UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE REPRESAS ARTIFICIAIS DO CÓRREGO DA OLARIA PINDORAMA – SP: PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE E MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA PARA USOS MÚLTIPLOS

Maria Conceição Lopes

Bióloga

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE REPRESAS ARTIFICIAIS DO CÓRREGO DA OLARIA PINDORAMA – SP: PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE E MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA PARA USOS MÚLTIPLOS

Maria Conceição Lopes

Orientador: Prof. Dr. Marcílio Vieira Martins Filho

Coorientador: Dr. Antonio Lucio Mello Martins

Coorientador: Prof. Dr. José Galizia Tundisi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia - Ciência do Solo.

2019

L864q

Lopes, Maria Conceição

Qualidade das águas de represas artificiais do Córrego da Olaria Pindorama – SP: perspectivas para o controle e manejo do solo e da água para usos múltiplos / Maria Conceição Lopes. -- Jaboticabal, 2019

76 p. : tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Marcilio Vieira Martins Filho

Coorientador: Antonio Lucio Mello Martins

1. Recurso Hidrico. 2. Erosão. 3. Reservatórios. 4. Bacia hidrográfica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: QUALIDADE DAS ÁGUAS DE REPRESAS ARTIFICIAIS DO CÓRREGO DA OLARIA PINDORAMA - SP: PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE E MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA PARA USOS MÚLTIPLOS

AUTORA: MARIA CONCEIÇÃO LOPES
ORIENTADOR: MARCÍLIO VIEIRA MARTINS FILHO
COORIENTADOR: ANTONIO LUCIO MELLO MARTINS
COORIENTADOR: JOSÉ GALIZIA TUNDISI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCÍLIO VIEIRA MARTINS FILHO
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA
Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisador Dr. NILTON EDUARDO TORRES ROJAS
Instituto de Pesca Continental / São José do Rio Preto/SP

Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RENATO FARIAS DO VALLE JUNIOR
Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM / Uberaba/MG

Jaboticabal, 30 de setembro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA CONCEIÇÃO LOPES - Filha de Waldemar Lopes e Conceição Domingues Bueno Lopes. Nasceu em Campinas - SP, em 05 de outubro de 1965. Graduou-se em Ciências Biológicas pelo Instituto Municipal de Ensino de Catanduva IMES-Catanduva em 2008. É mestre em Agronomia, Ciência do Solo, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-UNESP, Jaboticabal em 2011 Realizou o curso de aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas no Instituto Internacional de Ecologia - IIE, no município de São Carlos - SP, em 2015. Desenvolve seu trabalho de pesquisa no Polo Regional Centro Norte - APTA - SAA, município de Pindorama-SP, onde é membro da equipe técnica de projetos de Educação Ambiental com ênfase em recursos hídricos, e atua nos seguintes temas de pesquisa: Monitoramento de quantidade e qualidade de água, Uso e manejo do solo e da água em bacia hidrográfica e Política de uso do solo.

“Toda a glória
Toda vitória
Eu sei pertence a Ti

Toda honra, todo o louvor
Entrego a Ti,
Porque sem ti, não estaria aqui”

(Letra de Louvor a Deus –Diante do Trono)

As minhas filhas, Mariana, Izabella, Angélica e meu genro Arnaldo por serem a razão desta minha conquista, pela dedicação, compreensão e soliedariedade em todos os momentos e por todo amor que me deixa ainda mais forte para superar novos desafios.

DEDICO

.

.

A minha mãe Conceição Domingues Bueno Lopes por ser meu maior incentivo, meu amparo, sendo que sem o seu apoio eu não conseguiria esta conquista.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me permitir realizar este sonho, por todos os seus cuidados diários, sou imensamente grata por cada vida que ele colocou em minha vida para realização deste trabalho. Deus abençoe a cada um de vocês!

À minha família, pelo amor dedicado, incentivo, e todo apoio. Amo muito vocês!

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado em Agronomia (Programa Ciência do Solo).

Ao Prof. Marcilio Vieira Martins Filho, pela orientação, colaboração, confiança e amizade.

Ao Dr. Antonio Lucio Mello Martins, Diretor Técnico de Divisão do Polo Regional Centro Norte, agradecimento especial pela coorientação, confiança, oportunidade e imensa colaboração

Ao Prof. José Galizia Tundisi pela coorientação, sugestões e contribuições neste projeto de pesquisa.

À Profa. Teresa Cristina Tarlé Pissarra, uma gratidão especial por tanta solidariedade, parceria, ensinamentos, disponibilidade, confiança, carinho e amizade.

Ao Polo Regional Centro Norte, órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, pela cooperação para a execução desse trabalho.

Agradecimentos especiais as estagiarias Katia e Alessandra, e pelo funcionário Aparecido Celso “Cidinho”, pela dedicação, contribuição na coleta de dados. Vocês foram essências para realização deste trabalho.

Agradecimento especial à doutora Renata Cristina Araújo Costa, pelo conhecimento compartilhado, amizade dedicada e contribuição na área de geomática.e na estatística.

A Liminologa Corina Sidagis Galli do Instituto Internacional de Ecologia em São Carlos pelas valiosas sugestões e amizade compartilhada.

Ao Profa. Vera Lucia Abdala da Instituto Federal do Triangulo Mineiro, pela amizade e ensinamentos compartilhados.

Aos pós-graduandos, dos Departamentos: Engenharia Rural e Solos e Adubos, Renata, Rafael, Mariana, Andréa, Valera, Hygor, Gabriela e Poliana, pela amizade, carinho e bons momentos compartilhados.

A todos os professores pelo aprendizado e pela troca de conhecimentos ao longo desta etapa.

À Banca Examinadora pela participação e contribuições fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A todos que de forma direta ou indireta influenciaram ou colaboraram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1 Bacias Hidrográficas 3
2.2 Manejo do Solo 6
2.3 Reservatórios Artificiais 7
2.4 Qualidade da Água 8
3 MATERIAL E MÉTODOS 9
3.1Caracterização da Área de Estudo 9
3.2 Qualidade da água nas represas artificiais situadas na Microbacia do Córrego da Olaria 13
3.3 Caracterização das represas artificiais 15
3.3.1 Represa Artificial Principal (AP) 16
3.3.2 Represa Artificial Voçoroca (AV) 17
3.4 Dados climatológicos, pluviométricos e análise dos dados experimentais ... 21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
4.1 Características Morfométricas 21
4.2 Qualidade da água dos reservatórios artificiais da Microbacia Córrego da Olaria 22
5 CONCLUSÕES 55
6 REFERÊNCIAS 56

QUALIDADE DAS ÁGUAS DE REPRESAS ARTIFICIAIS DO CÓRREGO DA OLARIA PINDORAMA – SP: PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE E MANEJO DO SOLO E DA ÁGUA PARA USOS MÚLTIPLOS

RESUMO - O estudo da dinâmica hídrica das represas artificiais é de extrema importância para melhorar a qualidade e os usos múltiplos da água e compreender os processos de integração entre o uso do solo e água em bacias hidrográficas. O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros físico-químicos do recurso hídrico de duas represas artificiais, e correlacioná–los com o uso e manejo do solo na microbacia do Córrego da Olaria, Pindorama-SP. Foram analisadas mensalmente *in loco,* em perfis verticais, os parâmetros químicos e físicos nas duas represas com diferentes usos do solo no seu entorno, tais como fragmentos de mata nativa e mata em regeneração localizadas no Polo Regional Centro Norte. A classificação do uso do solo foi feita por técnica de detecção visual em uma imagem multiespectral de satélite *LandSat* 8 - bandas espectrais, sensor OLI. Os usos do solo observados foram com atividades agrícolas e vegetação natural. Foram selecionados para análise da qualidade de água os parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água (T), sólidos totais dissolvidos (TDS), condutividade elétrica (CE), turbidez (TD) e Potencial de oxirredução (ORP). Os dados foram analisados em estatísticas descritiva. As diferenças entre as médias dos parâmetros foram analisadas usando *box plot*, e avaliados de acordo com os valores determinados pela Resolução CONAMA n°357/2005. O parâmetro CE registrou o valor médio de 240 µS cm^{-1} e 330 µS cm^{-1}, o qual está acima da legislação que determina 100 µS cm^{-1}. Os valores de pH 5,8 e OD de 1,50 mg L^{-1} apresentaram-se em desconformidade com a Resolução na represa artificial com mata em regeneração, a qual também apresentou o maior valor de temperatura. A turbidez apresentou valor de 10 ntu, e 90 ntu, o qual encontra-se em limite aceitável de 100 ntu nas duas represas. O ORP apresentou dentro dos limites determinados na portaria MS 2914/2011 em ambas represas artificiais.

Contudo, ressalta-se que os parâmetros relacionados com transporte de matéria orgânica e sedimento advindos de área agrícola, a saber: CE, TDS e turbidez tiveram os maiores valores na represa com fragmento de mata. Este resultado está relacionado ao manejo do solo e ao gradiente da declividade do terreno nas margens dos reservatórios, sendo esses os fatores que mais interferem na qualidade do recurso hídrico.

Palavras-Chave: recurso hídrico, erosão, reservatórios, bacia hidrográfica.

QUALITY OF WATER RESOURCES OF ARTIFICIAL DAMS IN CORREGO DA OLARIA PINDORAMA - SP: PERSPECTIVES FOR SOIL AND WATER CONTROL AND MANAGEMENT FOR MULTIPLE USES

ABSTRACT – The study of the water dynamics of artificial dams is of utmost importance to improve the quality and multiple uses of water and to understand the processes of integration between land use and water in watersheds. The objective of this study was to evaluate the physicochemical parameters of the water resource of two artificial dams, and to correlate them with land use and management in the Córrego da Olaria, Pindorama-SP. In vertical profiles were analyzed monthly on site, the chemical and physical parameters in the two dams with different land uses in their surroundings, such as fragments of native forest and regenerating forest located in the Polo Regional Centro Norte. Land use classification was made by visual detection technique in a LandSat 8 multispectral satellite image - spectral bands, OLI sensor. The observed land uses were with agricultural activities and natural vegetation. The parameters pH, dissolved oxygen (OD), water temperature (T), total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), turbidity (TD) and Oxidation potential (ORP) were selected for water quality analysis. Data were analyzed using descriptive statistics. Differences between parameter means were analyzed using box plot and evaluated according to the values determined by CONAMA Resolution No. 357/2005. The EC parameter recorded the average value of 240 µS cm^{-1} and 330 µS cm^{-1}, which is above the legislation that determines 100 µS cm^{-1}. The pH values 5.8 and OD of 1.50 mg L^{-1} were not in accordance with the resolution on the artificial dam with regenerating forest, which also had the highest temperature value. The turbidity presented a value of 10 ntu, and 90 ntu, which is in an acceptable limit of 100 ntu in both dams. The ORP presented within the limits determined in Ordinance MS 2914/2011 in both artificial dams. However, it is noteworthy that the parameters related to transport of organic matter and sediment from the agricultural area, namely: EC, TDS and turbidity had the highest values in the forest fragment dam. This result is related to soil management and the slope gradient of the reservoir margins, which are the factors that most affect the quality of water resources.

Keywords: water resources, erosion, reservoirs, watershed.

1 INTRODUÇÃO

O estágio de preservação e a manutenção da qualidade dos recursos naturais em bacias hidrográficas são fatores de extrema importância e devem ser considerados para o planejamento de técnicas e práticas de manejo e conservação do solo e da água.

A bacia hidrográfica é também, importante unidade a ser considerada para avaliar os efeitos dos sistemas de manejo do solo à qualidade e quantidade de material lixiviado durante eventos erosivos (LIRA e RIGO; 2019, BESEN et al., 2018; ALVAREZ et al., 2014; TUNDISI, 2008). O manejo inclui práticas aplicadas a um solo visando a produção agrícola, sendo que o emprego inadequado dessas praticas ao solo, favorece o transporte de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica pela erosão hídrica, interfere na qualidade e quantidade do recurso hídrico, até atingir as áreas de recarga da bacia. Este fenômeno pode desencadear uma série de problemas econômicos e ambientais, redução na produtividade agrícola e na qualidade do abastecimento de água (FALCÃO e LEITE, 2018; TUNDISI, 2018; BISPO et al., 2017).

Ecologicamente, os reservatórios são lagos artificiais construídos para armazenamento de água e funcionam como sistemas de passagem entre rios. Eles são ambientes intermediários entre rios e lagos (PENTEADO et al., 2017), possuem estruturas físicas especificas, dependentes da superfície e dos usos e manejo do sistema produtivo (POMPEO, 2017).

De acordo com a história, os reservatórios artificiais foram primeiramente construídos para fins de irrigação e, posteriormente, para a prevenção de cheias e, também, para atender outros usos, incluindo aumento de vazão para irrigação de lavouras, navegação, abastecimento de água potável, pesca, abastecimento industrial e mais recentemente geração de energia e recreação (TUNDISI e MATSUMURA, 2008).

Como os reservatórios são utilizados para usos múltiplos da água, o diagnóstico da qualidade do recurso hídrico, a avaliação de impactos e o monitoramento são essenciais para a compreensão dos processos de integração que ocorrem na bacia hidrográfica (TUNDISI e MATSUMURA, 2008). Os

reservatórios apresentam, ainda, amplas interações de natureza ecológica, econômica e social e são essenciais para o armazenamento do recurso hídrico no sistema produtivo agrícola.

A qualidade da água é representada pelo conjunto de características físicas, químicas e biológicas. Os padrões de classificação indicam a segurança para os usos múltiplos e, são de extrema importância para definir um conjunto de critérios e normas para a determinação da qualidade da água em reservatórios, que irão variar com a sua finalidade. Para caracterizar a água são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem limites de segurança quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Para os estudos de qualidade de água em represas artificiais, é necessária a caracterização das mesmas por meio dos parâmetros morfométricos e avaliação da água em profundidade e em espaços específicos realizada por amostragem estratificada.

Os parâmetros morfométricos de um reservatório podem fornecer algumas informações sobre o desempenho do ecossistema aquático. Esses parâmetros são divididos em primários, quando obtidos diretamente, e secundários, por meio de relações entre os parâmetros primários. Os principais parâmetros morfométricos que influenciam o ambiente aquático são: área (A), volume (V), profundidade máxima (Zmáx), perímetro (P), comprimento máximo (Cmáx), largura máxima (Lmáx), área da bacia de drenagem (Abacia), altitude, profundidade média (Zméd), largura média (Lméd), profundidade relativa (Zr), desenvolvimento do volume declividade das margens (Dv), fator de envolvimento (F). Existem alterações morfométricas importantes que podem ocorrer em um reservatório, resultantes das atividades humanas e dos próprios eventos que ocorrem na bacia hidrográfica (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008).

O fenômeno da estratificação em reservatórios é essencial para a disposição e o funcionamento dos ecossistemas lacustres, e a diferença das variáveis em profundidade no reservatório é evidenciada por três regiões distintas: uma superficial, uma região intermediária, e uma mais profunda. Quanto ao parâmetro temperatura, a região superficial de maior temperatura, mais aquecida e menos

densa, chama-se epilímnio; a região intermediária – metalímnio (em grego expressa “lago que muda”) e a mais profunda, de menor temperatura e maior densidade – hipolímnio. No metalímnio, a região em que a mudança da temperatura é mais evidenciada foi designada termoclina (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008).

Estudos têm sido realizados em reservatórios para pesquisas de biomonitoramento de espécies (MELO et al., 2018), índice da qualidade ambiental e qualidade da água (OLIVEIRA e BICUDO, 2017), caracterizações limnológicas (DE-CARLI et al., 2018) e eutrofização (SILVA et al., 2018). Tundisi (2018) estudou a dinâmica ecológica do reservatório aplicando a “tecnologia verde” e comprovou que a otimização de múltiplos usos pode ser útil, para o planejamento de novos reservatórios que forneçam serviços ecossistêmicos.

Neste trabalho, o objetivo foi avaliar os parâmetros físico-químicos do recurso hídrico de dois reservatórios artificiais, e correlacioná–los com o uso e manejo do solo na microbacia do Córrego da Olaria – Pindorama – SP. Assim, a hipótese dessa pesquisa é que o uso ocupação e manejo do solo que se adotam ao entorno dos reservatórios influenciam na qualidade hídrica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bacias Hidrográficas

A área de uma bacia é determinada por seu divisor topográfico, esta área formada de terra armazena a água no sistema que forma um conjunto de nascentes e tributários, com vazão afluente, que converge para um curso principal da rede de drenagem, denominada exutório ou foz. Neste sentido, a influência da área da bacia hidrográfica é muito forte, visto que, a sua extensão está relacionada à maior ou menor quantidade de água que ela pode captar.

A Lei n° 9433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de

Recursos Hídricos determina que a bacia hidrográfica é uma unidade territorial de estudo e gestão (BRASIL, 1997).

Para Tucci e Mendes (2006), a bacia hidrográfica é a área que contribui no escoamento da água por gravidade para os rios. Em cada seção existente de um rio haverá uma bacia hidrográfica, sendo que a área é formada pela topografia da superfície e suas principais características são: a área de drenagem, o comprimento do rio principal, a declividade do rio e a declividade da bacia. São formadas de unidades naturais para a análise de ecossistemas, apresentando características próprias, que são utilizadas para confirmar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas (CASTRO, 1980).

As bacias hidrográficas podem ser classificadas com base em vários parâmetros de características geométricas, área de drenagem, forma, densidade de drenagem e declive médio (ROCHA e KURTZ, 2001). Segundo Christofoletti (1974), as bacias de drenagem são classificadas como perenes: onde há um fluxo de água durante todo o ano, ou pelo menos em 90% do ano, em um canal bem definido; podem ser intermitentes: havendo fluxo durante a estação chuvosa, ou ainda, 50% do período ou menos; e podem ser considerada transitórias: só havendo fluxo de água durante as chuvas ou períodos chuvosos, sendo que os canais não são precisamente definidos.

Em relação ao ordenamento das bacias, o método de Sthraler (1957), propõe a classificação de acordo com seus tamanhos baseados nas redes de canais hidrográficos. Os canais hidrográficos (nascentes) são denominados de 1ª ordem, quando ocorre a junção de dois canais primários forma-se um de 2ª ordem, e assim sucessivamente. Ainda de acordo com o autor, com a junção de duas microbacias primárias constitui-se uma microbacia maior, de segunda ordem, e assim ininterruptamente, até a formação da bacia hidrográfica de um rio.

As dimensões de bacias hidrográficas apresentadas na literatura são variadas de acordo com cada autor. Para Rocha e Kurtz (2001), a dimensão da bacia hidrográfica é determinada na região do País e no tipo de cartas topográficas existentes, com extensões entre 20.000 ha a 300.000 ha, sendo que as áreas maiores devem ser divididas em microbacias. Segundo Lima (2008), para as microbacias não há limite de tamanho em sua caracterização. Estas podem

apresentar extensões de 1ha até 40 ha ou mais, ou em algumas condições, atingir até 100ha ou mais.

Há vários conceitos aplicados na definição de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos. e social, pois estas são feitas para a produção de água, conservação e manejo (ROCHA e SANTOS, 2018; RODRIGUES et al., 2011; OKI, 2002). É considerada como menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Podem ser utilizadas como unidade básica para a gestão dos recursos hídricos, para designar os segmentos fluviais primários, para gerenciar áreas de proteção focadas a partir de nascentes de rios, bem como, na análise do uso e a ocupação do solo, em busca de otimização do sistema hídrico (PEREIRA, 2018; ZANATA, 2013; QUEIROZ, 2010; SANTOS OLERIANO e DIAS, 2007).

As características geomorfológicas da formação de uma microbacia, tais como área, forma, densidade de drenagem, e declividade, estão diretamente relacionadas ao seu funcionamento hidrológico, assim como os processos hidrológicos de precipitação, escoamento superficial direto, infiltração da água no solo, fluxo de base, vazão, deflúvio, e interações com o meio (PEREIRA, 2018; RODRIGUES et al., 2016; LIMA, 1994; LIMA e ZAKIA, 1998).

A adoção de um programa permanente de monitoramento de quantidade de água em microbacia experimental é indispensável para alcançar um manejo sustentável. Deste modo, a microbacia experimental pode servir como laboratório natural para estudos de médio e longo prazo, visando à comparação de diferentes práticas de manejo e uso e ocupação do solo, na busca da minimização de impactos ambientais (TUNDIS, 2008; LIMA e ZAKIA, 1996).

De acordo com Cazula e Mirandola (2010), Tucci e Mendes (2006), a bacia hidrográfica é compreendida como uma unidade natural e um receptor das interferências naturais e antrópicas que ocorrem em sua área, tais como: topografia, precipitação, vegetação, clima, uso e ocupação do solo. Deste modo, o recurso hídrico é o reflexo da contribuição das áreas em seu entorno, que é a sua bacia hidrográfica (SIMEDO et al., 2018; RODRIGUES, 2016; PISSARRA; 2014).

Para entender a bacia hidrográfica como unidade territorial, não se pode adotar o conceito clássico que a define apenas como a rede de drenagem e suas conexões. Deve ser vista como área de gerenciamento, planejamento e ação, envolvendo aspectos ecológicos, econômicos e sociais, a partir de políticas públicas e privadas, tecnologias e educação, usuários e cidadãos, e, assim, promover a preservação e a recuperação dos recursos hídricos (SANTOS, 2018; SCHUSSEL e NASCIMENTO NETO, 2015; RODRIGUES et al., 2011; PORTO e PORTO, 2008; TUNDISI, 2003; PISSARRA, 2002).

É evidente a importância do planejamento e a realização de trabalhos neste âmbito mencionado, e por isso, as bacias hidrográficas estão sendo muito estudadas, permitindo simular parte do ciclo hidrológico e identificar as alterações ocorridas em seu meio, no qual, em grande parte, ocorrem por interações antrópicas (TUNDISI et al., 2018; SIMEDO, 2018; STEFFEN et al., 2014).

As microbacias hidrográficas são unidades territoriais de menor dimensão, que possuem grande valor por seus diversos serviços ambientais gerados, e podem ser utilizadas na realização de trabalhos científicos. São inúmeras as pesquisas em microbacias e grandes bacias hidrográficas, e os resultados comprovam que o uso e ocupação e o manejo do solo podem interferir na dinâmica de seu funcionamento, comprometendo a qualidade e quantidade da água (TUNDISI, 2018; SIMEDO, 2017; VALERA et al., 2018; RODRIGUES et al., 2016; MARTINS, et al., 2015; OKI 2002; LIMA e ZAKIA, 1996).

2.2 Manejo do Solo

O manejo do solo é o conjunto de todas as práticas aplicadas a um solo visando a produção agrícola. Compreende operações de cultivo, práticas culturais, práticas de correção e fertilização, entre outras. Em geral, são utilizadas práticas tradicionais de conservação do solo, como o plantio entre terraços locados em nível e/ou em desnível. Os métodos de manejo do solo variam em extensão de superfície do terreno trabalhada, em profundidade de preparo e em grau de fragmentação da massa de solo mobilizada (SANTANA et al., 2018; COLOMBO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2015). As características físicas do solo, a localização,

relevo, vegetação, tipos e graus de erosão, suprimento de água, clima, impedimentos à mecanização, ou seja, o conhecimento do solo e os elementos que se relacionam a este recurso permitem o entendimento da base para o correto manejo.

A agricultura conservacionista contempla, entre outras práticas: redução ou eliminação de mobilizações de solo; preservação de resíduos culturais na superfície do solo; manutenção de cobertura permanente do solo; ampliação da biodiversidade com cultivo de múltiplas espécies, em rotação ou consorcio de culturas, uso de adubos verdes ou de culturas de cobertura de solo; diversificação de sistemas agrícolas produtivos, como sistemas agropastoris, agroflorestais e agrosilvipastoris; manejo integrado de pragas, patógenos e plantas daninhas; uso preciso de agroquímicos; controle de tráfego de máquinas e de equipamentos agrícolas; emprego de práticas mecânicas para controle de erosão; e abreviação do intervalo entre a colheita e a semeadura da cultura subsequente (EMBRAPA, 2016; FAO, 2015).

Esse conjunto de práticas almeja a sustentação produtiva dos sistemas agrícolas, prevenindo a poluição e a degradação do solo e da água. A conservação e o bom manejo do solo na agricultura são garantia para a qualidade do recurso hídrico no sistema. Por meio da utilização da agricultura de conservação, evitamos problemas de erosão de solo, que comumente causam assoreamentos de rios e córregos em áreas de solos degradados (BISPO, 2017; TUNDISI e TUNDISI, 2010; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005).

2.3 Reservatórios Artificiais

Reservatórios artificiais também intitulados de represas artificiais são ecossistemas aquáticos de grande importância, pois são considerados como base liminológica e ecológica e, ainda, são utilizados para diversos e variados usos, os quais interferem na qualidade da água, em mecanismos de funcionamento e comunidade aquática nos rios e bacias hidrográficas (TUNDISI e MATSIMURA, 2008).

Reservatórios artificiais têm ampla interação em termos de natureza ecológica, econômica e social com as bacias hidrográficas. Para uma melhor

compreensão dos mecanismos de funcionamento dos ecossistemas dos reservatórios, é necessária uma abordagem integrada de observação, experimentação e mensuração. O processo de rede de inter-relações, efeitos diretos e indiretos devem ser estudados qualiquantitativamente (POMPEU, 2017; TUNDISI e MATSIMURA, 2008).

As barragens são as estruturas físicas que represam um curso de água. Já os reservatórios são o acúmulo de água resultante da construção dessas barragens.

No Brasil existem 382 represas artificiais das quais 70% são as de usinas hidroelétricas e 30% reservatórios artificiais/barragens. A Agência Nacional de Águas (ANA), realiza o monitoramento hídrico dos reservatórios artificiais do país e possui desde o ano de 2013, um sistema online de acompanhamento de reservatórios – SAR, com os principais dados operativos. Essa plataforma apresenta dados como diferentes volumes de água por região, do armazenamento de água nos reservatórios, do controle de cheias e uso múltiplo das águas, considerando a otimização energética e o gerenciamento do recurso hídrico (ANA, 2019).

Certas áreas, no Brasil, já têm suas represas de água para o abastecimento público parcialmente ameaçadas (OLIVEIRA e BICUDO, 2017). Entre as diversas causas que se relacionam a essa circunstância, o uso/ocupação e o manejo impróprio do solo, a gestão insustentável dos recursos hídricos e o crescimento exponencial da população são as mais relevantes (TUNDISI, 2003).

A gestão dos reservatórios deve estar de acordo com a gestão das bacias hidrográficas e articulada com o planejamento regional delas. Esta gestão pode ser instrumento eficiente de desenvolvimento socioambiental e econômico, possibilitando novas alternativas de múltiplos usos, associados à garantia da qualidade da água dos tributários do reservatório. Para que haja uma gestão de recursos hídricos de forma integrada, exige-se a coesão de forças de diversos atores que utilizam a água como recurso principal na atividade produtiva, e os resultados das análises conjuntas dos trabalhos conduzidos nessa área podem constituir proposta de qualificação da gestão (PENTEADO, 2017; CAMPAGNOLI e TUNDISI, 2012).

2.4 Qualidade da Água

O monitoramento qualitativo e quantitativo dos corpos hídricos é essencial, para indicar a influência do manejo em uma bacia hidrográfica e realizar o controle da poluição das águas (SIMEDO et al., 2018; KOLM et al., 2016; BARRETO et al., 2014).

A qualidade da água pode ser avaliada por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, tais como pH, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade eléctrica e outros parâmetros (GARCIA et al., 2018; VALLE JUNIOR et al., 2014). Os valores obtidos, para os referidos parâmetros, contribuem com o plano de gestão em uma bacia, contextualizando uso e aplicação de práticas de conservação.

De acordo com Santos et al. (2018), Giri e Qiu (2016) e Santos e Hernandes (2013), as variações dos parâmetros analisados identificam a interferência do uso do solo na qualidade da água e detectam alterações das atividades de manejo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), na Resolução 357/2005, estabeleceu uma classificação para os corpos hídricos e forneceu diretrizes ambientais para o seu enquadramento (ANA, 2005). Sendo assim, é de suma importância obter valores da qualidade hídrica para estabelecer indicadores que podem colaborar em propostas de ações e de novas formas de gestão, visando à conservação do solo e da água em bacias hidrográficas (VALERA et al., 2018; DING et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1Caracterização da Área de Estudo

O local da realização do presente trabalho é a Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria (Figura 1). Ela está localizada nas coordenadas de latitude 21° 05' 47”S e longitude 49° 03' 02”W e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos, que por sua vez pertence à Bacia Hidrográfica dos rios Turvo e Grande.

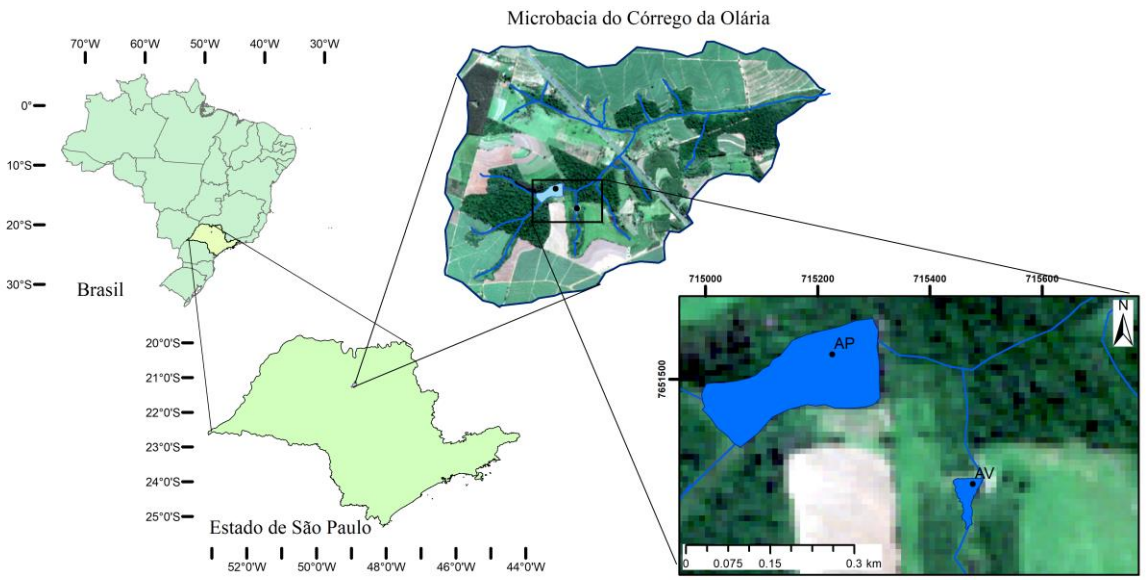


Figura 1. Localização da microbacia “Córrego da Olaria” Pindorama, SP.

Nesta microbacia situa-se o Polo Regional Centro Norte - APTA em Pindorama, SP, região noroeste do Estado de São Paulo. A cidade localiza-se na Divisão Territorial da Região de São José do Rio Preto e comarca de Catanduva, com posição geográfica definida nas coordenadas, latitudes 21º11’09’’S e longitude 48º54’26’’W. Com extensão aproximada de 185 km^2, entre as altitudes de 498 m a 594 m. (PASSOS et al. 1974). O clima enquadra-se, segundo a Classificação Climática de Köppen, em Aw, definido como clima mesotérmico de inverno seco, onde a temperatura média do mês mais frio é abaixo de 18ºC e do mês mais quente, acima de 22 ºC.

Nesta região, a precipitação média anual é de 1.340 mm. Geologicamente, as principais bacias hidrográficas do município encontram-se na Bacia do Paraná. Estratigraficamente, a área pertence ao Grupo Bauru, Formação Adamantina (Ka) e Grupo São Bento, Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas (JKsg).

O relevo é ondulado nas partes de altitudes maiores, passando a suave-ondulado nas altitudes menores. A maior parte dos declives está compreendida entre 2% e 10%, havendo pequenas áreas quase planas de 0% a 2% de declive,

nos topos das elevações e nas várzeas, e algumas com declives entre 10% e 20% próximas aos cursos d'água.

As principais unidades de solos encontradas na região, são classificadas de acordo com o mapa pedológico do Estado de São Paulo de Oliveira et al. (2002), como Argissolos - que ocupam as nascentes nas cotas superiores, em um relevo mais acidentado, e no relevo mais suave ocupam a área à jusante nas microbacias. Lepsch e Valadares (1976), determinaram seis unidades de solos distintas, no Polo Regional Centro Norte, sendo as de maior ocorrência a unidade Pindorama (302,7 ha), Serrinha (47,9 ha) e Concreção (44,8 ha). De acordo com a classificação de Veloso et al. (1991), a região é caracterizada como de Floresta Estacional Semidecidual. As ocorrências e distribuições do uso e ocupação do solo são principalmente com agricultura, com destaque para cultura de cana-de-açúcar.

A Unidade Sede do Polo Regional Centro Norte possui 532,8 ha e 120 ha de mata nativa dividida em três fragmentos que foram transformados em Reserva Biológica, com a criação da Lei Estadual nº 4.960 de 06 de janeiro de 1986. O limite da propriedade na extremidade oeste situa-se em parte no divisor de águas das bacias dos Rios Tietê e Turvo e a unidade está inserida na sub-bacia do rio São Domingos. O restante da área do Polo é destinado à experimentação agrícola com as seguintes culturas: seringueira, amendoim, cana-de-açúcar, pupunha, urucum, manga, goiaba, mandioca, milho, sorgo (Figura 2).

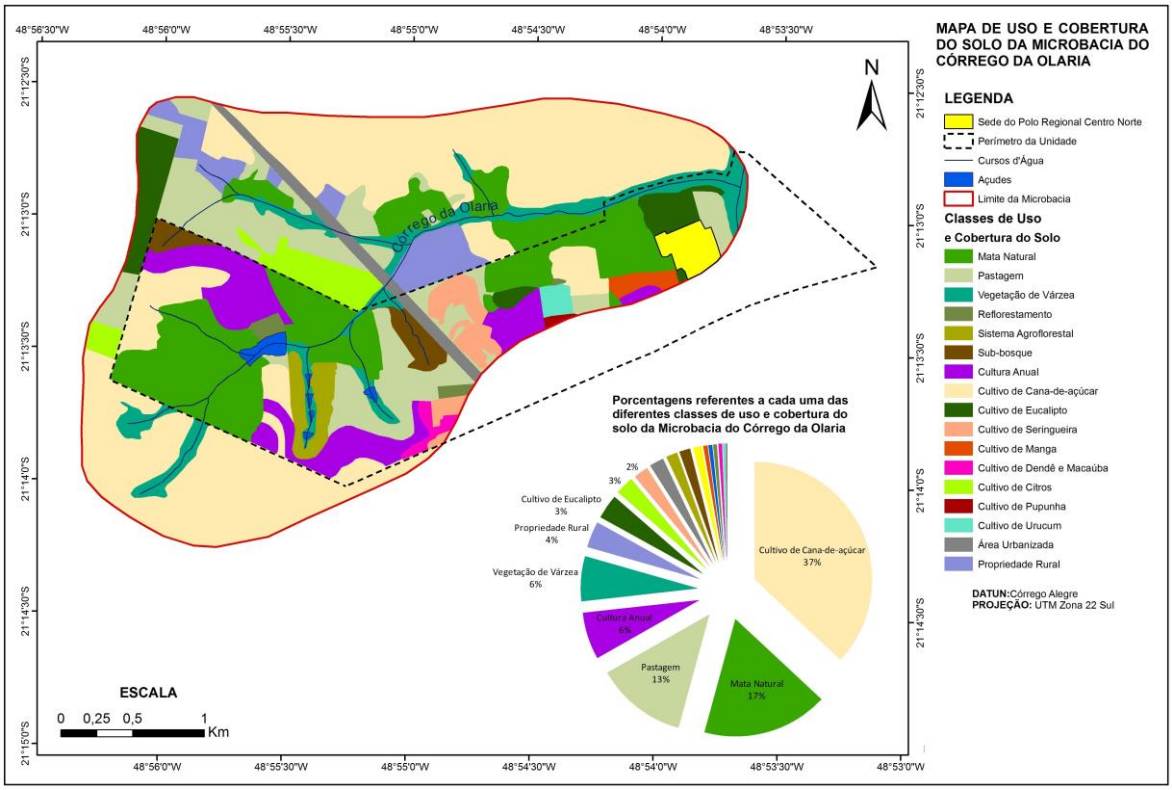


Figura 2. Uso e da cobertura do solo da microbacia Córrego Olaria Pindorama, SP.
Fonte: Relatório técnico projeto Fapesp 2013/11932-1.

Para o estudo mais detalhado, a microbacia foi dividida em sub-bacias, baseado em seus divisores topográficos internos, e assim cada área foi analisada individualmente quanto as suas características morfométricas em: área, hierarquia fluvial, perímetro, maior comprimento, maior largura, comprimento total da rede de drenagem e declividade, de acordo com a metodologia de Horton (1945) modificada por Strahler (1957).

A Unidade possui uma represa artificial principal (AP) instalada na década de 70. Suas águas represadas são utilizadas na irrigação por aspersão convencional nas culturas de feijão, milho safrinha, trigo, aveia e outras. Para o uso da água, nas áreas do Polo existem também outros dois tipos de irrigação, microaspersão e gotejamento, em plantios de culturas perenes como pupunha e pêssego. Esses três sistemas de irrigação (aspersão convencional, microaspersão e gotejamento) são monitorados a partir do balanço hídrico, o qual é calculado com dados gerados pela estação meteorológica existente na Unidade.

Há ainda na Unidade, quatro represas artificias (AV) que foram construídas para conter uma voçoroca, utilizando prática conservacionista de “estabilização de voçoroca” no ano de 1998. Elas apresentam matas ciliares implantadas e áreas em

estado de regeneração natural e, ainda, contribuem para a vazão do “Córrego da Olaria”, o qual percorre cerca de 5 km dentro da Unidade e deságua no rio São Domingos.

3.2 Qualidade da água nas represas artificiais situadas na Microbacia do Córrego da Olaria

Para avaliar a qualidade do recurso hídrico foram selecionadas duas áreas nas represas AP e AV, conforme Figura 3.

As coletas de dados foram realizadas *in loco*, mensalmente, efetuadas em dois dias, considerando um dia para cada represa, no período da manhã com inicio as oito horas e finalização as onze horas, em três pontos centrais georreferenciados em cada represa artificial (AP e AV) (Tabela 1).

Em cada ponto (jusante, centro e montante) foi realizada a análise no perfil vertical, para caracterizar aspectos químicos e físicos da coluna d’água em cada represa artificial. Os parâmetros foram coletados em profundidade, evidenciada por três regiões distintas: uma superficial, uma região intermediária, e uma mais profunda. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, turbidez, potencial de oxirredução – ORP. Utilizou-se para avaliação da qualidade da água uma sonda de profundidade da marca HORIBA, modelo W23-XD. As amostragens dos parâmetros físico-químicos no perfil vertical, ou coluna d´água, foram realizadas nas profundidades de 1 m (camada superficial), 2 m, 3 m (camada intermediária) e 5 m (camada profunda). Em cada ponto analisado, as amostras foram tomadas com três repetições.

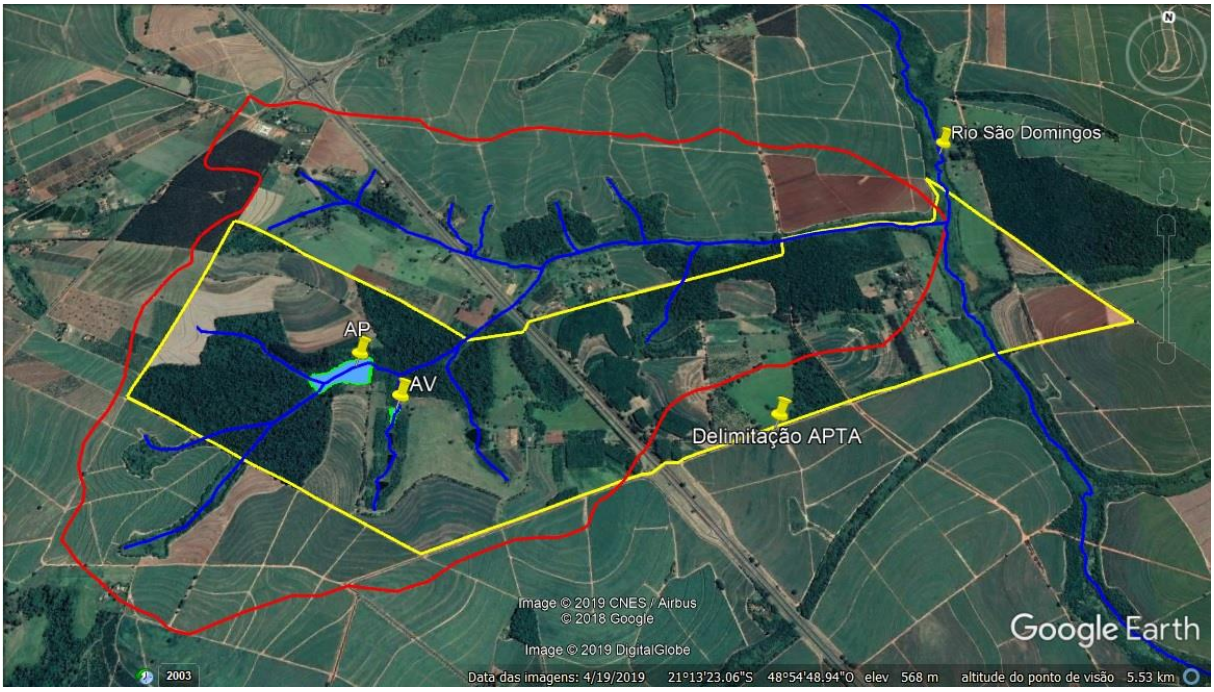


Figura 3. Localização das áreas de estudo na microbacia “Córrego da Olaria” Pindorama, SP.

Tabela 1. Latitudes e Longitudes de cada ponto cadastrado de coleta de dados na represas artificiais AP e AV.

Pontos Análise	Coordenadas	Latitude	Longitude	Altitude (m)
AP - P1 Jusante	UTM, zona 22K	21°13'30.90"S	48°55'32.44"O	548
AP - P2 Centro	UTM, zona 22K	21°13'31.47"S	48°55'36.56"O	553
AP - P3 Montante	UTM, zona 22K	21°13'31.85"S	48°55'38.49"O	554
AV - P1 Jusante	UTM, zona 22K	21°13'37.15"S	48°55'26.27"O	549
AV - P2 Centro	UTM, zona 22K	21°13'38.00"S	48°55'26.25"O	550
AV - P3 Montante	UTM, zona 22K	21°13'38.67"S	48°55'26.22"O	551

A avaliação da qualidade da água nos corpos de águas foi fundamentada com enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), correlacionando-a com as possíveis fontes poluidoras de origem antrópica ou natural, pontual ou difusa, associadas ao manejo do uso e ocupação do solo.

O resumo dos padrões de qualidade da água superficial, para fins de pesca ou uso com irrigação, para fins de consumo intensivo, recomendados pela norma Federal (CONAMA 357/2005) e do Estado de São Paulo (CETESB 8.468/1976) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo dos padrões de qualidade da água pela norma Federal (CONAMA 357/2005) e do Estado de São Paulo (CETESB 8.468/1976).

	Água superficial	
Parâmetros	Federal	Estado de São Paulo
Temperatura em ^{o}C	*	*
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,0 a 9,0	*
Condutividade elétrica (CE)	≤ 100 µS/cm	*
Sólidos totais dissolvidos (STD)	≤ 500 mg/L	*
Oxigênio dissolvido (OD)	≤ 5 mg/L	5 mg/L
Turbidez (Tb)	≤ 100 NTU	*

*Não existe limite de detecção para esses parâmetros. Fonte: CONAMA 357/2005 e CETESB 8.468/1976.

3.3 Caracterização das represas artificiais

A microbacia que contém a represa artificial principal (AP) tem área de abrangência de contribuição de 44 ha de primeira ordem de magnitude, com predominância de relevo suavemente ondulado.

Segundo registros de arquivos da Estação Experimental de Pindorama esta área apresentou como ocupação do uso do solo, no período de 1960 a 1972, fragmentos de mata nativa e plantação de eucalipto, a qual não apresentava mata ciliar em suas margens. A partir de 1972 até 1990 as culturas predominantes na época foram além de mata nativa e eucaliptos, café, citrus, cana-de-açúcar e soja. Em 1998 foi implantada mata ciliar na margem direita da represa artificial.

No período de 1990 a 2016 as culturas de milho, amendoim, mandioca, cana-de-açúcar foram estabelecidas no local. Em 2017 verificou-se a existência de áreas de mata nativa e eucaliptos. Acima da área de mata ciliar, foram conduzidos experimentos com irrigação para o plantio de amendoim, soja e milho e cana de açúcar. Esta região faz parte das áreas irrigadas, as quais representam 10 ha da

bacia de contribuição. Nas áreas de cultivos temporários, com 25 ha, são desenvolvidos, nos períodos chuvosos, o plantio de cana-de-açúcar.

A sub-bacia da represa artificial voçoroca (AV) tem área de abrangência de contribuição de 84,20 ha, de primeira ordem de magnitude, com predominância de relevo suavemente ondulado.

No período de 1960 a 1970, a área foi explorada com cultura de café e posteriormente até meados dos anos 1990 foi instalada pastagem com braquiária. O manejo inadequado e uma carga animal excessiva fizeram com que um processo de degradação se instalasse no local. A movimentação animal até a linha de água foi aos poucos delimitando sulcos, os quais evoluíram em proporção descontrolada resultando em uma voçoroca de aproximadamente 700 metros de extensão e em alguns pontos até 15 metros de profundidade. Essa voçoroca foi recuperada em 1998, com práticas conservacionistas para a “estabilização de voçoroca”, quando foram construídas represas artificias para a contenção da água proveniente das encostas e redes de drenagem, permanecendo em estado de regeneração natural, desde então.

Em 2011, foi implantado um reflorestamento de mata ciliar ao redor da rede de drenagem, onde há a área de preservação permanente (APP) da sub-bacia. Desde o ano de 2017, esta encontra-se em estado de regeneração florestal, apresentando um bom desenvolvimento das espécies arbóreas.

3.3.1 Represa Artificial Principal (AP)

Os solos do entorno da represa artificial principal (AP) podem ser classificados como férteis na margem direita e esquerda

Na área de entorno da represa artificial, principalmente na margem direita, encontra-se um fragmento de mata nativa e a mata ciliar que foi implantada no ano de 1998, que em 2019 encontra-se consolidada até as margens da represa artificial. Acima da mata em uma distância de 60 metros encontram-se as faixas de culturas anuais, como soja e amendoim (Figura 4).

Na margem esquerda, há ausência de mata ciliar e apresenta uma cobertura vegetal de gramíneas. Acima desta margem há áreas com faixas da cultura de soja. A classe de declive predominante está entre 4 e 6%. Importante ressaltar que estas áreas apresentam práticas conservacionistas como terraços em nível e em desnível.

Figura 4. Vista geral represa artificial - AP com os locais de coletas: 1- jusante, 2- centro e 3- montante.

3.3.2 Represa Artificial Voçoroca (AV)

Os solos do entorno da represa artificial voçoroca (AV) foram classificados como Argissolo eutrófico, Unidade Pindorama, considerando as margens da direita e da esquerda até a área do talude e do extravasor.

Na área de entorno, nas margens direita e esquerda, há áreas com mata ciliar implantadas no ano de 2011 ainda não consolidadas. Em 2011 foram plantadas cerca de 2500 espécies arbóreas nativas regionais intercaladas com seringueira e urucum. Acima da margem esquerda, em uma distância de 30 metros, encontra-se uma área de pastagem, com a divisa feita por carreador principal e mais a frente encontra-se uma área de plantio anual de soja. Na margem direita, acima da mata ciliar, há faixas de pastagens (Figura 5).

A classe de declive predominante é de 3 a 7%. Importante ressaltar que estas áreas apresentam práticas conservacionistas como terraços em nível e em desnível.

Figura 5. Vista geral represa artificial - AV com os locais de coletas: 1- jusante, 2- centro; 3 - montante.

3.3.3 Manejo do solo no entorno das represas artificiais açude voçoroca - AV e açude principal - AP no período de outubro de 2018 a julho de 2019

Represa Artificial - AV

A margem esquerda da represa encontra-se reflorestamento em área de preservação permanente (APP), com mudas nativas regionais e culturas agrícola de seringueira e urucum instalado em 2010. Na APP em outubro de 2018 houve controle de mato com roçadeira mecânica. Acima da APP há uma área de 8 ha de pastagem, após esta área existe um campo de soja, no qual foi realizado o plantio no mês de novembro de 2018 no sistema de plantio direto na palhada de milho em uma área de 15 há. Neste local foi aplicado o herbicida *Glifosato.* O ciclo para essa cultura foi de 120 dias, após a colheita no mês de fevereiro de 2019 houve o plantio mecânico de sorgo. O ciclo para essa cultura foi de 100 dias.

Na margem direita da represa artificial AV, acima da APP, foi instalado, em maio de 2018, talhão de cana-de-açúcar, em uma área de 23 ha utilizando sistema de meiose. As operações realizadas no período de maio a dezembro/2018 foram: terraceamento em nível, aplicação de corretivo de solo, sulcação, distribuição de mudas, plantio mecanizado e aplicação herbicida, aplicação inseticida tratorizado, operação de quebra lombo, e dessecação.

Represa Artificial – AP

A margem direita encontra-se área com fragmentos de mata nativa e área de preservação permanente APP, instalada em 1998, com 3,0 ha. Acima foi instalado plantio de cana-de-açúcar no sistema convencional em fevereiro de 2019. As operações realizadas no período de fevereiro a julho de 2019 foram: uso de grade aradora e subsolagem, aplicação de corretivo do solo e sulcação, distribuição de mudas, plantio mecanizado, aplicação de herbicida, quebra lombo e liberação de cortesia de inimigos naturais. Ainda no restante desta margem foi realizado o plantio de soja no mês de novembro de 2018, no sistema de plantio direto na palhada de milho, em uma área de 4,0 ha. Neste local foi aplicado o herbicida *Glifosato roundup*.

O ciclo para a cultura da soja foi de 120 dias, após a colheita no mês de fevereiro de 2019 houve o plantio mecânico de sorgo. O ciclo para essa cultura foi de 100 dias. Na faixa abaixo da área com sorgo foi plantada a cultura de mamona, em uma área de 2,0 ha. Nesta área utilizou-se a técnica de plantio manual e em seguida realizou-se controle de plantas daninhas utilizando capinas manuais O ciclo para essa cultura foi de 180 dias (Figura 6).

Figura 6. Vista geral de área de pastagem e das culturas de sorgo e cana-de-açúcar instaladas no entorno da represa artificial - AV e represa artificial AP.

3.3.4 Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água

Para análise do uso do solo no entorno dos pontos de análises de qualidade água situados na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), foi elaborado mapa das áreas de influência direta (AID) com projeções de áreas circulares com raios de 150 metros para cada um dos locais de análise de qualidade da água amostradas (Figura 7).

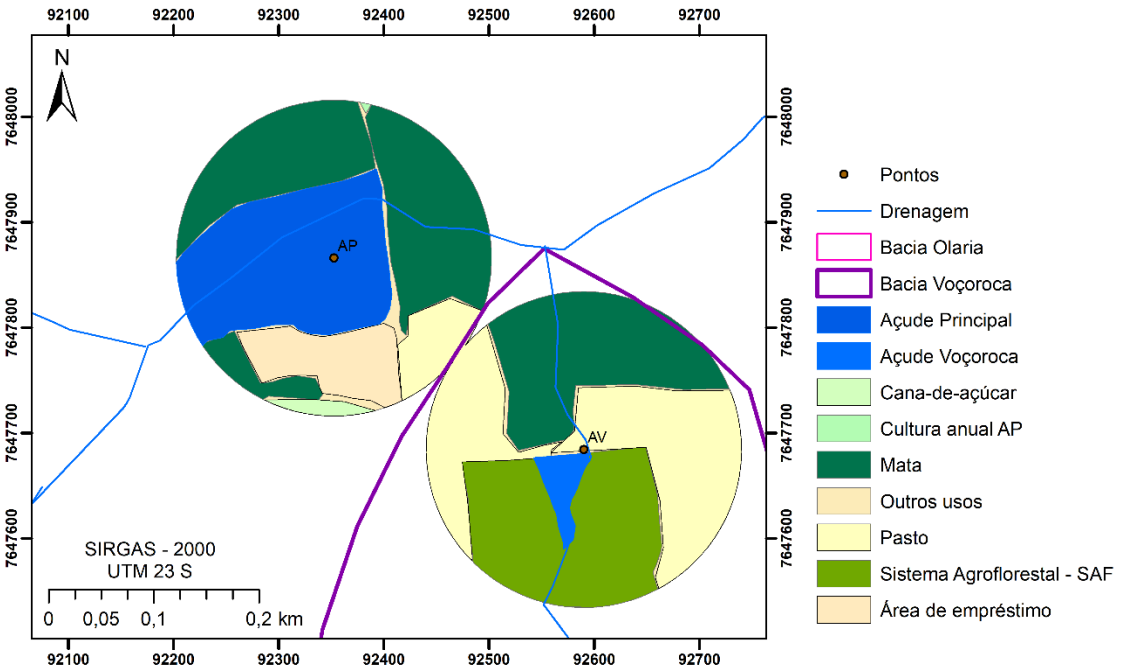


Figura 7. Mapa das áreas de influência direta (AID) no torno das represas artificiais AP e AV.

Tabela 3. Tamanho da área do uso do solo para cada sub-bacia: represa artificial - AV e represa artificial AP.

Usos - Buffer 150 m	AP	AV	Total
Área de empréstimo	0,802574		0,802574
Cana-de-açúcar	0,104837		0,104837
Cultura anual AP	0,005015		0,005015
Mata	3,073050	1,910210	4,983260
Outros usos	0,210128	0,113513	0,323641
Pasto	0,442860	2,651470	3,094330
Sistema Agroflorestal – SAF		2,176280	2,176280
Açude Voçoroca		0,220061	
Açude Principal	2,425930		
Total	7,064394	7,071534	11,48994

A partir da análise da abrangência das AID's estabelecidas para os locais de análises de qualidade da água, nas sub-bacias, verificou-se que, a AP apresenta vegetação preservada num raio de 150m, em quase todo o limite da circunferência, e apresenta ainda área de empréstimo que representa um espaço com cobertura vegetal de gramínea e área ocupada por pastagens. A sub-bacia AV apresenta uma menor área vegetada num raio de 150m, contém uma área de preservação

permanente – APP composta por implantação de Sistema Agroflorestal e o remanescente ocupado por pastagens.

3.4 Dados climatológicos, pluviométricos e análise dos dados experimentais

Os dados climatológicos e pluviométricos foram coletados na Estação Meteorológica Automática (EMA) instalada no Polo Regional Centro Norte, e processados pelo sistema do Centro integrado de informações agrometeorológicas (CIIAGRO), que disponibiliza os dados diários. A EMA está a dois quilômetros de distância do reservatório artificial AP e um quilômetro do reservatório AP.

Para a análise dos dados experimentais, os valores obtidos foram submetidos à estatística descritiva. As diferenças entre as médias dos parâmetros da água foram avaliadas usando *box plots* (Massart et al., 2005), com representações gráficas de dados demonstrando uma visão geral e um resumo numérico da qualidade da água (FERREIRA et al., 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Morfométricas

Morfometricamente a microbacia do Córrego da Olaria é considerada de 2ª ordem de magnitude, apresenta área de 9,17 km^2, 1.305,88 m de perímetro (P); 511,13 m de maior comprimento (MC); 313,37 m de maior largura (ML); 437,55 m de comprimento de rede de drenagem (Cr).

Os valores obtidos da morfometria das represas artificiais (AP) e (AV) são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores morfométricos das represas artificiais.

Características	Represa artificial principal - AP	Represa artificial voçoroca - AV
Profundidade Media e Máxima	3,0 m; 5,5 m	2,5 m; 5,5 m
Tempo de Retenção de água	123 dias	60 dias
Volume	595.726.56 m^3	61,250 m^3
Área da represa	3795 m^2	2625 m^2
Perímetro	849 m	3000 m
Comprimento Máximo	315,6 m	112,5 m
Largura máxima	157,3 m	75 m

A pluviometria observada na área de estudo, durante o período de análise dos parâmetros físico-químicos nas represas artificiais AP e AV, demonstra que houve maior precipitação nos meses de fevereiro e março de 2019, que apresentaram 247,8 e 224,3 mm (Figura 8).

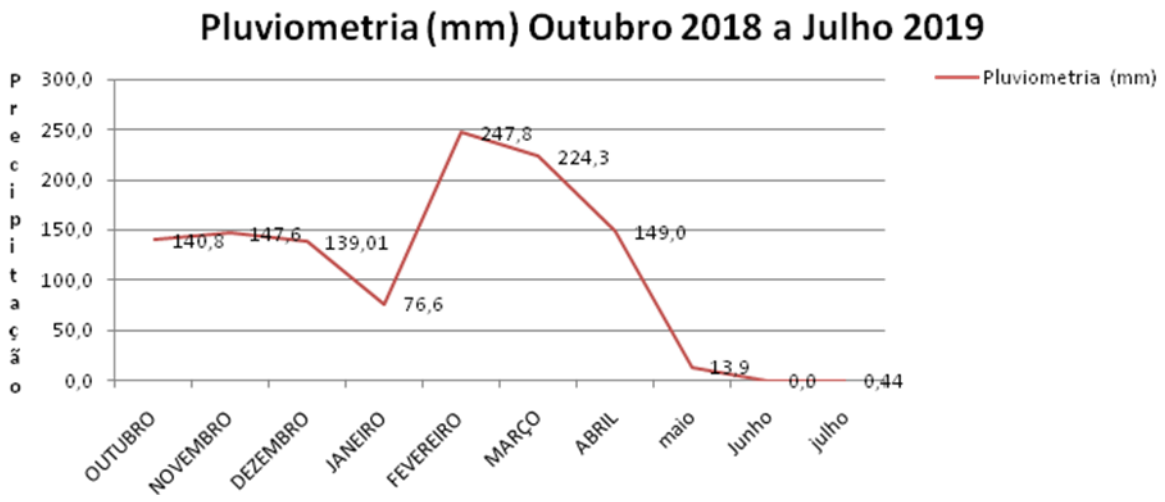
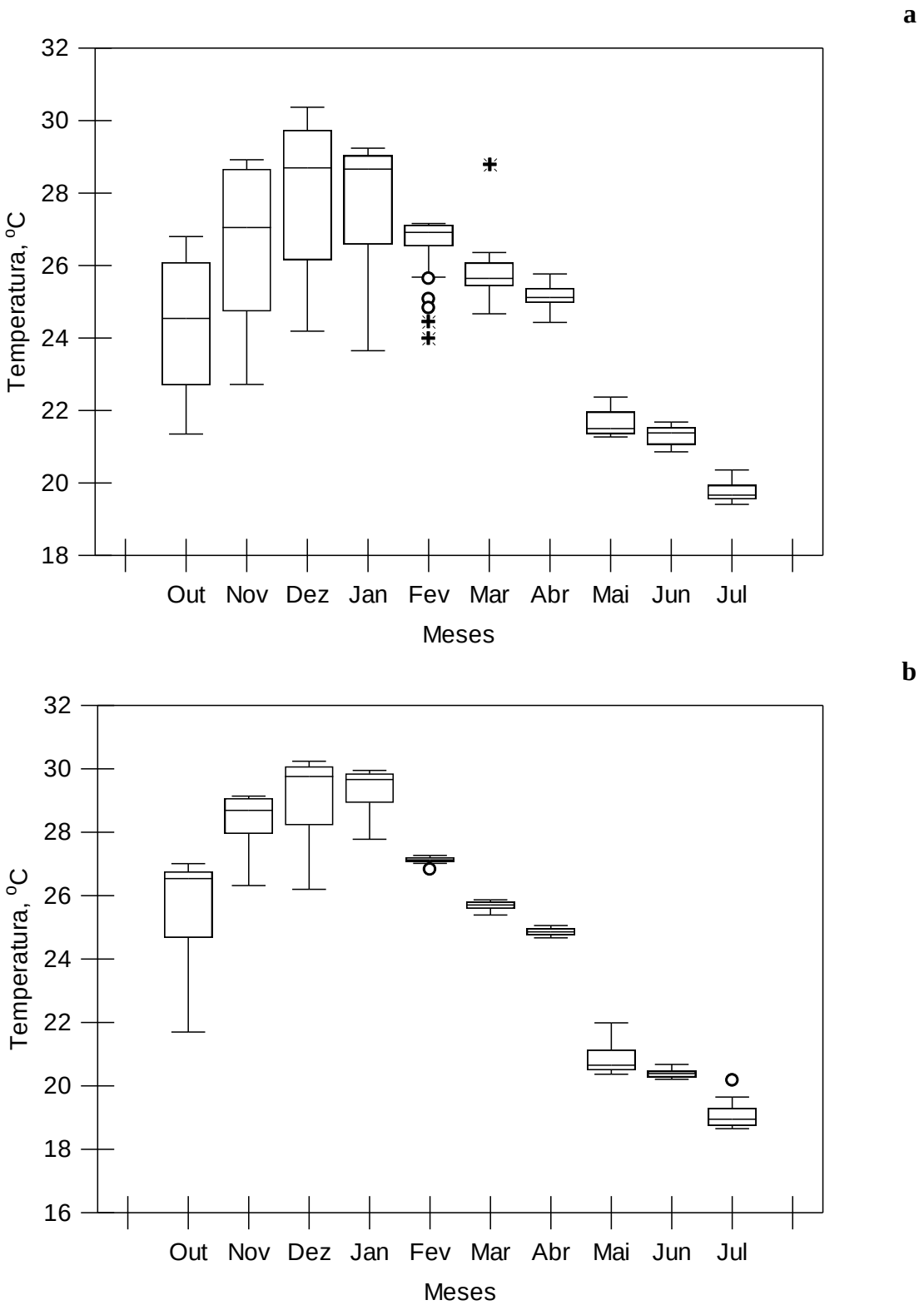


Figura 8. Pluviometria mensal no período de outubro/2018 a julho de 2019 na Microbacia do Córrego da Olaria.
Fonte. Centro integrado de informações agrometeorológicas – CIIAGRO.

4.2 Qualidade da água dos reservatórios artificiais da Microbacia Córrego da Olaria

A caracterização físico-química das águas das represas artificiais AP e AV, ao longo do tempo de avaliação, é apresentada nas Figuras 9 a 17.



---Mediana; □1º quartil – 3º quartil;|--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○*ouliers*;✳valores extremos

Figura 9. Temperatura monitorada na sub-bacia represa artificial (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

A temperatura da água não consta na Resolução CONAMA 357/2005 e CETESB 8.468/1976, porém é considerada como muito importante, pois reflete as variações sazonais dos parâmetros físico-químicos da água. A água da represa na sub-bacia AP apresentou maior variabilidade quanto à temperatura nos meses de outubro a dezembro de 2018 e janeiro de 2019, com valores médios de 25 ºC a 28,3ºC, enquanto valores medios entre 26,5 ºC a 24,5 ºC ocorreram de fevereiro a abril de 2019 (Figura 9) . Ressalta-se que em fev/ 2019 ocoreu o menor valor extremo de 23,65 ºC na AP, o qual está relacionado a pluviometria que ocorreu neste período. Os períodos de chuva intensa interferem na temperatura da água (T) mantendo valores baixos e constantes de T para o dia e de noite (KOLM e MACHADO et al., 2016). No periodo de maio a julho houve menor variabilidade apresentando o valores de 21,49 ºC em maio, 21,31 ºC em junho e 19,60 ºC em julho esse resultado esta relacionado com o periodo climatico da região. A sazonalidade interfere nas variações de temperatura das águas, com os valores mínimos ocorrendo durante o inverno ou períodos úmidos (ALVES, et al., 2018; PIRATOBA et al., 2017; LIMA, 2015).

A maior variabilidade de temperatura da água na represa da sub-bacia AV, com valores médios entre 26,35 ºC e 29,90 ºC, também ocorreu de outubro a dezembro / 2018 e janeiro / 2019 (Figura 4). Já de fevereiro a abril de 2019, os valores médios de temperatura variaram de 27 ºC a 25,0 ºC. Nos meses de Maio a Junho os valores medios foram de 21,59 ºC, 21,51 ºC e 19,65 ºC julho. Tais resultados na AV, com temperaturas médias mais elevadas que em AP, podem ser consequência da presença no seu entorno de área agrícola e de uma floresta não consolidada, diferindo-a da sub-bacia AP que está inserida em área de floresta nativa. As microbacias florestadas apresentam níveis de temperatura da água inferiores aos daquelas onde o uso agrícola predomina (ARCOVA e CICCO, 1999). Os resultados do presente estudo corroboram os obtidos por Simedo et al. (2018), e Marmontel e Rodrigues (2015), os quais relataram que os corpos d’água situados em áreas de sombreamento de mata ciliar apresentam menor temperatura média e menor amplitude térmica.

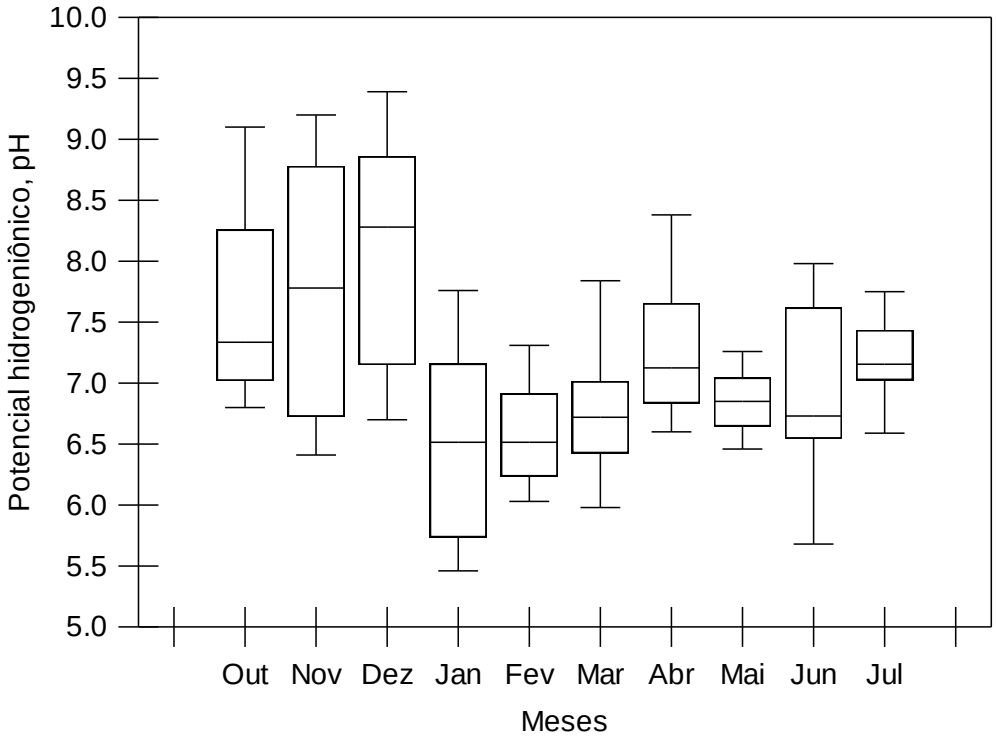
Os resultados das análises de pH tiveram maior variabilidade nos meses de outubro a dezembro / 2018 (Figura 5), cujos valores médios foram de 7,5 a 8,3 na

AP. Nesta sub-bacia os menores valores ocorreram de janeiro a abril / 2019, cujos valores médios de pH variaram de 6,5 a 7,2 nos meses de janeiro a abril / 2019 e nos próximos meses os valores médios foram 6,8 em maio, 6,7 junho e 7,4 em julho.Na sub-bacia AV, verificou-se valores médios para o pH da água de 6,8 a 7,0 (outubro a dezembro de 2018) e 5,8 a 6,6 (janeiro a abril de 2019) e 6,5 a 6,7 (maio a julho/19). No período de janeiro a abril / 19, os valores apresentaram-se abaixo dos limites mínimos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos de água classe 2 (6,0 a 9,0) (BRASIL, 2005).

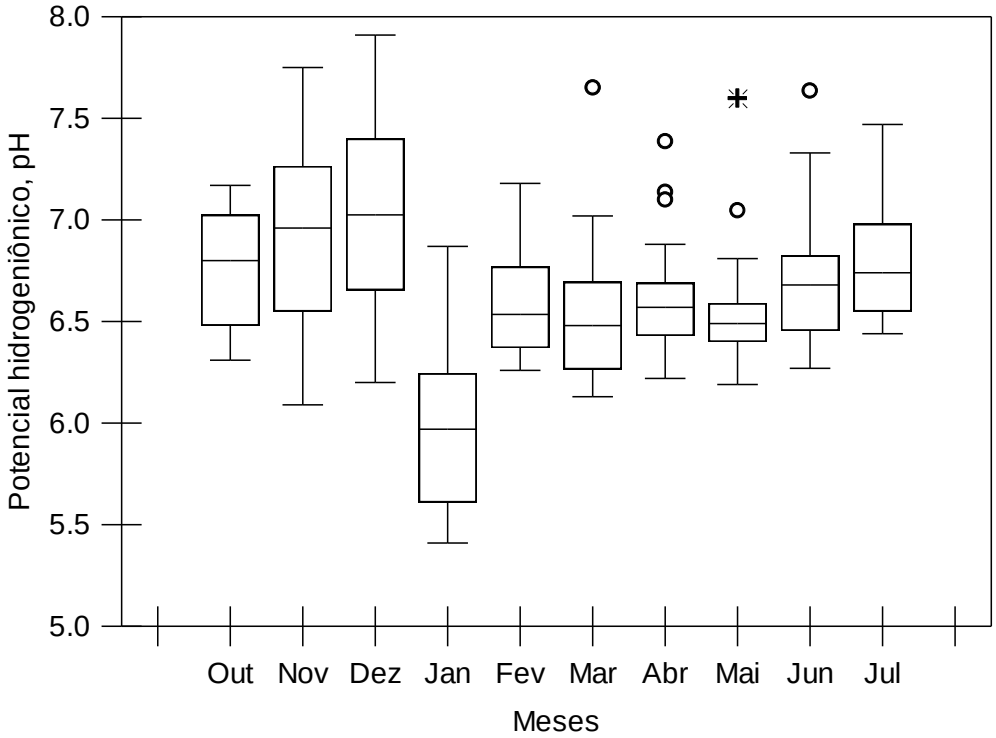
Ressalta-se que nos meses chuvosos como março, abril, maio e junho, registrou-se *outliers,* para o pH, com valores de 7,6 , 7,39 e 7,64. Tais resultados demonstram que o pH da sub-bacia AV é levemente ácido. Isso se deve, provavelmente, pela presença de atividade agrícola e agropecuária no entorno da represa e, ainda, o fato da margem apresentar uma mata não consolidada e presença de macrófitas na água. As atividades agrícolas proporcionam a contribuição de maiores proporções de material particulado e insumos agrícolas retidos nas partículas do solo, os quais são facilmente lixiviados aos corpos d'água. Conforme estudo de Rodrigues (2018), a influência do uso do solo próximo de reservatórios artificiais está relacionada ao pH. A acidez pode ser decorrente da presença de matéria orgânica, a qual proporcionou condições mais ácidas ao ambiente aquático da degradação da matéria orgânica presente nas águas, que podem ter sido transportados pelo tipo de solo da área entorno do lago.

Mesmo em uma bacia hidrográfica preservada, com suas condições naturais em equilíbrio, a qualidade das águas varia de acordo com o clima e as características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes (RIBEIRO, 2018; NASCIMENTO, 2012; TUNDISI e MATSIMURA, 2008).

a



b



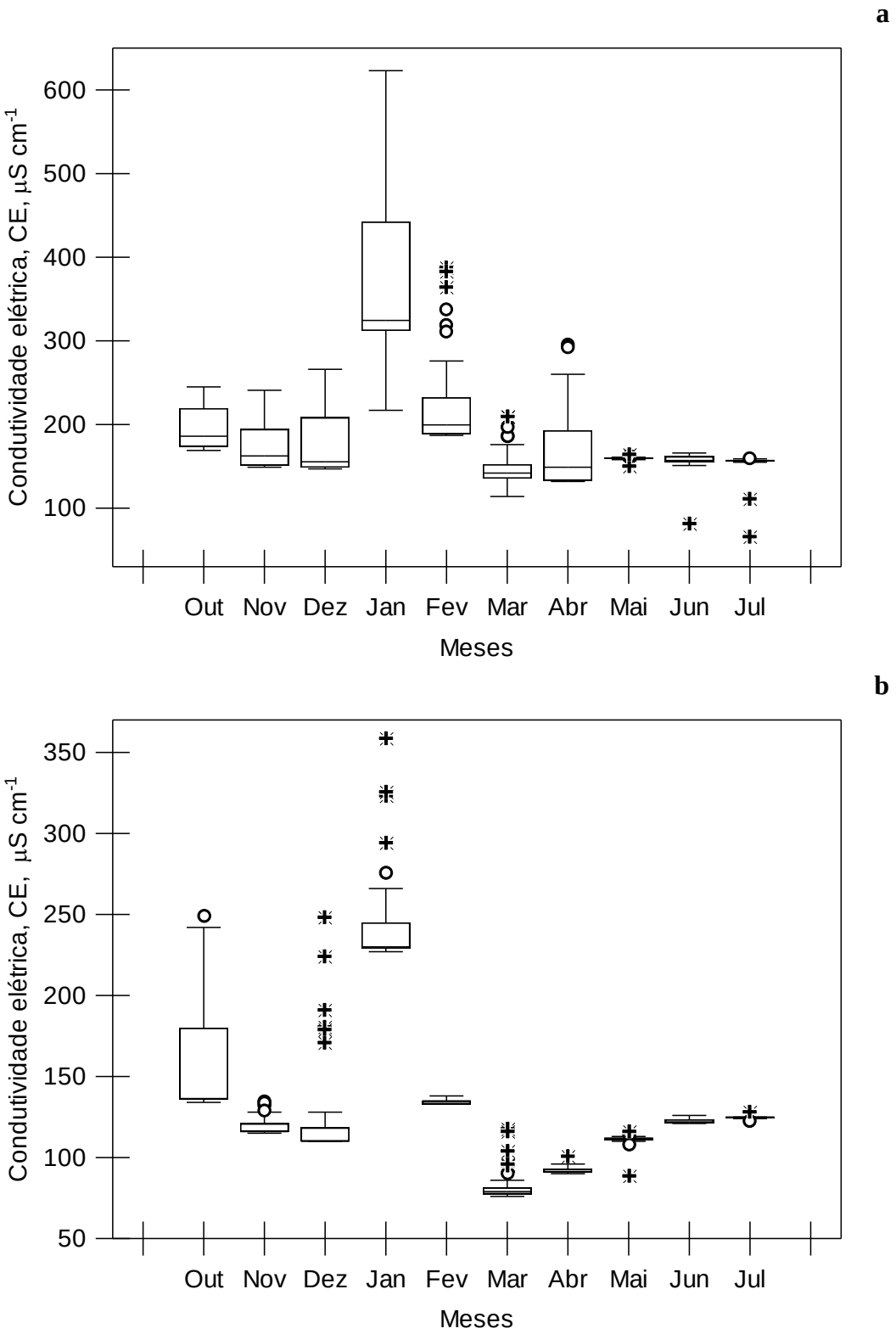
--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 10. Valores de pH monitorados na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valores limites permitidos de 6,0 a 9,0 - Resolução CONAMA 357/2005.

A condutividade elétrica (CE) apresentou na AP pouca variabilidade, com valores médios de 150 a 197 µS cm^{-1}, nos meses de outubro a dezembro de 2018, diferenciando do mês de janeiro de 2019, que apresentou o maior valor igual 330 µS cm^{-1} (Figura 6). Em fevereiro, março e abril de 2019 a CE apresentou valor entre 150 µS/cm a 200 µS cm^{-1}. Nos meses de maio a julho/19 não houve variabilidade registrando valor médio de 160 µS cm^{-1}.

Na sub-bacia AV a variabilidade da CE foi maior no mês de outubro de 2018, com valor médio de 140 µS cm^{-1}, A CE apresentou menor variabilidade nos meses de novembro e dezembro de 2018, com valores médios entre 119 a 130 µS cm^{-1}. O mês de janeiro/2019 apresentou estiagem atípica para região, considerando-se as características do clima da região. Foi neste mês que houve o maior valor médio registrado de CE e igual a 240 µS cm^{-1}. A água da AV não apresentou variabilidade para CE nos meses seguintes, registrando-se valores de 140 µS cm^{-1} em fevereiro e 81µS/cm mar e 92 µS cm^{-1} abril e os valores médios entre 112 a 125 µS cm^{-1} nos meses de maio, junho e julho/2019. O menor valor apresentado de CE foi em março/2019 e igual a 89 µS cm^{-1}. Os resultados apresentados demonstram que a sub-bacia AV apresentou a menor variabilidade em todo período para CE (Figura 11).

A legislação brasileira determina um limite de CE ≤ 100 µS cm^{-1} para água com classe 2 - destinada à irrigação e biota aquática, o qual é considerado um importante parâmetro para avaliar a qualidade da água. A condutividade representa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, a qual é determinada pela presença de substâncias dissolvidas (ânions e cátions). Existe correlação entre valores de condutividade elétrica da água e a concentração de diversos elementos e íons (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008). O uso do solo pode modificar diretamente a composição da água, o que tem reflexos na sua condutividade elétrica (SILVA, et al., 2019; MARMONTEL e RODRIGUES, 2015; ESTEVES, 2011; VON SPERLING, 2005).



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 11. Condutividade elétrica monitorada na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valor limite permitido de ≤100 µS cm^{-1} - Resolução CONAMA 357/2005.

É importante ressaltar que a represa AP apresentou o valor maior extremo de CE igual a 387 µS cm^{-1} em fevereiro, seguidos de 210 µS cm^{-1} março e 163 µS cm^{-1} em maio e registrou o menor valor extremo de 82 em junho/19 e 66 em julho/19, entretanto a AV registrou um valor extremo de 249 µS cm^{-1} em dez/18, 359 µS cm^{-1} no mês de janeiro 118 µS cm^{-1} em mar/19, 101 µS cm^{-1} em abr,116 µS cm^{-1} mai e 128 µS cm^{-1} em julh/19 e apresentou o menor valor extremo de 118 µS cm^{-1} em março, 116 µS cm^{-1} em maio e 128 µS cm^{-1} em julho/19.

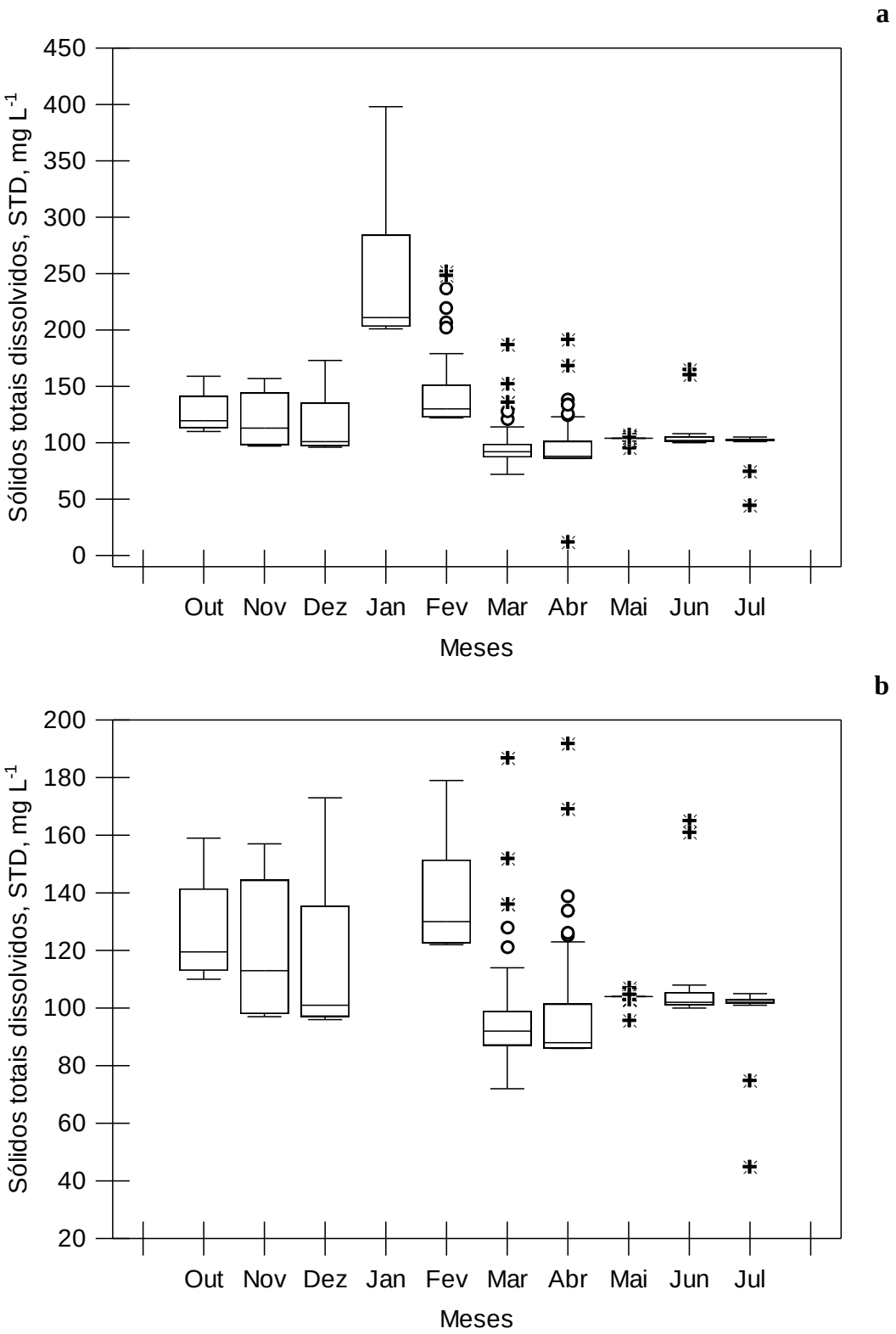
Os maiores valores extremos de condutividade elétrica da água, registrados em ambos os reservatórios foram obtidos nos meses de janeiro e fevereiro de 2019. Esses meses apresentaram neste ano baixa pluviometria, fato atípico para região. As represas apresentaram diferenças considerando AP possuir água mais turva, com presença de materiais particulados e margem florestada. Já a AV apresentou água mais límpida, com a presença de macrófitas em toda superfície hídrica e margem com mata não consolidada. Segundo Alves (2019), o uso do solo, a sazonalidade, e a localização dos pontos amostrais pode modificar a CE. A cobertura vegetal, também, pode influenciar os valores de CE. Unidades hidrográficas com exploração do solo para agricultura apresentam maiores temperaturas e, ainda, maior CE, em decorrência do escoamento superficial.

O parâmetro sólidos totais dissolvidos (STD), na sub-bacia AP, apresentou pouca variabilidade nos meses de outubro a dezembro de 2018, com valores médios entre 96 e 115 mg L^{-1} (Figura 12). Em janeiro ocorreu o maior valor de STD (216 mg L^{-1}) e nos meses subsequentes houve pouca variância, com valores no intervalo de 140 mg L^{-1} em fev/2019, 95 mg L^{-1} mar/2019, 92 mg L^{-1} abr/2019 e manteve o valor de 100 mg L^{-1} nos meses de maio a julho.

A sub-bacia AV também apresentou pouca variabilidade para STD, nos meses de outubro a dezembro / 2018, com valores de 90 a 100 mg L^{-1}. Em janeiro de 2019, a AV apresentou para STD o valor médio de 130 mg L^{-1}, e não apresentou variância nos meses subsequentes, registrando 120 mg L^{-1} em fevereiro / 2019 e 90 mg L^{-1} em março e 100 mg L^{-1} em abril / 2019. Nos meses de maio a julho apresentou o valo médio de 90 mg L^{-1}. Ressalta-se que a AP apresentou valores extremos de 252 mg L^{-1} em fevereiro e 187 mg L^{-1} em março, 192 mg L^{-1} em abril e 165 mg L^{-1} em junho, e AV valor extremo de 150 mg L^{-1} no mês de março, 160 mg L^{-1} no mês de abril no período em que ocorreram as chuvas e o valor extremo menor

de 40 mg L^{-1} em junho mês de estiagem. Esses valores atendem ao padrão de qualidade da resolução CONAMA 357 para águas doces classe II (ANA, 2005) que determina o Valor Maximo Permitido (VMP) de 500 mg L^{-1}.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) estão relacionados diretamente com a condutividade elétrica e salinidade (ALMEIDA e SOUZA, 2019; ARAÚJO e OLIVEIRA, 2013; ESTEVES, 2011; TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008). Em águas tropicais, os STD mudam em relação à hidrogeoquímica regional e com as drenagens de rochas ígneas ou sedimentares (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008). Os processos de intemperismo geram produtos que são que são lixiviados para os corpos da água na forma iônica, que são os principais constituintes dos STD e contêm todos os sais e componentes não iônicos.

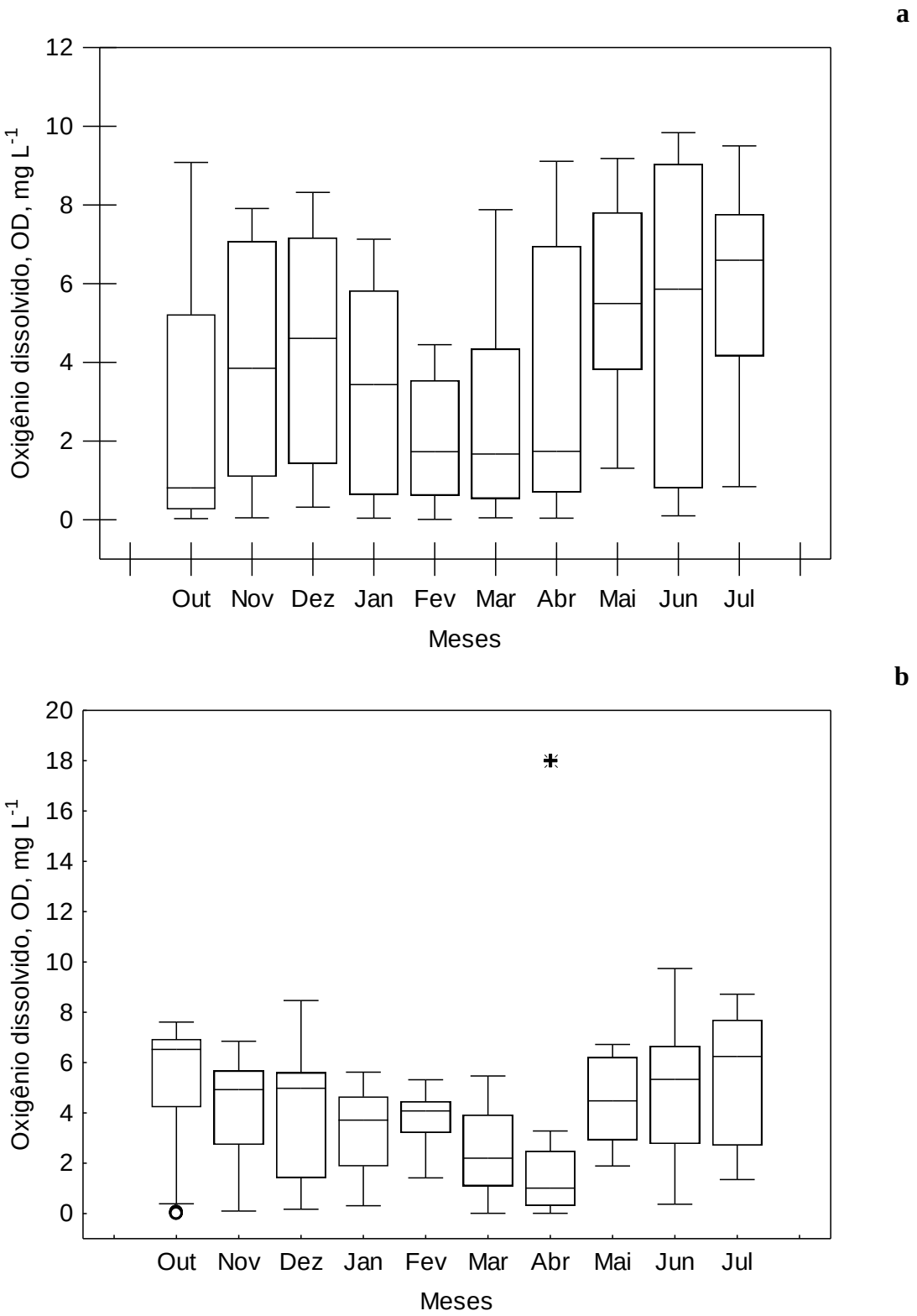


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 12. Sólidos totais dissolvidos (STD) monitorados na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valor limite permitido de 500 mg L^{-1} pela Resolução CONAMA 357/2005.

Em relação ao oxigênio dissolvido (OD), na sub-bacia AP, houve maior variabilidade nos valores de OD, com valores médios de 1,50 mg L^{-1} em outubro / 2018, 4,0 mg L^{-1} em novembro / 2018, 4,5 mg L^{-1} em dezembro / 2018 e 3,5 mg L^{-1} em janeiro / 2019. Nos meses de fevereiro/ 2019 a abril / 2019, o valor de 1,99 mg L^{-1} foi mantido. Nos meses de maio a julho os valores médios mantiveram-se entre 5,8 mg L^{-1} a 6,4 mg L^{-1}. Na sub-bacia AV, o OD apresentou pouca variabilidade registrando valores médios de 6,0 mg L^{-1} em outubro de 2018 e 5,0 mg L^{-1} em novembro e dezembro de 2018. Em janeiro e fevereiro / 2019 os valores de OD ficaram entre 4,0 mg L^{-1} e 4,5 mg L^{-1}. Em março e abril de 2019 os valores médios foram 2,0 mg L^{-1} e 1,16 mg L^{-1}, respectivamente. No período de maio a julho os valores médios ficaram no intervalo de 4,4 mg L^{-1} a 5,0 mg L^{-1}. A entrada de material gerado nas áreas agrícolas, segundo Rodrigues (2017), contribui para o acréscimo na carga de fósforo e amônia na água dos reservatórios artificiais e causa decréscimo na concentração de OD. Esse processo pode estar relacionado à decomposição de material orgânico que é realizada por bactérias aeróbicas, o que eleva a produção de gás carbônico e, consequentemente, há um alto consumo de oxigênio (GOMES et al., 2017; ALVES et al., 2012). Estudos comprovam que o OD está condicionado ao aumento da temperatura. No presente estudo a sub-bacia AV apresentou os menores valores de OD, na qual foi registrado maiores valores de temperatura. Para Silva et al. (2018), Nalms (2015) e Cleto Filho (2006), o aumento da temperatura da água gera maior consumo de oxigênio, sobretudo pelas bactérias devido a aceleração da decomposição da matéria orgânica.

As represas artificiais apresentaram, em determinados períodos da análise da qualidade d’água, níveis de oxigênio dissolvido abaixo do limite máximo estabelecido pela resolução do CONAMA n°357/2005, a qual determina 5 mg L^{-1} para águas doces classe II (ANA, 2005).



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

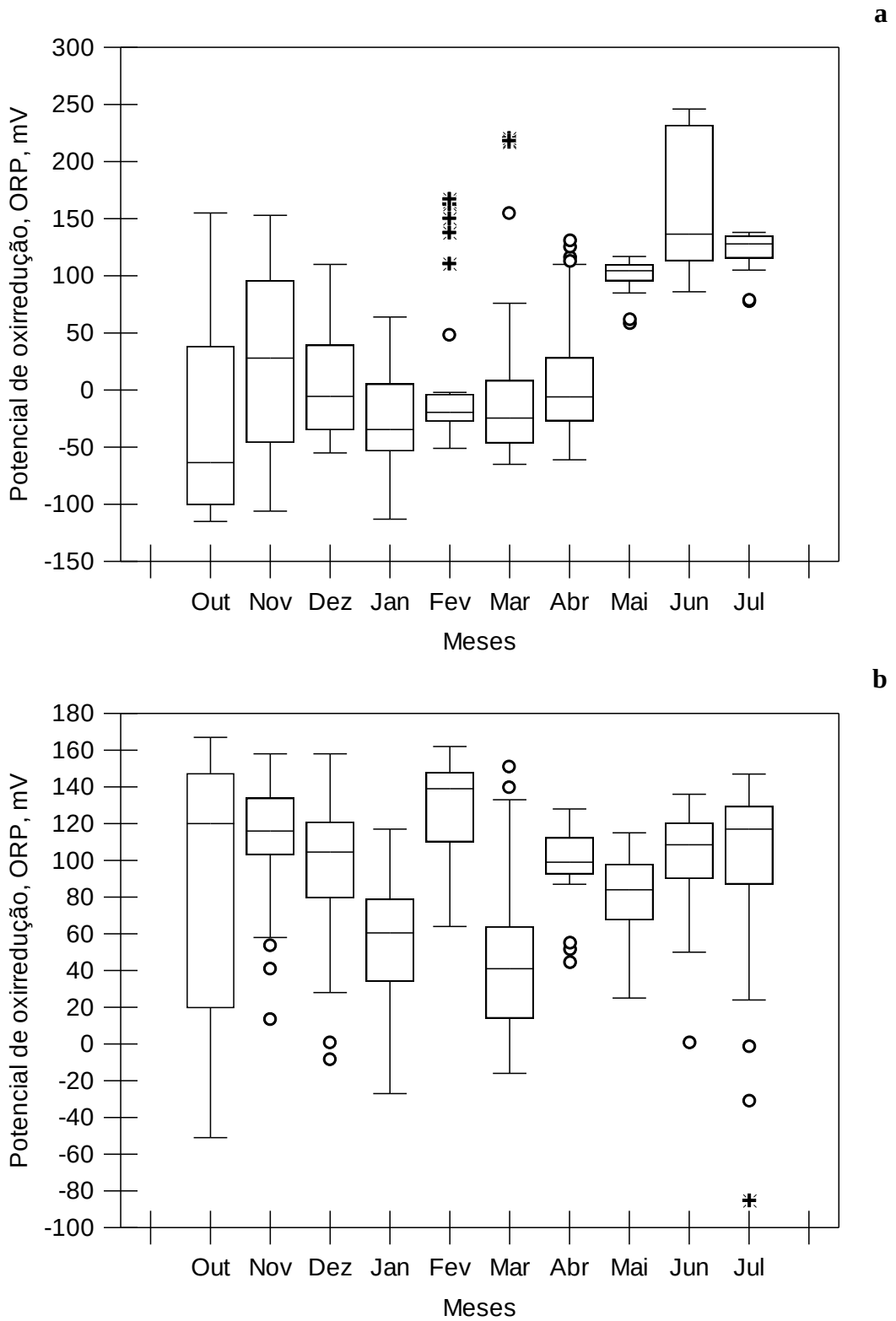
Figura 13. Oxigênio dissolvido monitorado na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valor limite permitido de 5 mg L^{-1} pela Resolução CONAMA 357/2005.

O potencial de oxidação-redução (ORP) de um substrato pode ser definido, de modo geral, pela facilidade com a qual o substrato ganha ou perde elétrons (VALERA, 2017). Quando um elemento perde elétrons, significa que houve neste substrato oxidação, e, quando um substrato ganha elétrons, houve processo de redução (CETESB, 2017).

Em relação potencial de oxidação-redução (ORP) na sub-bacia AP, houve grande variabilidade nos valores de ORP, com valores médios de -43 mV em outubro / 2018, 46 mV em novembro / 2018, -8 mV em dezembro / 2018 e -40 mV em janeiro / 2019. Nos meses de fevereiro/ 2019 a abril / 2019 os valores registrados ficaram no intervalo de -60 mV a -70 mV. Nos meses de maio a julho os valores médios foram 101 mV, 150 mV e 135 mV. Na sub-bacia AV, o ORP apresentou maior variabilidade registrando valores médios de 120 mV em outubro de 2018 e 119 mV em novembro e 112 mV dezembro de 2018. Em janeiro e fevereiro / 2019 os valores de ORP ficaram entre 140 mV e 40 mV. Em março e abril de 2019 os valores médios foram 100 mV e 40 mV. No período de maio a julho os valores médios registrados foram entre 82 mV e 115 mV. Ressalta-se que a AP apresentou valor extremo de -80 mV no mês de julho, o qual foi caracterizado como de estiagem. O resultado apresentado revela que a AP registrou menores valores de ORP nos meses mais chuvosos e apresentou elevação no período de estiagem que expressa alteração de íons e nutrientes, o que está relacionado com a solubilidade de metais e nutrientes para as comunidades aquáticas (TUNDISI; TUNDISI, 2008). A sub-bacia AV apresentou valores de ORP mais elevados em todo período de análise.

O ORP mede a habilidade da água "de limpar ou quebrar produtos como contaminantes, plantas e animais mortos. Quando o valor do ORP é alto, existe muito oxigênio presente na água. Isso significa que as bactérias que decompõem tecidos mortos e contaminantes podem trabalhar com mais eficiência. Em geral, quanto maior o valor do ORP, mais purificada é a água." - Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. http://www.enr.gov.nt.ca/sites/default/files/oxidation-reduction_potential.pdf. Acesso: 21.11. 2019. Embora a resolução CONAMA não estabeleça padrões de ORP, para o Ministério do Meio ambiente valores entre 200 mV e 600 mV indicam meio fortemente oxidante e, entre -100 mV e -200 mV indicam

meios redutores. Os valores encontrados nos dois reservatórios artificiais atendem a legislação estabelecida na portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

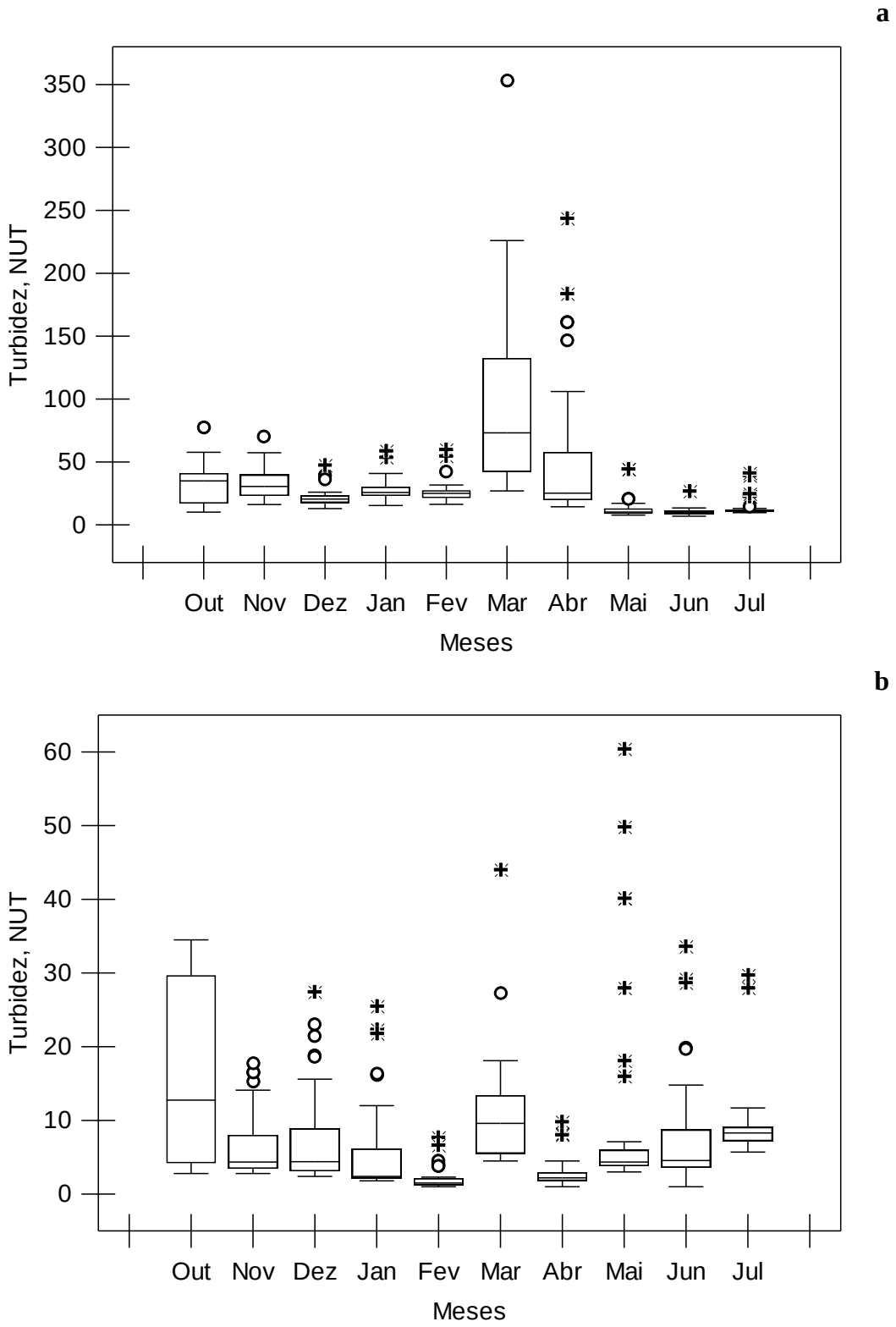


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 14. Potencial de oxirredução na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

Para o parâmetro físico turbidez (Tb), na sub-bacia AP houve baixa variabilidade para os valores de Tb. Determinou-se valores médios entre 45 ntu nos meses de outubro e novembro de 2018 e 20 ntu em dezembro de 2018, janeiro a fevereiro/2019 e no mês de abril de 2019. Nos meses de maio, junho e julho não houve variabilidade e o valor médio registrado foi de 12 ntu. O maior valor médio de Tb foi registrado em março / 2019 e igual a 70 ntu, mês em que ocorreu um valor maior atípico de 353 ntu. No mês de abril foi registrado valor extremo de 244 ntu. A sub-bacia AV registrou maior variabilidade para Tb, com valores médios menores: 13 ntu em outubro de 2018; 6,0 ntu em novembro e dezembro de 2018. Em janeiro o valor médio foi 3,0 ntu, seguido de 2,0 ntu em fevereiro e abril de 2018. O maior valor de Tb foi registrado em março (10,0 ntu), mês no qual ocorreram chuvas na região. No período de maio a junho o valor médio foi de 4,7 ntu e em julho de 2019 registrou-se 9,50 ntu.

A turbidez é a capacidade da água em dispersar a radiação solar pela presença de partículas em suspensão. A variação sazonal da precipitação pluvial afeta intensamente a turbidez dos corpos d’água. Observa-se que a AP registrou no mês de março e abril, meses chuvosos no local, um valor atípico de 344 ntu e valor extremo de 244 ntu. Já na AV os valores atípicos foram 44,5 ntu e 10 ntu. Todavia, as duas represas apresentaram valores de turbidez de acordo com o Valor Máximo Permitido (VMP) pelo CONAMA 357/2005, de 100 ntu para a classe II.



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 15. Turbidez monitorada na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valor limite permitido de 100 ntu pela Resolução CONAMA 357/2005.

Em geral, valores elevados de turbidez decorrem da carga de sólidos erodida na área de drenagem, ou por erosão laminar observada na bacia hidrográfica (SILVA et al., 2017; TUNDISI e TUNDISI, 2008; CLETO FILHO., 2006).

Os resultados revelaram que a sub-bacia AV possui água com maior transparência. Isto está relacionado ao fato da represa AV apresentar grande número de macrófitas por toda sua área. As macrófitas funcionam como biofiltro, sendo que a filtração dos sólidos suspensos pelas raízes é um importante processo para a purificação de uma lagoa (POMPEU, 2017; CARDOSO-SILVA et al., 2013; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008; HENRY-SILVA e CAMARGO, 2006; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2002).

Em relação à sub-bacia AP, onde a turbidez apresentou maiores valores, há registros em visita no campo, pela equipe técnica responsável pelas análises da qualidade d'água, quanto a existência de processos erosivos na área ao redor da represa artificial (Figura 11), embora apresente uma margem florestada, pois possui a montante áreas agrícolas. Os valores elevados de turbidez podem provocar aumento da temperatura da água, devido os materiais em suspensão absorverem mais calor, e como consequência há a redução da concentração de oxigênio dissolvido, como já demonstrado neste trabalho na Figura 8. O material em suspensão diminui a transparência da água, limitando a entrada de luz disponível para as teias fotossintetizantes (POMPEU, 2017; TUNDISI e TUNDISI, 2008; FAY e SILVA, 2006).

Para análise do terreno da sub-bacia AP e AV foi elaborado mapa das áreas de influência direta (AID), com projeções de áreas circulares com raios 150 m (Figura 11). Neste mapa para AP há o registro da declividade acentuada da sua margem, com valores entre 7,5% e 10%, a qual apresentou, no mês de março, processo erosivo decorrente de rompimento de terraços localizados em área agrícola acima da sua margem (Figura 12). Logo, é possível justificar a diferença no valor mediano de Tb entre as sub-bacias: 10 ntu na AV e 90 ntu na AP. Porém, a média dos valores de turbidez encontrados condiz com o padrão da classe 2 para uso com irrigação e biota aquática que determina VPN 100 ntu (BRASIL, 2005).

Figura 16. Vista geral do rompimento de terraços acima da margem da represa AP.

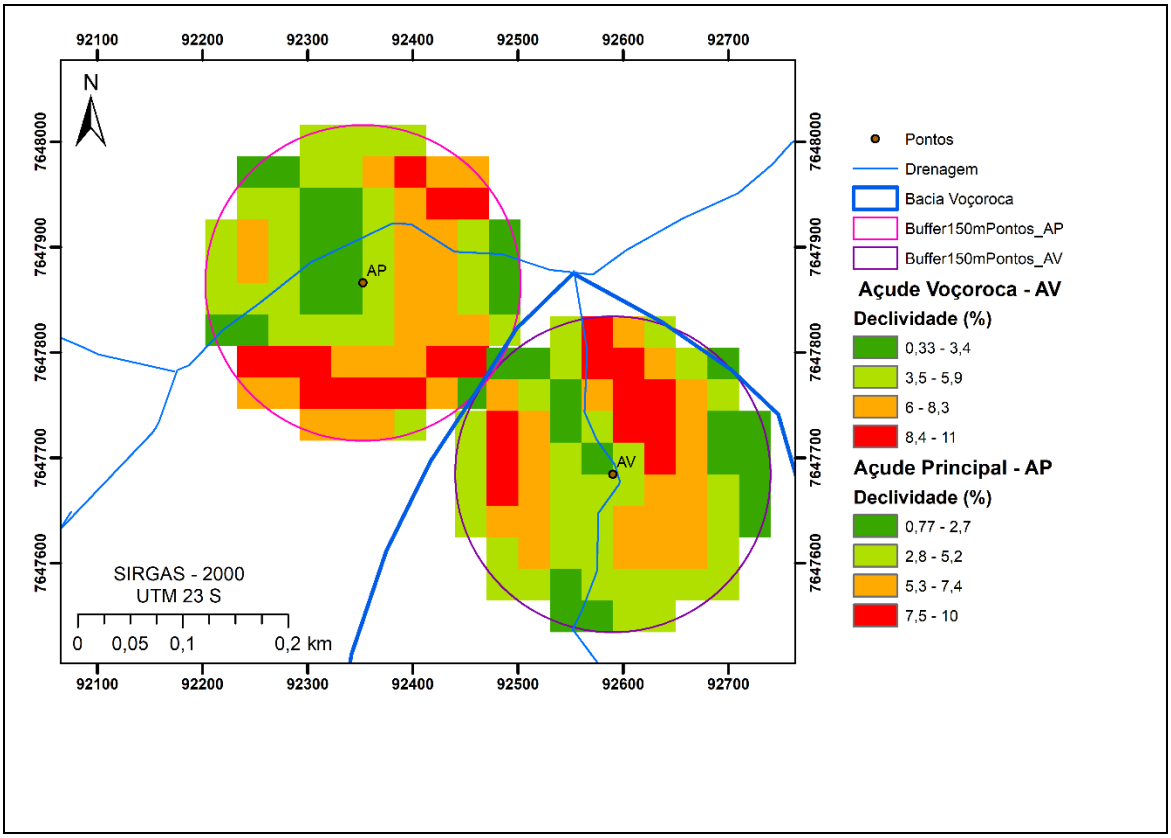
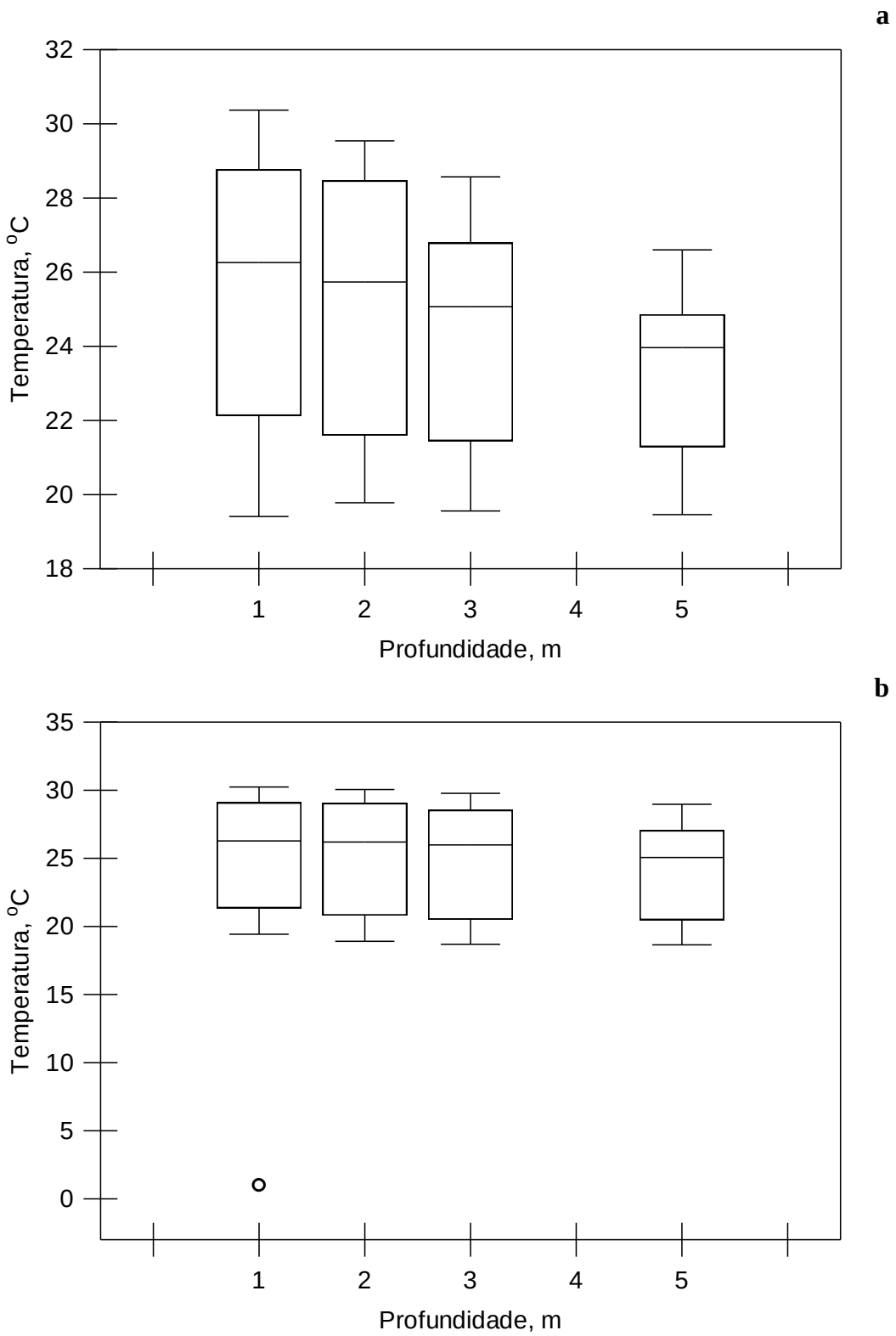


Figura 17. Classes de declive das sub-bacias açude principal (AP) e açude voçoroca (AV).

A caracterização físico-química das águas das represas artificiais em relação a profundidade do local da análise é apresentada nas Figuras de 18 a 24.



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 18. Temperatura monitorada em relação a profundidade na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

A temperatura (T) observada na AP apresentou o valor médio de 26,5 ºC na superfície da água, camada de um metro e dois metros de profundidade, e 25,5 ºC na camada intermediaria de três metros e, o menor valor médio e igual a 24,5 ºC na camada mais profunda de 5 metros. Na AV a T foi de 27,5ºC nas três primeiras camadas e 26,5 ºC na camada profunda. Observou-se que temperaturas médias mais amenas foram registradas na represa AP (24,5 ºC a 26,5 ºC), devido ao seu ambiente ter a mata mais preservada, diferentemente de AV que registrou temperaturas médias de 27,5 ºC a 26,5 ºC nas camadas superior, media e inferior.

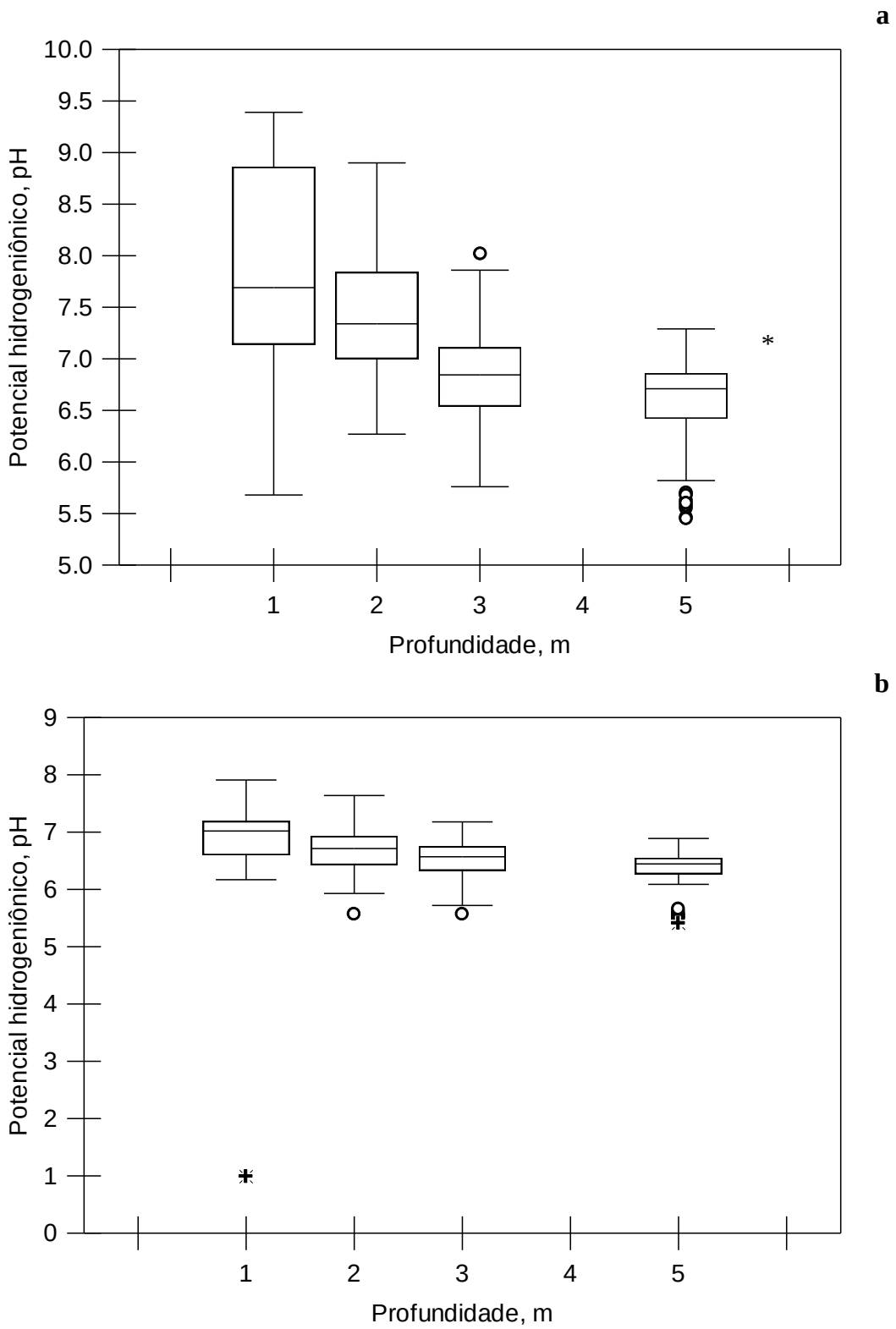
Isso se relaciona ao fato de a margem possuir área de mata em regeneração e a presença de macrófitas em toda represa. A temperatura da água da superfície pode ser afetada por muitos fatores externos, incluindo a profundidade e a presença de vegetação submersa (POMPEO, 2017; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

O metabolismo dos organismos aquáticos está relacionado com a temperatura, pois em águas quentes, ocorre aumento das taxas de respiração, aumento do consumo de oxigênio e aumento da decomposição da matéria orgânica proporcionando um acréscimo da turbidez da água, o crescimento de macrófitas e proliferação de algas, quando as condições de nutrientes são propicias (DE CARLI et al., 2018; PEDRAZZI et al., 2013; TUNDISI e TUNDISI, 2008; KIMSTACH, 1996).

Os valores de pH apresentaram-se similares ao longo da coluna de água com variabilidade entre 7,8 na primeira camada e 6,8 na inferior, na sub-bacia AP. Já a AV apresentou menor variabilidade para o pH, com valor de 7,0 na camada superficial e 6,5 na última camada. O pH nas duas represas estudadas apresentaram valores próximos ao pH básico atendendo a resolução CONAMA nº 357/200, a qual definiu o pH 6,0 a 9,0 para corpos de água classe 2 (BRASIL, 2005). Porém, a AV registrou o menor valor médio de pH. Isso pode estar relacionado com a localização de área agrícola no entorno e existência de plantas aquáticas em toda área do corpo d’água. Ressalva-se que o menor valor extremo de pH de 5,41 na AP e 5,80 na AV foram obtidos em janeiro de 2019, mês em que ocorreu estiagem atípica na região.

Conforme estudo de Rodrigues (2018), a influência do uso do solo próximo de represas está relacionada ao pH. A acidez pode ser decorrente da presença de matéria orgânica, a qual proporciona condições mais ácidas ao ambiente aquático

quando esta é degradada. No caso da sub-bacia AV, a matéria orgânica presente na água pode ter sido acarretada pelo transporte de sedimentos erodidos do solo da área do entorno da represa. Mesmo em uma bacia hidrográfica preservada, com suas condições naturais em equilíbrio, a qualidade das águas varia de acordo com a sazonalidade climática das características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes (TUNDISI, 2018; NASCIMENTO, 2012; BREUNIG et al., 2011; SOUZA, 2006; BORGES et al., 2003).



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

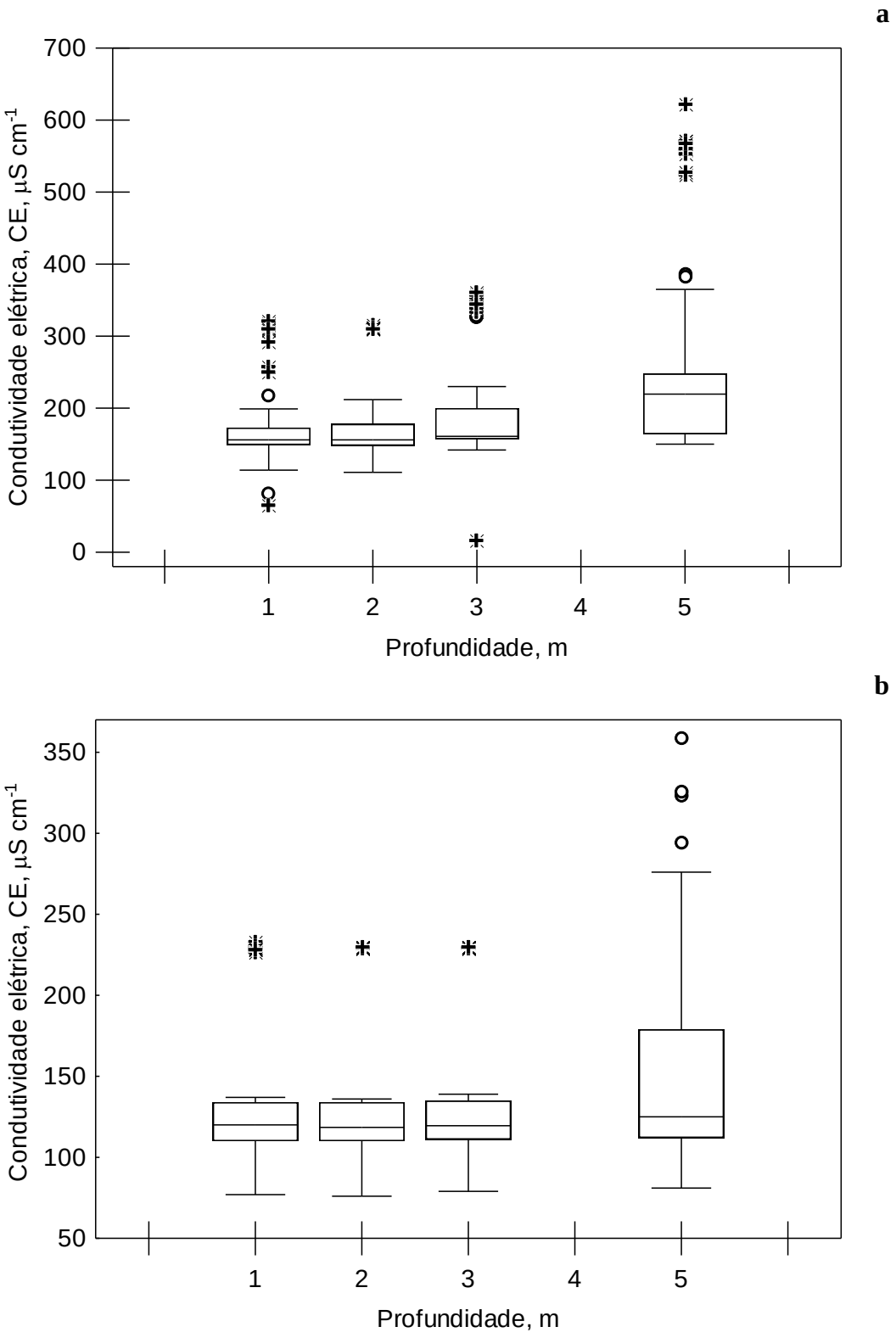
Figura 19. Potencial hidrogeniônico (pH) monitorado em relação a profundidade na represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

A maior condutividade elétrica (CE) foi observada na represa AP, e os valores médios apresentaram pequena variabilidade: 150 µS cm^{-1} nas camadas superficiais e 250 µS cm^{-1} na camada inferior. Na represa AV, os valores foram homogêneos ao longo da coluna de água, registrando 110 µS cm^{-1} nas camadas superficial e média e 130 µS cm^{-1} na profunda.

Ambos reservatorios apresentaram valores de CE acima do permitido pelo CONAMA 357/2005 que é igual a 100 µS cm^{-1}. A condutividade elétrica tem sua medida proporcional à concentração dos sólidos totais dissolvidos (STD) e isso pode ser comprovado na Figura 7, na qual são apresentados os valores de STD obtidos durante o período de análise. Observa-se que a AP registrou o maior valor extremo de 623 µS cm^{-1} e a represa AV igual a 260 µS cm^{-1}, e o valor atípico de 350 µS cm^{-1} ambos valores no mês de janeiro que apresentou escassez de chuva.

O fato da AP ter apresentado maior recebimento de carga de sedimento e matéria orgânica, também pode ser explicado pelas condições do entorno dos reservatórios artificiais tal como a declividade da área.

A qualidade da água em sub-bacias rurais é função da ocupação e uso dos solos que alteram sensivelmente os processos biológicos, químicos e físicos dos sistemas naturais (SIMEDO et al., 2018; VAZELLA, 2010; MARTINS et al., 2015; DONADIO et al., 2005).

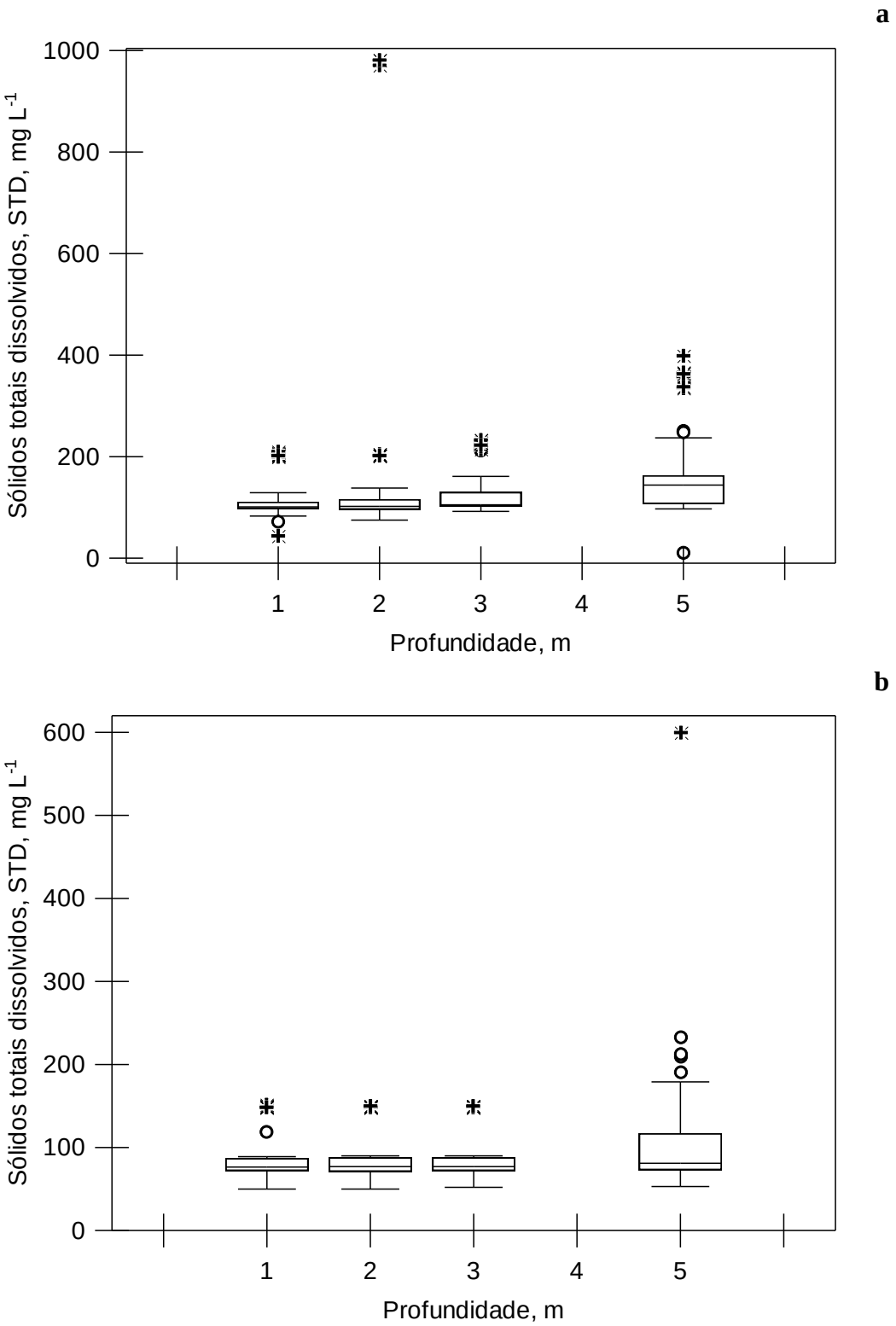


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 20. Condutividade elétrica monitorada em relação a profundidade na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

O parâmetro sólidos totais dissolvidos (STD) não apresentou variabilidade na sub-bacia AP, cujos maiores valores médios foram de 100 mg L^{-1} nas camadas superficial e média e 160 mg L^{-1} na camada profunda. Na sub-bacia AV, o STD apresentou valor médio de 50 mg L^{-1} nas três primeiras camadas e de 65 mg L^{-1} na camada mais próxima ao sedimento. Ressalta-se que a AP registrou maior valor extremo igual a 240 mg L^{-1} nas camadas superficial e média e 398 mg L^{-1} na inferior, e a AV igual a 160 mg L^{-1} nas três primeiras camadas e 560 mg L^{-1} no mês de março, período de chuva e ocorrência de processos erosivos registrados na Figura 9. Os teores médios de STD obtidos nos dois reservatórios artificiais foram inferiores a 500 mg L^{-1}, padrão de qualidade da resolução CONAMA 357/2005 para águas doces classe II.

Em águas continentais, os STD variam em relação à hidrogeoquímica regional e das drenagens de rochas ígneas ou sedimentares (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008). Os STD abrangem todos os sais e componentes não iônicos existentes em partículas do sedimento e resíduos de matéria orgânica. Os níveis de cargas materiais aumentam à medida que o corpo d´água recebe a influência de atividades agrícolas e pecuárias na bacia de drenagem (COLLINS et al., 2019; AMORIM, 2018; DING et al., 2016; LIU et al., 2012; UUEMAA et al., 2007).

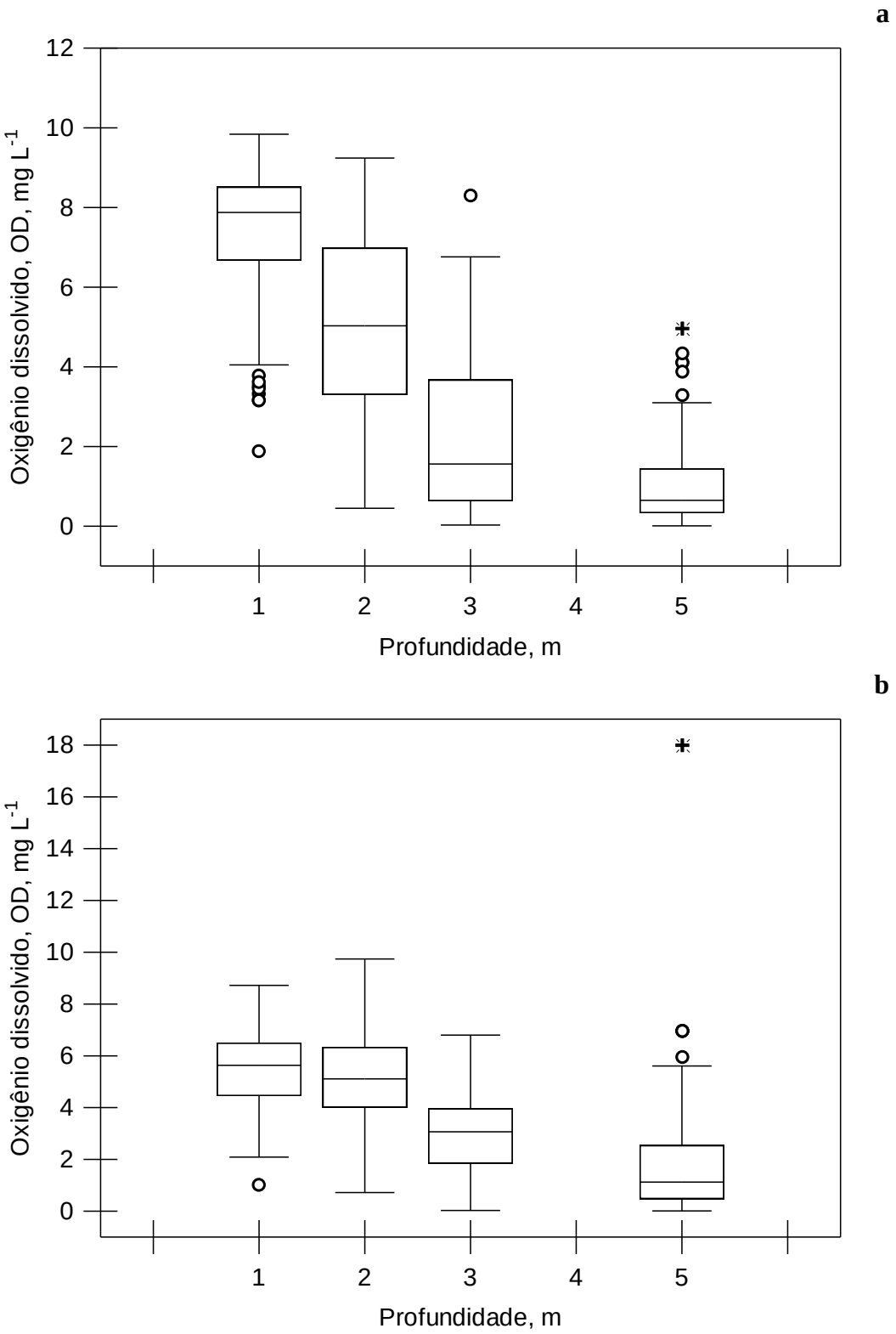


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 21. Sólidos totais dissolvidos (STD) monitorados na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), com valor limite permitido de 500 mg L^{-1} pela Resolução CONAMA 357/2005.

Considerando a distribuição vertical, a maior variabilidade de oxigênio dissolvido (OD) foi na sub-bacia AP que registrou os valores médios de 7,8 mg L^{-1} na superfície (1m) e 4,7 mg L^{-1} e 1,8 mg L^{-1} nas camadas intermediárias que representam dois e três metros e 1,0 mg L^{-1} no fundo do reservatório artificial (5m). Na sub-bacia AV o OD apresentou pouca variabilidade, mostrando uma distribuição homogênea na coluna superficial com valor médio de 5,9 mg L^{-1}, 5,0 mg L^{-1} e 3,0 mg L^{-1} nas profundidades de dois e três metros, nesta ordem, seguidos de 1,0 mg L^{-1} próximo ao sedimento de fundo (5m). Ressalta-se que a AP registrou maior valor extremo de 5,0 mg L^{-1} e a AV de 9,8 mg L^{-1}, na última camada, no mês de fevereiro/2019, período no qual ocorreram chuvas. Os períodos sazonais interferem na determinação da concentração de oxigênio na água (SANTOS et al., 2018).

Analisando os reservatórios artificiais nota-se que ambos apresentaram diminuição de OD com o aumento da profundidade, com registros de OD de 0,89 mg L^{-1} na AP e 1,0 mg L^{-1} na AV em suas últimas camadas. A AP apresentou grande variação entre a camada superficial e inferior. A AV apresentou menor valor médio de OD, desde a camada superficial. Isso pode estar explicado pelo fato que a sub-bacia AV possui plantas aquáticas em toda sua área. Estudos comprovaram que a redução da concentração de OD, no fundo de um reservatório, pode estar relacionada à decomposição de material orgânico realizada por bactérias aeróbicas, o que leva a uma alta produção de gás carbônico e, consequentemente, a um alto consumo de oxigênio (GOMES et al., 2017; ALVES et al., 2012; Hill et al., 1993).

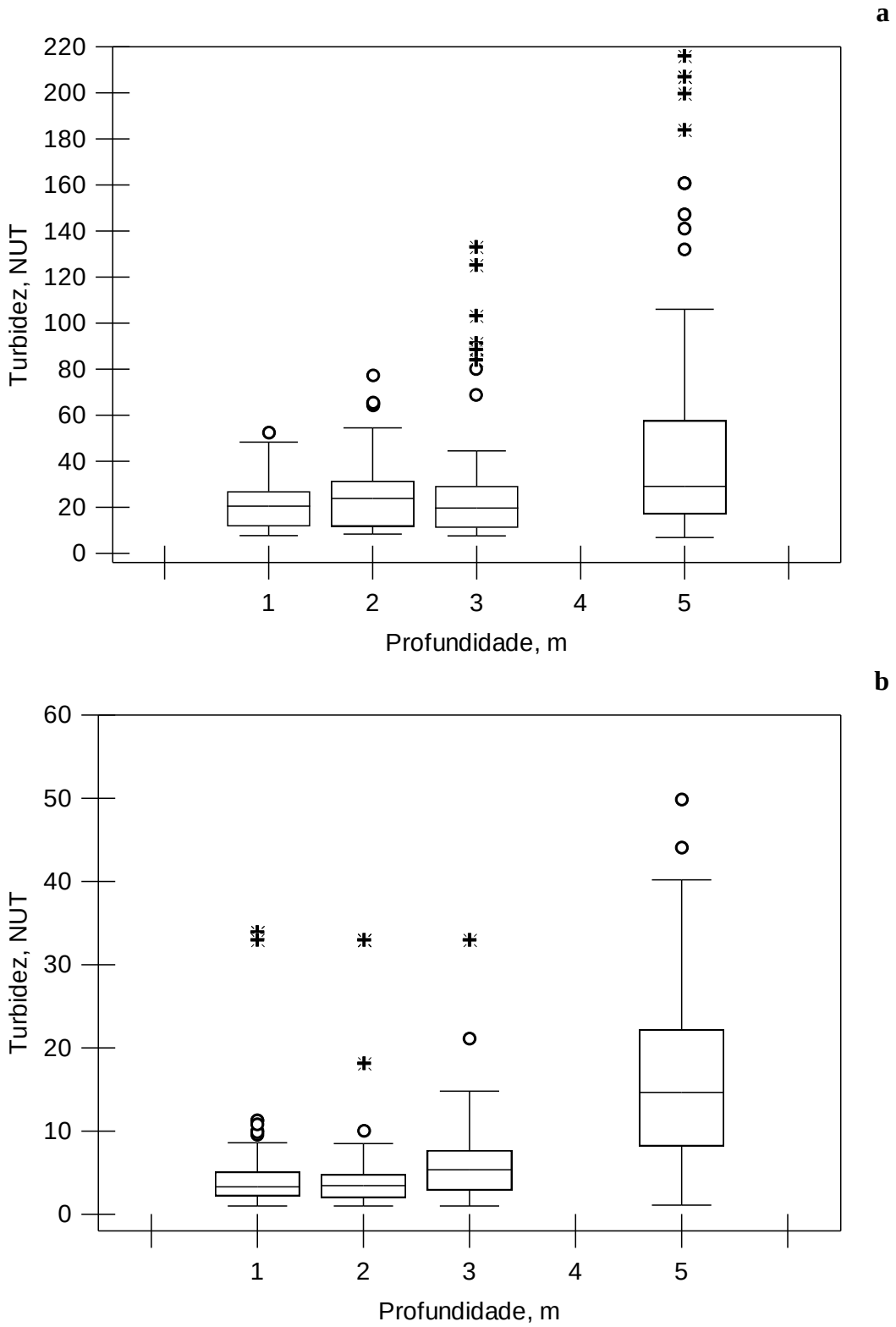


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 22. Oxigênio Dissolvido monitorado em relação a profundidade na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

Os maiores valores de turbidez foram medidos na camada intermediária (2 e 3m) e profunda (5m), sendo que a sub-bacia AP apresentou valor médio de 20 ntu, 30 ntu e 20 ntu nas tres primeras camadas e 35 na camada inferior (5m). Ressalta que a AP registrou maior valor extremo de 145 ntu na camada intermediaria e 240 na camada inferior, e AV apresentou o valor de 39 ntu nas três primeiras camadas o valor atípico de 53 ntu na última camada, no mês de fevereiro/2019, período no qual ocorreram chuvas. A turbidez, segundo Sutil et al. (2018), relaciona-se ao aumento do revolvimento dos sedimentos de fundo e quantidade de sólidos suspensos originados do carregamento de material orgânico para o corpo d'água.

A sub-bacia AV apresentou valores bem diferentes, com 4,0 ntu nas camadas superficiais e intermediaria, e 15 ntu na mais profunda. As plantas macrófitas aquáticas incidem nas zonas de transição solo-água, onde resíduos dissolvidos na coluna d'água e no sedimento são dominados pela ação depuradora dessas plantas, produzindo reações bioquímicas e físicas que modificam a qualidade do recurso hídrico (SILVERIO, 2017; TUNDIS e TUNDISI, 2008).

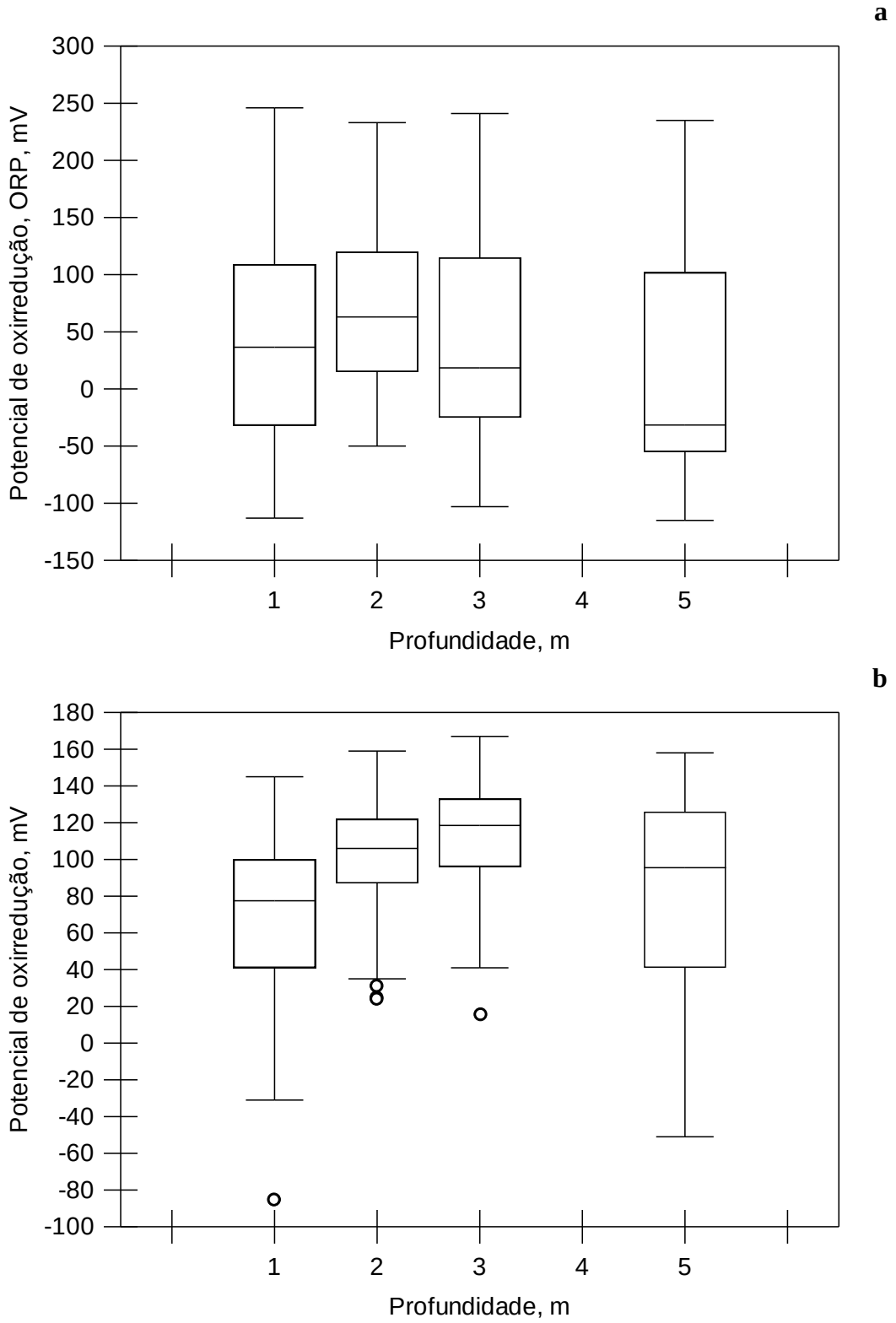


--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 23. Turbidez monitorada em relação a profundidade na sub-bacia represa artificial Principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

O potencial de oxidação-redução (ORP) apresentou maior variabilidade, na sub-bacia AP, com valores médios de 45 mV na camada superficial (1m), 52 mV e 30 mV nas camadas intermediarias (2 e 3m) e -30 mV na camada inferior (5m).

O resultado apresentado mostra que a AV registrou maior valor de ORP em todas as camadas de água analisadas, registrando o valor médio de 80 mV a 120mV entre a camada superficial (1m) e camadas intermediarias (2 e 3m) e 100 mV na camada inferior (5m). isso pode ser explicado devido a presença de grande quantidade de macrófitas no reservatório. A capacidade de transferência de elétrons em ambientes aquáticos está associada às condições biogeoquímicas dos sedimentos e das substâncias presentes no meio (SIGNORETTI et al., 2019; ESTEVES, 2011). Sendo assim, o potencial redox infere sobre a capacidade de oxirredução do ambiente. As condições de um corpo d'água não poluído são fracamente oxidantes devido à presença de quantidades limitadas de oxigênio dissolvido (AMORIM, 2018). Os resultados obtidos podem ser considerados como meio pouco oxidante. O Ministério do Meio ambiente registra que valores entre 200 mV e 600 mV indicam meio fortemente oxidante e, entre -100 mV e -200 mV indicam meios redutores. Os valores encontrados nos dois reservatórios artificiais acatam a legislação registrada na portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.



--- Mediana; □ 1º quartil – 3º quartil; |--| Intervalo entre valor mínimo e máximo; ○ *ouliers*;✳valores extremos

Figura 24. Potencial de oxirredução na sub-bacia represa artificial principal (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV).

Na análise estatística descritiva temporal dos dados experimentais realizada, pode-se observar nas representações dos gráficos *box plots (Massart 2005)* os valores das características físico-químicas da água das sub-bacia represa artificial (AP) e sub-bacia represa artificial voçoroca (AV), as quais, apresentaram dados que variaram de acordo com ocasião em que foi executada a coleta, demonstrando uma visão geral e um resumo numérico da qualidade da água.

Na abordagem adotada, considerou-se o uso e práticas de manejo do solo existentes nas vertentes das sub-bacias. Analisando o gráfico temporal descritivo, observa-se que ocorreu uma maior variabilidade dos parâmetros físico-químicos no período anterior ao mês de dezembro de 2018 e a partir do mês seguinte, janeiro de 2019, nota-se uma mudança de amplitude dos valores dos parâmetros.

A variabilidade representa a capacidade de submeter-se a variações e mudanças. Existe uma maior ou menor diversificação dos valores de uma variável em torno de um valor de tendência central, tomado como ponto de comparação para qualificar os valores de uma dada variável, ressaltando a menor ou maior dispersão ou variabilidade entre esses valores e a sua medida de dispersão.

A variabilidade nas características qualitativas dos parâmetros físico-químicos da água existentes nas represas artificiais AP e AV, no período de abril de 2018 a julho de 2019, pode ser atribuída à uma mudança provocada por ações antrópicas realizadas nas áreas do entorno das represas. Este fato é evidenciado pela grande variabilidade temporal e também espacial, registradas nos gráficos na distribuição dos valores dos parâmetros de temperatura da água (T), pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (TDS), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TD) e potencial de oxirredução (ORP). Estes parâmetros registraram uma maior variabilidade no período inicial da coleta nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2018 e apresentaram menor variabilidade nos meses seguintes, janeiro, fevereiro e março de 2019, período em que foi realizado o manejo agrícola nas áreas existentes no entorno das represas artificiais.

A prática de manejo agrícola realizada na AP ocorreu na área acima da margem composta por fragmentos de mata nativa, onde foi realizado o plantio de cana-de-açúcar em sistema convencional, plantio de soja em sistema de plantio direto e plantio manual de mamona.

No mesmo período foi executado o manejo agrícola, no entorno da represa artificial AV, acima da área de preservação permanente – APP onde foi implantado sistema agroflorestal com mudas nativas, urucum e seringueira; plantio de soja no sistema de plantio direto e plantio mecânico de sorgo.

Estudos comprovaram a relação entre ação antrópica nas sub-bacias e degradação do solo (PISSARRA et al., 2019; VALERA, 2017; PACHECO, 2016).

5 CONCLUSÕES

A sub-bacia represa artificial voçoroca - AV apresenta maior número de parâmetros qualitativos que não atendem a legislação CONAMA 357/2005, para águas doces classe II, devido a interferência dos manejos do solo executados no seu entorno e ausência de mata consolidada.

Houve variação da concentração na coluna d'água acima dos padrões aceitáveis do CONAMA 357/2005, dos parâmetros temperatura (T), condutividade elétrica (CE), pH, sólidos totais (STD) e oxigênio dissolvido (OD) na represa AV, e dos parâmetros condutividade elétrica (CE) e turbidez (NTU) na represa artificial principal - AP. Estes parâmetros são considerados variáveis liminológicas altamente influenciadas por desenvolvimento de práticas agrícolas, o que sugere contribuições do manejo do solo como, plantios convencionais e outras práticas, o que pôde propiciar escoamento superficial, transporte de sedimentos e matéria orgânica nas vertentes das sub-bacias represas artificiais AP e AV.

O manejo do solo e o gradiente da declividade do terreno na margem da represa AP são os fatores que mais interferem na qualidade do recurso hídrico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que este estudo possa subsidiar a avaliação da qualidade da água em outras sub-bacias hidrográficas, com reservas artificiais, gerando perspectivas para o controle e manejo do solo e d'água para usos múltiplos fornecendo assim, informações aos tomadores de decisões nos órgãos gestores para adoção de políticas ambientais voltadas à gestão de bacias hidrográficas.

7 REFERÊNCIAS

Almeida WRF, Souza FM (2019) Análise físico-química da qualidade da água do rio Pardo no município de Cândido Sales – BA. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia** 13: 353-378.

Alves da Silva AC, Rodrigues AC, Vieira PH (2012) Análise multitemporal do uso e ocupação da terra do córrego sem nome em Ilha Solteira/SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista** 9: 250-9.

Alves ICC, El-Robrini M, Santos MLS, Monteiro SM, Barbosa LPF, Guimarães JTF (2001) Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). In.: ART, HW (Ed.). **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. **Acta Amazônia**. São Paulo: UNESP/MELHORAMENTOS, p. 115-124.

Alves WS, Morais WA, Oliveira LD, Pereira MAB, Martins AP, Vasconcelos SMA, Ramalho FL (2019) Análise das relações entre uso do solo e qualidade da água do Lago Bonsucesso, em Jataí, Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** 12: 326-342.

Amorim PC (2018). Avaliação da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água utilizando bioindicadores. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG.

Ana - Agência Nacional das Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos, ANA/MMA: Brasília - DF,v. 1, p. 176. 2005. Disponível em:http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA DA QUALIDADE DAS AGUAS.pdf. Acesso em 01/07/2019.

Ana - Agência Nacional das Águas. **Apostila de hidrologia básica**. 2001. Disponível em: <https://www.aguaegestao.com.br/br:. Acesso em: 01.07.2019.

Araujo FG, Morado CN, Parente TTE, Paumgartten FJR, Gomes ID (2018) Biomarcadores e bioindicadores da condição ambiental usando uma espécie de peixe (PimelodusmaculatusLacepède, 1803) em um reservatório tropical no Sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology** 78: 351-359.

Arcova FCS (2006) Influências da Zona Ripária sobre os processos hidrológicos de microbacias. **FEPAF - Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. v.1: 37-50.

Barboza GC (2010) **Monitoramento da qualidade e disponibilidade da água do córrego do Coqueiro no noroeste paulista para fins de irrigação**. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Unesp, Ilha Solteira.

Barreto LV, Fraga MS, Barros FM, Rocha FA, Amorim JS, Carvalho SR, Bonomo P, Silva DP (2014) Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. **Revista Ambiente & Água** 9: 118-129.

Besen M.R, Ribeiro RH, Monteiro ANTR, Iwasaki SG, Piva JT (2018) Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. **Revista Scientia Agropecuária** 9: 429-439.

Bispo DFA (2017) Soil, water, nutrients and soil organic matter losses by water erosion as a function of soil management in the Posses sub-watershed, Extrema, Minas Gerais, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias** 38: 1813-1824.

Borges MJ, Galbiatti JA, Ferraudo AS (2003) Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d' água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **Rev. Bras. de Recursos Hídricos** 8: 161-171.

Brasil. Lei das Águas – Lei n° 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1° da Lei 8.001, de 12 de Março de 1990, que modificou a Lei n°7.990 de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF,09 janeiro 1997.

Breunig FM, Wachholz F, Pereira Filho W, do Prado BR (2011) Caracterização limnológica do reservatório Rodolfo Costa e Silva – Itaara/RS-Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica** 5: 85-97.

Campagnoli F, Tundisi JG (2012) Desafios na gestão de reservatórios de hidrelétricas no Brasil. In: Campognoli F., Diniz NC (Eds.) **Gestão de reservatório de hidrelétricas**. São Paulo: Oficina de Textos, p.175-82.

Castro OS (1980) **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

Cardoso Silva S (2013) **Metais-traço em sedimentos do reservatório Paiva Castro (Mairiporã - São Paulo): histórico por meio da geocronologia do 210Pb, biodisponibilidade e uma proposta para a gestão dos recursos hídricos**. 166 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Cazula LP, Mirandola PH (2010) Bacia hidrográfica – conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP – Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros** 12: 101-124.

Cetesb - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1976_Lei_Est_997.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2018.

Christofoletti A (1974) **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 149 p.

Cicco LS (2013). **Evolução da regeneração natural de floresta ombrófila densa alto-montana e a produção de água em microbacia experimental, Cunha - SP**. 25 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Cleto Filho SEM (2006) O clima e a vida no ambiente aquático. Limnologia - Eventos térmicos em corpos d'água afetam organismos que ali vivem. **Revista Ciência Hoje** 38: 62-65.

Collins SJ, Bellingham L, Mitchell GW, Fahrig L (2019) Life in the slow drain: Landscape structure affects farm ditch water quality. **Science of The Total Environment** 656: 1157-1167.

Colombo GA, Lopes MBS, Dotto MC, Campestrini R, De Oliveira Lima S (2017) Atributos físicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico sob diferentes sistemas de manejo no cerrado tocantinense. **Campo Digital** 12: 21-29.

Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2019.

De Carli BP, Albuquerque FP, Moschini C, Pompeu VM (2018) Comunidade zooplanctônica e sua relação com a qualidade da água em reservatórios do Estado de São Paulo Iheringia, Série Zoologia, 108p.

Ding J, Jiang Y, Liu Q, Hou Z, Liao J, Fu L, Peng Q (2016) Influences of theland use patternonwaterquality in low-orderstreamsoftheDongjiand River basin, China: a multi-scaleanalysis. **Scinceofthe Total Environment** 551:205-116.

Donadio NMM, Galbiatti JÁ, Paula RC (2005) Qualidade da Água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola** 25:115-125.

Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Novo Mapa de Solos do Brasil. In: SANTOS, H.G.dos; CARVALHO JUNIOR, W.de; DART, R.de O.; AGLIO, M.L.D.; SOUSA, J.S.de; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A.L.da S.; OLIVEIRA, A.P.de. **Novo mapa de solos do Brasil, escala 1:5.000.000, atualizado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2006**). Brasília: IBGE/EMBRAPA, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de** classificação de solos. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

Esteves FA (2011) Fundamentos de Limnologia. Inter ciência 3. ed. Rio de Janeiro, 826 p.

Fay EF, Silva CMMS (2006) Índice de uso sustentável da água (ISA – Água) na região do sub - médio São Francisco.Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 157 p.

Falcão KS, Leite EF (2018) Avaliação do Potencial Natural á Erosão Hídrica na Bacia do Rio Nioaque. **Revista Geoaraguaia** 8: 79-97.

Ferreira JEV, Pinheiro MTS, Santos WRS, Silva-Maia R (2016) Graphical representation of chemical periodicity of main elements through a boxplot. **Educación Química** 27: 209-216.

Garcia JM, Mantovani P, Gomes RC, Longo RM, Demanboro AC, Bettine S C (2018) Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Revista Sociedade & Nataureza** 30: 228-254.

Giri S, Qiu Z (2016) Understanding the relationship of land uses and water quality in twenty first century: a review. **Journal of Environmental Management** 173:41-48.

Gomes FEF, Braga BB, Mendonça JC, Lopes FB (2017) Diagnóstico dos níveis de oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos em reservatórios superficiais artificias em região semiárida, **anais...**IV Inovagri Internacional Meeting, Fortaleza CE, p 1-8.

Henry-Silva GG, Camargo AFM (2005) Interações ecológicas entre as macrófitas aquáticas flutuantes Eichhornia crassipes e Pistia stratiote. **Revista Hoehnea** 32: 445-452.

Horton RE (1945) Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America** 56: 275-370.

Kolm HE, Machado EC (2016) Influência da pluviosidade na qualidade da água de dois sangradouros do litoral do Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology** 20: 1-11.

Köppen W (1948) **Climatologia:** conunestudio de los climas de latierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 479p.

Jardim WF (2014) Medição e interpretação de valores do potencial redox (EH) em matrizes ambientais. **Química Nova** 37: 1233-1235.

Lepsch IF, Valadares JMAS (1976) Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama. **Revista Bragantia** 35: 13-40.

Lima WP (2008) Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. 2.ed. Piracicaba: ESALQ, p.1-245.

Lima WP (1994) Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Apostila LCF/ESALQ. Piracicaba, SP, 621p.

Lima WP, Zakia MJB (1998) Indicadores hidrológicos em áreas florestais. Série Técnica IPEF, Piracicaba, SP, 53-64 p.

Lima WP, Zakia MJB (1996) Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, SP, p.11-21.

Lima RS (2015) **Qualidade da água dos reservatórios situados na bacia hidrográfica dos rios Piauí – Real: uma avaliação com base em técnicas estatísticas multivariadas e razões iônicas**. 100 f. Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe.

Lira BU, Rigo AD (2019) Deforestation impact on discharge regime in the Doce River Basin. **Revista Ambiente & Água** 14: 1-11.

Liu W, Zhang Q, Liu G (2012) Influences of watershed landscape composition and con-figuration on lake-water quality in the Yangtze River basin of China. **Hydrological Processes** 26: 570–578.
Marmontel CVF, Rodrigues VA (2015) Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Revista Floresta e Ambiente** 22: 171-181.

Martins ALM, Lopes MC, Simedo MBL (2015) In: Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro; Maria Helena Pereira Mirante; Sandra Medina Benini. (Org.). **Gestão e Qualidade dos Recursos Hídricos - Conceitos e Experiências em Bacias Hidrográficas**. ANAP, Tupã-SP, p. 58-70.

Melo SM, Pinhad GD, Ragonhab FH, Fontes-Junior HM, Takeda AM (2018) Reservoir longitudinal radient promotes ordered losseson diversity and densityf Ephemeroptera. **Brazilian Journal of Biology** 78: 785-792.

Oki VK (2002) **Impactos da colheita de Pinus taeda sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

Oliveira JB, Camargo MN, Rossi M, Calderano Filho B (2002) Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Escala 1:500.000. Campinas: Instituto Agronômico/EMBRAPA - Solos, 64p.

Oliveira SA, Bicudo CEM (2017) Seasonal variation of limnological features and trophic state index of two oligotrophic reservoirs of southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 77: 323-331.

Oliveira DMS, Lima RP, Verburg EEJ (2015) Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejeto líquido suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental** 19: 280–285.

Pacheco, FAL.; Sanches Fernandes, LF(2016) Environmental land use conflicts in catchments: A major cause of amplified nitrate in river water. **Science of The Total Environment.** 548:173 – 188.

Pedrazzi FJM, Conceição FT, Sardinha DS, Moschini-Carlos V, Pompêp M (2013) Spatial and temporal quality of water in the Itupararanga Reservoir, Alto Sorocaba Basin (SP). **Brazilian Journal of Water Resource and Protection** 5: 64-71.

Penteado LCC, Almeida DL, Benassi RF (2017) Conflitos hídricos na gestão dos reservatórios Billings e Barra Bonita. **Estudos Avançados** 31: 229-322.

Pereira HL (2018) **Elaboração e avaliação de uma ferramenta computacional para delimitação automática e caracterização morfométrica de bacias hidrográficas a partir de um mde.** 202 f. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental) Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO.

Piratoba ARA, Ribeiro HMC, Morales GP, Gonçalves WG (2018) Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA. **Revista Ambiente & Água** 12: 435-456.

Pissarra TCT, Valera CA; Costa RCA., Siqueira,HE, Martins Filho MV, Valle JR., RF, Fernandes, L.F.S; Pacheco, FAL (2019) A Regression Model of Stream Water Quality Based on Interactions between Landscape Composition and Riparian Bu_er Width in Small Catchments, **Water 2019** 11: 1757: 1-18

Pissarra TCT (2002) **Análise da bacia hidrográfica do Córrego Rico na subregião de Jaboticabal, SP: comparação entre imagens TM-Landsat5 e fotografias aéreas verticais.** 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Pompêo M (2017) Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros - São Paulo. Instituto de Biociências da USP, 138 p.

Porto MFA, Porto RLL (2008) Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados** 22: 43-60.

Porto RLL (1991) Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, São Paulo, 411 p.

Queiroz MMF, Iost C, Gomes SD, Vilas Boas M A (2010) Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 5: 200-210.

Ribeiro BN, Johnsson FMR, Martins SM (2018) Risco ecológico da Bacia Hidrográfica Lagos São João, RJ. **Engenharia Sanitária Ambiental** 23: 447-458.

Rocha JSM, Kurtz SMJ (2001) Manejo integrado de bacias hidrográficas. 4.ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, Santa Maria-RS, 302 p.

Rocha PC, Santos AA (2018) Análise hidrológica em bacias hidrográficas. **Mercator** 17: 1-18.

Rodrigues FM, Pissarra TCT, Campo S (2008) Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. **Revista Irriga** 3: 310-322.

Rodrigues VA (2016) **Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com Pinus halepensis Mill**. 112 f. Relatório (Pós-Doutorado) – Universidad de CastillaLa Mancha, Escuela Técnica Supeior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Albacete, Espanha.

Rodrigues VA, Cardoso LG, Pollo RA, Re DS, Pissarra TCT, Valle Junior RF (2013) Análise morfométrica da microbacia do Ribeirão das Araras-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** 21: 25-37.

Rodrigues VA, Sánchez-Román RM, Tarjuelo JM, Sartori MMP, Canales AR (2015) Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas. **Revista Irriga** 1: 1-13.

Rodrigues VA (2011) Análise dos processos hidrológicos em modelo didático de microbacias. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** 17: 1-15.

Rosa AH, Simonetti VC, da Cunha Silva DC, Rosa AH (2019) Análise da influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água da APA Itupararanga (SP), Brasil. Revista Geosul 34: 01-27.

Santana JS, Lima EF, Komatsu RS, Araújo da Silva W, Ribeiro MID (2018) Caracterização Física e Química de Solo em Sistemas de Manejo Plantio Direto e Convencional. **Enciclopédia biosfera** 15: 22-42.

Santos Oleriano E, Dias HCT (2007) A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO,Taubaté. **Anais...**p. 215-222.

Santos CLS, Lima AS, Cavalcanti BE, Melo CM, Marques MN (2018) Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental** 23: 33-46.

Santos GO, Hernandez FBT (2013) Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Engenharia Agrícola Ambiental** 17: 60-68.

Schussel Z, Nascimento Neto P (2015). Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal. **Revista Ambiente & Sociedade** 18: 137-152.

Silva, DCVR, Queiroz LG, Alamino DA, Fernandes JG, Silva SC, Paiva TCB, Pompêo MLM (2018) Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental** 23: 627-635.

Silva RSB, Sousa AML, Sodré SSV, Vitorino IM (2018) Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental** 23: 1-17.

Simedo MBL (2017) **Simulação de fluxo superficial na bacia hidrográfica do rio São Domingos – SP**. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Simedo MBL, Martins ALM, Lope MC, Pissarra TCT, Costa RCA, Valle Junior RF, Campanelli LC, Rojas N, Finoto EL (2018) Effect of w atershed land use on w ater quality: a case study in Olaria Basin, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 78: 625-635.

Sipaúba-Tavares LH, Fávero EGP, Braga FMS (2002) Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. Floatin plant. **Brazilian Journal of Biology** 62: 1-11, 2002.

Souza MM, Gastaldini MCC (2006) Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 19: 263-274.

Steffen JL, de Almeida IK, Costa Neto JF, Alves Sobrinho T (2014) Simulação do escoamento superficial em bacia hidrográfica. **Geociências** 33: 147-156.

Sthraler AN (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union** 38: 913-920.

Sutil T, Maffessoni D, Benvenuti T, Ladwig IN, Back AJ (2018) Análise Da Qualidade Hídrica do Rio Tega, Caxias Do Sul- Rs, Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental** 7: 124-142.

Tucci CEM, Mendes CA (2006) Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 302 p.

Tundisi JG (2003) Água no Século XXI: enfrentando a escassez. São Paulo: Rima, 2003.

Tundisi JG, Matsumura-Tundisi T (2008) Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, São Paulo, 227p.

Tundisi JG (2008) Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos Avançados, São Paulo, p.7-16.

Tundisi JG (2018) Reservoirs: New challenges for ecosystem studies and environmental management. **Water Security** 4: 1-7.

Tundisi JG, Matsumura-Tundisi T (2010) Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos Recursos Hídricos. **Biota Neotropica** 10: 67-76.

Tundisi JG (2003) **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. Editora RiMa, Embrapa Meio Ambiente, São Carlos, 251p.

Uuemaa E, Roosaare J, Mander Ü (2007) Landscape metrics as indicators of river water quality at catchment scale**. Water Policy** 38: 125–138.

Valle Junior RF, Varandas SGP, Sanches Fernandes LF, Pacheco FAL (2014) Groundwater quality in rural watersheds with environmental land use conflicts. **Science of the Total Environment** 493: 812-827.

Valera, C. A.; Pissarra, T. C. T.; Martins Filho, M. V.; VALLE JR., RF.; Sanches Fernandes, LF.; PACHECO, FAL.(2017.) A legal framework with scientific basis for applying the ‗polluter pays principle‘ to soil conservation in rural watersheds in Brazil. **Land Use Policy** 66, 61-71

Vanzela LS, Hernandez FBT, Franco RAM (2010) Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Engenharia Agrícola e Ambiental** 14: 55-64.

Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA (1991) **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p.

Zanata M (2013) **Morfometria de compartimentos hidrológicos e qualidade hídrica do município de Batatais-SP**. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.