte da bacia são os cambissolos distrófico e eutrófico com textura argilosa e cascalhamento, ocorrendo ainda latossolos. na área da nascente do ribeirão do bananal, principal contribuinte do rRibeirão das Araras, ocorre trechos de latossolos-vermelho escuro distrófico (BRASIL, 1979; EMBRAPA, 2004).

Cabe ressaltar que, próximo ao exutório da bacia, encontra-se instalada uma granja de suínos, com instalações distribuídas em ambas as margens. Conforme Nascimento e Rodrigues (2012), desde a década de 1990, a suinocultura do estado de Minas Gerais passa a exercer um grande papel econômico no setor agrícola do país, sendo o quarto maior estado em quantidade de animais abatidos e o primeiro na região sudeste. Neste contexto, conforme dados do IBGE (2016), o município de Córrego Danta tem na suinocultura, umas das suas principais atividades econômicas, contando com um rebanho de 3.536 cabeças, distribuídas em 146 empreendimentos, segundo dados do censo agropecuário de 2006.

Devido a estas características litológicas, climáticas, de relevo e de vegetação, o ecossistema, no qual a bacia está inserida, apresenta considerável vulnerabilidade ambiental. Os solos de predominância no local não garantem uma boa filtragem da água que infiltra em direção aos níveis freáticos. Associado a uma litologia mais friável e a um relevo que facilita a infiltração, faz com que a vulnerabilidade do ecossistema, seja elevada quando empreendimentos de zootecnia, como a suinocultura, não adotam o manejo adequado de seus resíduos, gerando impactos ambientais (EMBRAPA, 2004).

Procedimentos metodológicos

O levantamento e mapeamento de usos e ocupação do solo na bacia foram realizados a partir da delimitação da área da bacia, projetando e interpretando as imagens de satélite SPOT 6 e 7, da CNES/*Astrium*, em resolução espacial de 1,50 m, disponibilizadas no *Google Earth*, de 27/09/2013, georreferenciadas e trabalhadas no *ArcGis*, versão 9.3.

Com os levantamentos de campo, subsidiando a definição das tipologias a serem mapeadas, foram registrados os dados com GPS, e obtenção de registros fotográficos, sendo as classes identificadas: Formação arbórea (fragmentos de vegetação de transição cerrado e mata atlântica, localizadas nas vertentes e ao longo dos cursos d'água na bacia); Campo cerrado

(formação arbustiva de pequeno e médio porte, localizada na porção norte e noroeste da bacia, sendo também utilizada para pastagem bovina e equina); Campo-Limpo-de-Cerrado (campos naturais, pequenas plantas lenhosas, com predominâncias de gramíneas naturais e/ou inseridas para pastagens); Silvicultura (área de plantio de eucaliptos); Agricultura (áreas de plantios de café, milho, cana-de-açúcar, arroz e feijão); e Solo exposto (área sem cobertura vegetal total ou parcial).

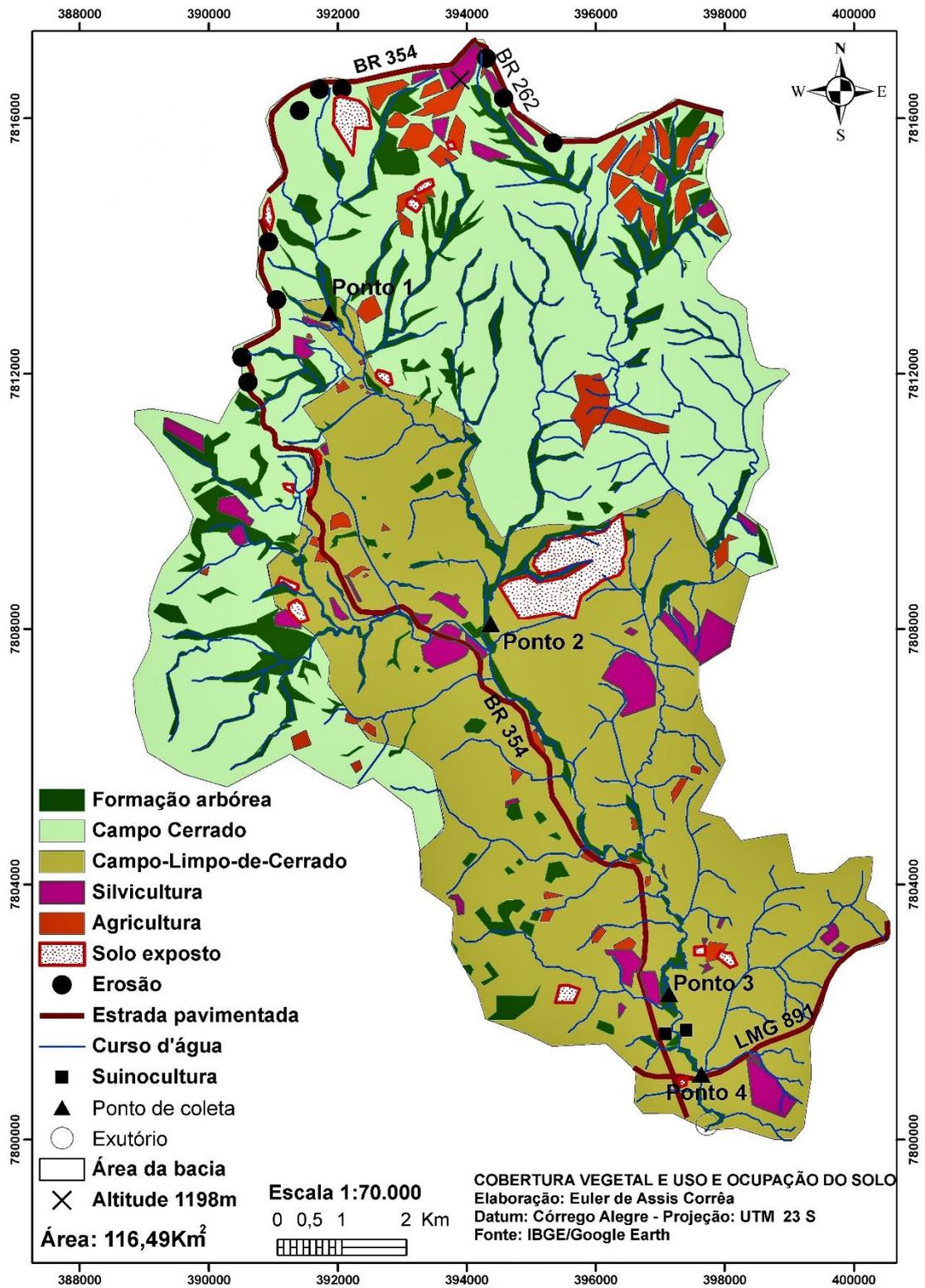
O primeiro ponto de coleta se encontra próximo à nascente do Ribeirão do Bananal e tem como objetivo dar referências para fins de comparações com os demais pontos a jusante. Nesse primeiro ponto há menor presença antrópica e maior preservação da mata ciliar. O segundo visa verificar as condições de qualidade da água após esse ribeirão receber água de diversos afluentes. O terceiro ponto está localizado a jusante da confluência entre o Ribeirão do Bananal e Ribeirão das Araras, e a montante das instalações de uma granja de suínos. Já o quarto ponto encontra-se a jusante da granja de suínos, próximo à ponte da Rodovia LMG 891 e ao exutório da bacia.

Para a coleta de água, adotou-se a amostragem simples, na margem, a 15 cm de profundidade, em área de água corrente. As análises químicas de água (potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal total e fósforo total), foram realizadas em campo utilizando um kit colorimétrico portátil “EcoKit”. Já a avaliação do parâmetro *Escherichia coli* foi realizada no laboratório Hidrocep - Serviços de Qualidade Ltda, em Belo Horizonte - MG. A conservação e análise das amostras seguiu o método SWWA – *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater*, 21th Ed., 2005 (APHA-AWWA-WEF) e para a análise de turbidez (UNT), utilizou-se o Turbidímetro Alfakit Microprocessado (método nefelométrico).

Resultados e discussões

Conforme pode ser observado a partir da classificação da cobertura do solo na área de estudo (Figura 2), o desenvolvimento do setor agropecuário

Figura 2 – Cobertura do solo na bacia do Ribeirão das Araras, Córrego Danta, Minas Gerais.



na bacia do ribeirão das Araras acarretou em uma redução das áreas de vegetação nativa, como a restrição das formações arbóreas, restritas a fragmentos localizados, principalmente, junto à rede de drenagem e suas cabeceiras. A vegetação de cerrado, por sua vez, tem sido gradativamente substituída por pastagens, especialmente no baixo curso da bacia.

As áreas de cultivos agrícolas diversos, considerados fontes potenciais para poluição difusa, através do carreamento de nutrientes presentes em fertilizantes, apresentam-se concentradas, especialmente, no alto curso da bacia, devido, possivelmente, à presença das rodovias federais BR - 262 e 354. Neste trecho da bacia, também são verificados os principais focos de erosão em sulcos na bacia, relacionados principalmente às estradas rurais sem manejo adequado da drenagem, bem como áreas de solo exposto, em função do preparo do solo para plantio e/ou rodízio entre culturas.

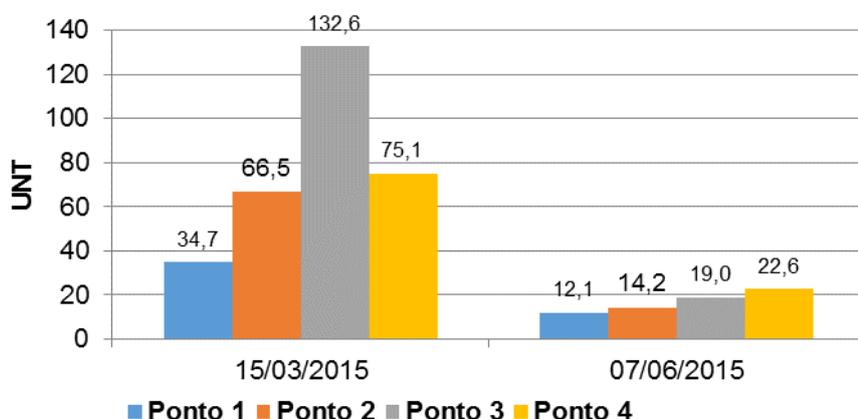
Dentre as atividades desenvolvidas na bacia, a suinocultura pode ser considerada como a de maior potencial poluidor local, haja vista as características de dejetos suínos. Conforme Telles e Domingues (2003), nas granjas de suínos, grande parte da água sofre adição de fezes e urina, se transformando em efluentes potencialmente poluidores e que, se não receber o devido cuidado de armazenamento e uso, pode chegar aos mananciais, além de poder contaminar o solo.

Neste contexto, devido à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Lovatto (2005) aponta que dejetos suínos são 260 vezes mais poluentes que os domésticos, em uma proporção de 200 e 40.000mg/l para o esgoto doméstico e dejetos suínos, respectivamente. O efluente bruto advindo desta atividade, conforme Vivan et al. (2010) apresenta elevados valores de demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, cobre, zinco, nitrogênio na forma orgânica e amoniacal, além de microrganismos associados ao material fecal.

Em relação à qualidade das águas, conforme dados oficiais de monitoramento das águas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM (2015), não há estação de amostragem na bacia do ribeirão das Araras. Entretanto, as águas do rio São Francisco nesse trecho, entre os municípios de Bambuí, Iguatama e Luz, são classificadas como de qualidade média, conforme o Índice de Qualidade das Águas - IQA. Deste modo, a avaliação da qualidade das águas de afluentes torna-se imprescindível para o processo de gestão ambiental da bacia, a partir da identificação de fontes poluidoras, como subsídio à elaboração e atualização dos respectivos planos diretores de bacias.

Em relação aos resultados das amostragens realizadas, a interferência de parâmetros físicos relacionados ao carreamento de sólidos ao curso d'água, como a turbidez (Figura 3), foi verificada, no ponto 3, uma violação aos limites estabelecidos para a classe 2, de 100 UNT, conforme Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008, que atribui a referida classe de referência, aos corpos hídricos ainda não enquadrados, como é o caso da bacia estudada. Este local de amostragem se encontra a jusante da confluência do ribeirão das Araras com seu principal afluente, o ribeirão Bananal, o que favorece o aumento da carga de sedimentos nesse trecho, quando suas águas se encontram. Além disso, trata-se de uma área com maior presença antrópica e de maior uso do solo para atividade agrícola.

De acordo com a figura 3, os valores máximos nos pontos de coleta, na primeira campanha, realizada no período chuvoso, indicam alterações na qualidade da água natural provenientes de atividades antrópicas. Conforme pode ser observado no mapa de uso e ocupação do solo na bacia (Figura 2), na área da nascente dos dois principais contribuintes da bacia, o Ribeirão das Araras e ribeirão do Bananal, o divisor de águas é cortado pelas rodovias BR 262 e 354, onde há vários pontos de solo exposto devido à terraplanagem. Nesses pontos, foi possível perceber, durante as atividades de campo, áreas em que ocorrem erosão laminar, com presença de sulcos. O aumento da turbidez em períodos de precipitações se dá principalmente pelo carreamento superficial para a calha hídrica.

Figura 3 – Turbidez nos pontos de amostragem nas duas campanhas.

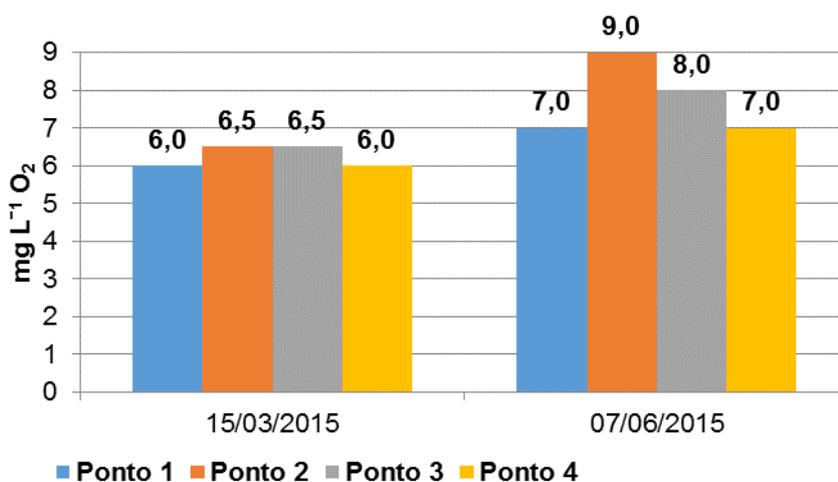
A retirada da vegetação ciliar próximo aos pontos 2, 3 e 4, também contribui para a facilidade com que os sedimentos chegam à calha do ribeirão, em especial no período de chuvas. Próximo à confluência dos ribeirões Araras e Bananal, conforme mapa de cobertura do solo na bacia (Figura 2), durante o período da primeira amostragem havia uma área sendo preparada para plantio e, portanto, de solo exposto que, associado ao elevado índice de precipitação no período, possibilitou maior carreamento de sedimentos para o curso d'água.

Por sua vez, os resultados verificados para as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) (Figura 4), em todos os pontos, nas duas coletas, se mantiveram acima do padrão mínimo de qualidade estabelecido pela DN COPAM/CERH 01/2008, para a classe 2 de águas doces, ou seja, OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L. Os resultados estão compreendidos entre 6,0 e 6,5 mg/L, na primeira amostragem (período chuvoso) e 7,0 a 9,0mg/L (período de estiagem).

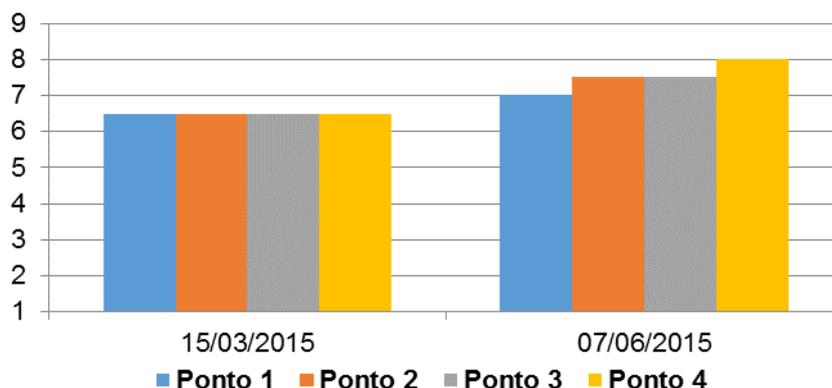
As condições de oxigenação das águas durante o período de monitoramento, possivelmente devido ao fluxo turbulento das águas ao longo da bacia, apresentaram valores conformes aos padrões ambientais. De acordo com os resultados, é possível notar que no período chuvoso há uma diminuição nos valores de OD, se comparado com o período de estiagem. Ou seja, no período de maior presença de matéria orgânica no meio hídrico, a

concentração de OD é mais baixa, temos então uma relação direta entre concentração de OD e matéria orgânica (SIQUEIRA, 2012). Tal situação também foi verificada em avaliação da qualidade das águas realizada por Lopes et al. (2008), na bacia do Ribeirão Carrancas.

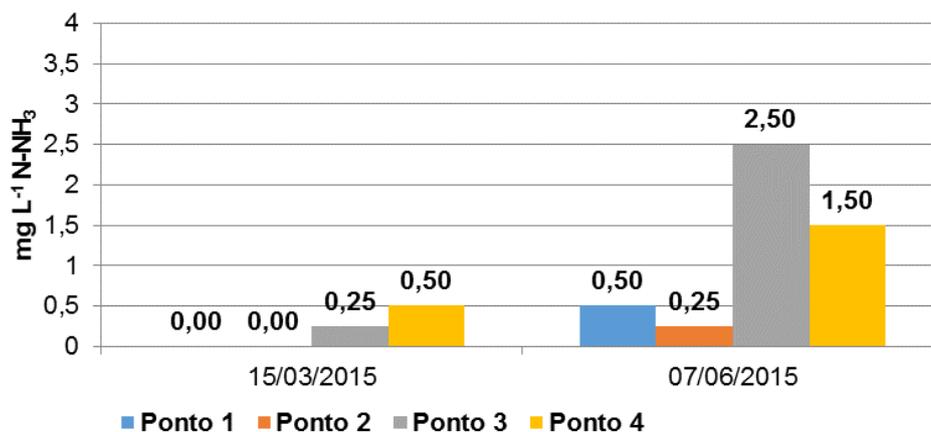
Figura 4 – Oxigênio dissolvido nos pontos de amostragem nas duas campanhas.



O valor de potencial hidrogeniônico (pH) encontrado na primeira coleta ficou na faixa de 6,5 (Figura 5) para todos os pontos, portanto, conformes aos padrões para a classe 2, estipulados entre 6,0 a 9,0. Já na coleta em estação seca, houve um aumento do padrão de pH, mas mantendo-se dentro da faixa aceitável pela legislação, entre 7,0 e 8,0. Von Sperling (2014) afirma que esse parâmetro, entre 8,3 e 9,4, se relaciona à ocorrência de carbonatos e bicarbonatos na água. Como esta é uma bacia de uso agropecuário, com solo em alguns pontos de característica ácida, há constantes correções dessa acidez utilizando-se calcário, o que possivelmente contribuiria para a elevação do nível de pH das águas superficiais.

Figura 5 – pH nos pontos de amostragem nas duas campanhas.

Em relação aos valores obtidos de nitrogênio amoniacal total (NAT), todas os pontos de amostragem apresentaram-se conformes ao limite de 3,7 mg/L, para a classe 2, em condições de pH inferior a 7,5 e, de 2,0 mg/L quando o pH menor que 8,0 (Figura 6). Entretanto, pode-se observar que, nos pontos localizados à jusante da bacia (3 e 4), houve um aumento significativo na segunda amostragem, realizada no período seco. Conforme CETESB (2009), águas naturais normalmente contêm concentrações desse parâmetro inferiores a 1,0 mg/L⁻¹ e, valores superiores a este podem ser indicativos de ações antropogênicas.

Figura 6 – Nitrogênio amoniacal total nos pontos de amostragem nas duas campanhas.

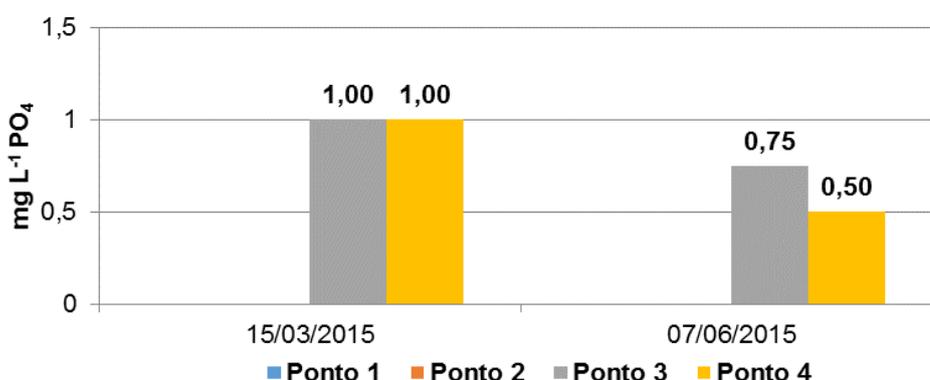
As maiores concentrações apresentadas a jusante da bacia, sugerem a presença de fontes poluidoras, relacionadas a fertilizantes de uso na

agricultura, a solos tratados com altas taxas de dejetos líquidos de suínos ou ainda de efluentes de suínos confinados próximo ao local de coleta. O nitrogênio está presente nos efluentes produzidos em granjas de suínos, podendo ser encontrado nas fezes e urina dos porcos, sendo facilmente lixiviado quando na forma de nitrato (TELLES e DOMINGUES, 2003).

Deste modo, a maior concentração verificada de Nitrogênio Amoniacal Total durante o período da seca, no baixo curso da bacia, deve-se à menor diluição dos efluentes em função do aumento das vazões lançadas, o que demonstra a influência do lançamento pontual de dejetos da suinocultura.

Outro parâmetro fundamental na avaliação de impactos da atividade agropecuária, o fósforo total, também indicou a maior concentração de poluentes nas águas a partir do ponto 3, no baixo curso da bacia, onde estão situadas sedes de fazendas, pocilgas e atividade agropecuária com uso de fertilizantes químicos (Figura 7). Nos pontos 1 e 2, as concentrações de fósforo total não foram detectadas nas amostragens realizadas, indicando que a presença deste elemento nas águas estão abaixo do limite de detecção do método (0,1 mg/L). De acordo com a DN COPAM/CERH 01/2008, o limite máximo desse nutriente admitido para a classe 2, é de 0,1 mg/L.

Figura 7 – Fósforo total nos pontos de amostragem nas duas campanhas.



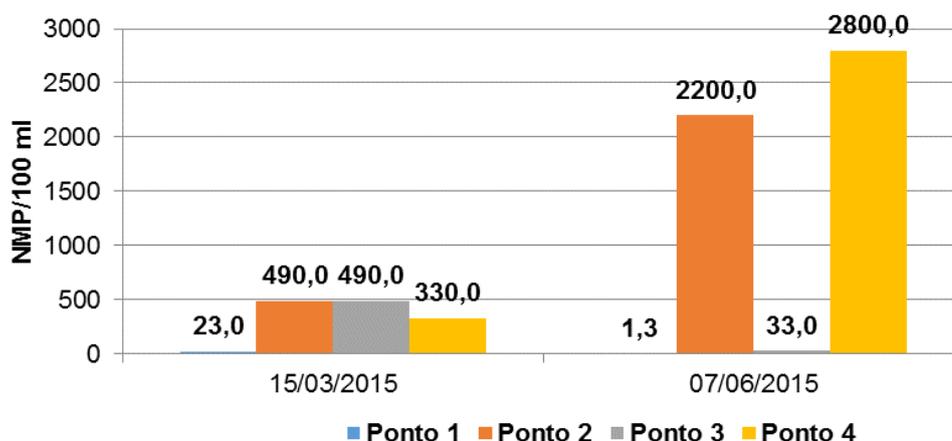
Na estação chuvosa, em bacias de uso predominantemente agropecuário, o aumento da média de Fósforo total é esperado, pois há um

maior carreamento de nutrientes em direção à calha hídrica. Em muitos casos os efluentes suínos ricos em fósforo, são utilizados ainda para adubar as áreas de pastagem ou de plantio. Com as chuvas, os derivados do fósforo podem ser lixiviados e chegar aos cursos d'água, aumentando sua taxa de nutrientes, podendo acarretar em processos e eutrofização acelerada.

No caso da bacia do Ribeirão das Araras, os resultados também apontam a influência de fontes pontuais de poluição, haja vista a presença de fósforo total acima dos limites estabelecidos, inclusive na estação seca. Serafim e Guimarães Filho (2015), observaram que muitos proprietários de suinoculturas destinam os dejetos à adubação de suas pastagens e lavouras ou em propriedades vizinhas, sendo essa uma prática comum no Brasil. Já Guidolini et al. (2010) verificou, em área de uso agropecuário, que a retirada da mata ciliar refletiu em uma alta concentração de ortofosfato dissolvido nas águas, também em função do escoamento superficial.

Em relação à avaliação microbiológica da qualidade das águas, os níveis de *Escherichia coli* (*E. coli*) verificados excederam o limite estabelecidos para a classe 2, apenas na amostragem realizada na estação seca (Figura 8).

Figura 8 – *Escherichia coli* nos pontos de amostragem nas duas campanhas.



Na primeira campanha, com exceção do Ponto 1, que apresentou baixa concentração de *E. coli*, os outros 3 pontos de coleta apresentaram uma

concentração média desse parâmetro em torno de 400 NMP/100ml. Na área do P1, há menor presença antrópica e bovina. Já nos demais pontos ocorrem elevação da taxa possivelmente pelo carreamento de material fecal de pontos difusos da bacia, pelo escoamento superficial

Nos pontos 2 e 4, na estação de estiagem, foram verificadas as maiores concentrações de *E. coli*, com valores bem superiores ao máximo, indicando possivelmente, aportes pontuais de material fecal para o curso d'água. A amostragem realizada no período de estiagem, as altas concentrações de *E. coli* registradas no Ponto 2, provavelmente decorrem da maior presença antrópica e influência de atividades pecuárias, em especial a criação de bovinos, associado à menor diluição em função da redução da vazão hídrica.

Outro fator observado em campo e que pode favorecer o aumento de *E. coli* no local de coleta foi a presença de animais silvestres, como capivaras, e macacos-prego. Neste sentido, Martinhago et al. (2008) e Araújo et al. (2009) relacionaram a presença dessas bactérias nas águas devido à presença de material fecal de animais silvestres, principalmente capivaras e macacos.

Quanto à elevada concentração de *E. coli* no Ponto 4, de 2.800 NMP/100ml, cabe registrar que à margem direita do ribeirão das Araras, a montante do local de coleta da água, encontra-se edificada uma suinocultura. A elevada taxa da bactéria encontrada nas águas do ribeirão das Araras, nesse local, sugere que diversos fatores podem facilitar o carreamento de material fecal para o curso d'água, como os efluentes líquidos advindos da lagoa de aguapés, utilizada para o tratamento dos dejetos suínos, que apresentam altas concentrações de *E.coli* (Figura 9).

Conforme Bertoncini (2011), mesmo em uma granja de pequeno porte, o volume médio diário de dejetos é de aproximadamente 10.000 litros, o que demonstra o potencial de contaminação do solo e da água neste tipo de empreendimento, sendo passível de regularização ambiental, conforme a Deliberação Normativa do Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM 74/04.

Figura 9 – Sequência – escoamento de resíduos suínos, provenientes de lagoa de estabilização, afluindo para o Ribeirão das Araras.



No referido empreendimento, além de seu inerente potencial poluidor, em função da natureza da atividade, a vegetação ciliar foi parcialmente retirada na margem próxima às suas instalações (Figura 10), favorecendo o escoamento pluvial contendo efluentes, direto no leito do ribeirão (Figura 9).

Figura 10. Esterqueiras transbordando e localizadas a menos de 30m do curso d'água – Bacia do Ribeirão das Araras – Córrego Danta, MG.



A princípio, o empreendimento não atende a distância mínima de 30 metros entre as lagoas de efluentes (esterqueiras) e o leito hídrico de rios com até 10 m de largura, conforme estabelecido pela Lei Estadual 20.992/2013, que dispõe sobre a política florestal no Estado (MINAS GERAIS, 2013).

Como as esterqueiras estão a céu aberto, provavelmente quando as chuvas elevam o nível dos efluentes, os mesmos transbordam e são transportados em direção ao leito hídrico. Deste modo, o manejo inadequado dos dejetos da granja, possivelmente resultou no aumento das concentrações de *E. coli*, fósforo total e nitrogênio amoniacal total, verificados no ponto 4, sob influência desta área de drenagem.

Considerações finais

A partir das relações entre a qualidade da água e o uso e ocupação do solo, coloca-se como a principal fonte de contaminação das águas da bacia do ribeirão das Araras, a suinocultura localizada no baixo curso da bacia estudada. Como não havia dados anteriores sobre a bacia do ribeirão das Araras, a avaliação inicial da qualidade das águas na bacia demonstrou que o manejo inadequado da prática da suinocultura tem acarretado em impactos negativos ao curso d'água, especialmente relacionados aos efluentes daquela atividade.

Diante do exposto, a recuperação da vegetação ciliar, associado a um maior investimento no tratamento de efluentes, poderia atenuar a interferência do escoamento superficial na qualidade das águas do ribeirão das Araras, em especial na área da granja de suínos. Faz-se necessário também, a adoção de medidas mitigadoras e também preventivas para que a bacia hídrica do ribeirão das Araras não seja degradada ainda mais. Como a suinocultura é uma atividade altamente poluidora, faz se necessário um monitoramento da qualidade da água e das atividades agropecuárias em períodos pré-estabelecidos, bem como a devida aplicação dos instrumentos legais já existentes, como a regularização ambiental, através dos processos de licenciamento de atividades potencialmente poluidoras.

Cabe ressaltar que essa bacia é integrante da bacia do São Francisco e, por certo, se houver contaminação de suas águas, acabará por refletir na qualidade das águas desse importante rio brasileiro. A conscientização, fiscalização e educação ambiental também são ferramentas importantes para diminuir o risco de degradação total da bacia.

Referências

- APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21.ed. Washington, .1368p. 2005.
- ARAÚJO, P.O.C. *et al.* Avaliação da qualidade das águas superficiais na Fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Barbacena-MG. **Revista Geografias**, n.5, v.2, p.93-106. 2009.
- BERTONCINI, E.I. Dejetos da suinocultura – desafios para o uso agrícola. **esquisa & Tecnologia**, v.8, n. 2. p. 1-10. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Delegacia Regional de Minas Gerais. **Mapa de zoneamento ecológico: uso potencial das terras da Bacia do Rio São Francisco**. Rio de Janeiro: IBGE/IBDF. Escala: 1.1.000.000. IBDF/PROVALE. 1979.
- CAPOANE, V. Concentrações Cu, Zn e Mg no sedimento de fundo de uma bacia hidrográfica com suinocultura intensiva. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.10, n.1, p. 43-58. 2016.
- CLIMATE-DATA. **Clima: Córrego Danta - Minas Gerais**. 2015. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/176006/>> Acesso em 26 out. 2015.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Secretaria de Meio Ambiente, Governo de São Paulo. 2009. 44 p.
- CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS – COPAM. **Deliberação Normativa 74**, de 02 de setembro de 2004. Diário Oficial - Minas Gerais.
- CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS – COPAM. **Deliberação Normativa 01**, de 05 de maio de 2008. Diário Oficial - Minas Gerais.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 63, 1. ed. 2004.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS - FAO. Pollution from industrialized livestock production. 2005. **Livestock Policy Brief**. United Nations, 8p. 2005.
- GUIDOLINI, J. F *et al.* Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos da bacia do rio Uberaba. In: **III Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica**. Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM-MG. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=311980&search=| |infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>> Acesso em: 02/03/2016.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2014: resumo executivo** / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2015. 175 p.: Il. Disponível em: < <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>> Acesso em 16 jun. 2015.
- LOVATTO, P. A. et al. . Modelagem da ingestão, retenção e excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura gaúcha. **Ciência Rural**, n.35, p.883-890. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000400021>
- LOPES, F.W.A.; MAGALHAES JR, A.P.; PEREIRA, J. A. A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 4, p. 111-120. 2008. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v13n4.p111-120>
- MARTINHAGO, M.W. *et al.* Avaliação do Perfil de Suscetibilidade das Cepas de *Escherichia coli* Isoladas da Água do Lago Municipal de Cascavel, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n.1. 2008.
- MINAS GERAIS. 2013. **Lei Estadual nº 20922/2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Diário Oficial do Executivo – Minas Gerais – 16/10/2013.

- NASCIMENTO, R.C.; RODRIGUES, G.S.C. Impactos ambientais da suinocultura no município de Uberlândia (mg): possibilidades de sua mitigação por meio do uso de biodigestores. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 13, n. 43 p. 230-243. 2012.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT- OECD. **Agriculture, trade and the environment: the pig sector**. Paris, 2003. 186 p.
- PALHARES, J. C. P. **Licenciamento ambiental na suinocultura: os casos brasileiro e mundial**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2008. 52 p.
- SERAFIM, G.B.; GUIMARAES FILHO, L.P. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos na Bacia do Rio Sangão. In: **Encontro de Economia Catarinense**, Florianópolis, 2015. Disponível em: http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sessoes_tematic. Acesso em 22 jun. 2015.
- SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUEIS, A.M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). **Acta Amaz.** v.42, n.3, p. 413-422. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000300014>
- TELLES, D., DOMINGUES, A. F. A Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed, São Paulo, Escrituras, 2003. 748 p.
- VIVAN, M *et al.* Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p. 320-325, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000300013>
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 472 p.

Data de submissão: 30/01/2017. Data de aceite: 11/07/2017.