



ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DOS CÓRREGOS LIMEIRA E DO LAJEADO EM ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR, NO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS-GO

Georgia Ribeiro Silveira de Sant'Ana¹, Adriana Aparecida Silva², Vonedirce Maria Santos Borges³, Selma Simões de Castro⁴

(1 - Faculdade de Tecnologia SENAI, docente, Bióloga do Jardim Botânico de Goiânia grssantana@gmail.com; 2 - Universidade Estadual de Goiás, Docente, Mestrado em Território e Expressões Culturais do Cerrado; 3 - Universidade Estadual de Goiás, Docente, Campus Quirinópolis; 4 - Universidade Federal de Goiás, Docente do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais)

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar os aspectos físico-químicos e biológicos da água dos córregos Do Lajeado (Bacia do Rio dos Bois) e Limeira (Bacia do Rio Preto), localizados no município de Quirinópolis/Goiás, que estão sob interferência do cultivo de cana-de-açúcar, a fim de compará-los com os valores preconizados pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. As coletas aconteceram à montante e à jusante de cada canal, no período de setembro de 2010 e março de 2011. Mediante as análises, principalmente nas porções à jusante dos córregos onde há mais interferência do cultivo da cana-de-açúcar, observou-se que estes apresentam indícios de impactos negativos decorrentes da forma de uso.

Palavras-chave: *Saccharum spp*; CONAMA; qualidade da água.

PHYSICAL-CHEMICAL ASPECTS OF THE LIMEIRA AND SLIDING STREAMS IN THE CULTIVATION AREA OF SUGAR CANE, IN THE MUNICIPALITY OF QUIRINÓPOLIS-GO

Abstract: This study aimed to analyze the physical-chemical and biological water from streams Do Lajeado (Basin of Rio dos Bois) and Limeira (Basin of Rio Preto), located in the municipality of Quirinópolis/Goiás, which is under interference of sugarcane plantation in order to compare them with the values recommended by Resolution N° 357/2005 of the



National Environmental Council - CONAMA. Sampling took place upstream and downstream of each stock in the period from September 2010 and March 2011. Through the analyzes, mainly in the downstream portions of the streams where there is more interference of the sugarcane cultivation, it was observed that these show signs of negative impacts due to the way of use.

Keywords: *Saccharum spp*; CONAMA; water quality.

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS CÓRREGOS LIMEIRA Y DEL LAJEADO EN ÁREA DE CULTIVO DE CANA DE AZÚCAR, EN EL MUNICIPIO DE QUIRINÓPOLIS-GO

Resumen: El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los aspectos físico-químicos y biológicos del agua de los arroyos del Lajeado y Limeira (Cuenca del Río Negro), ubicados en el municipio de Quirinópolis/Goiás, que están sufriendo interferencia del cultivo de caña de azúcar, a fin de compararlos con los valores preconizados por la Resolución 357/2005 del Consejo Nacional del Medio Ambiente - CONAMA. Las colectas se realizaron aguas arriba y aguas abajo de cada canal, en el período de septiembre de 2010 y marzo de 2011. Mediante los análisis, principalmente en las porciones aguas abajo de los arroyos donde hay más interferencia del cultivo de la caña de azúcar, se observó que éstos presentan indicios de impactos negativos derivados de la forma de uso.

Palabras clave: *Saccharum spp*; CONAMA; Calidad del agua.

Introdução

O desenvolvimento econômico tem sido caracterizado pelo uso constante dos recursos naturais sem planejamento adequado (VANZELA et al., 2010; LORDELO et al, 2018). Nas últimas décadas, boa parte dos estados brasileiros substituíram suas principais culturas agrícolas pela produção de cana-de-açúcar, perdendo em área cultivos de café, citrus, banana, milho, algodão, além de pastagens plantadas para pecuária bovina, entre outros.

Castro et al. (2010) e Manzatto et al. (2009) afirmaram que o estado de Goiás possui boa aptidão agrícola para a cultura da cana, que associada à logística, o conhecimento tecnológico, as novas variedades de plantas, bem como o momento favorável de mercado, foram responsáveis pela expansão da cultura na atualidade. Silva e Miziara (2011) assinalam



que a principal expansão da cana está ocorrendo no Sul Goiano, onde a aptidão se estende por área mais contínua, havendo substituição de culturas de grãos e pastos, enquanto que no Centro-Norte a substituição é de pastagens e remanescentes do Cerrado.

Segundo dados do IMB (2017), o município de Quirinópolis, situado no Sudoeste goiano, na safra 2013/14 chegou a uma área total cultivada de 76.804 ha, sendo líder no *ranking* da produção de cana-de-açúcar no estado de Goiás, superando municípios tradicionais como Santa Helena de Goiás e Goiatuba, posição mantida até a presente safra. Importante destacar que Quirinópolis não possuía área representativa desta cultura até 2004, e que, portanto, este novo momento de expansão alterou drasticamente o quadro econômico e a paisagem, ocorrendo substituições de culturas, as quais geram impactos diretos nos recursos hídricos associados ao manejo dos solos e da própria água (SANT'ANA, 2014; SANT'ANA et al, 2016).

O ambiente hídrico e toda a estrutura biótica e abiótica que o compõe tem sofrido elevadas pressões antrópicas nas últimas décadas, onde diversas técnicas de agricultura utilizadas têm provocado grande degradação ambiental (PRADO et al., 2010; JUNIOR, 2012; SANT'ANA, 2017). Para Oliveira (2009) e Tundisi (2014) as alterações que ocorrem no meio ambiente provocado pelo crescimento urbano e populacional, podem afetar a quantidade e qualidade das características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água e o seu entorno. Segundo Vanzela et al. (2010) e Júnior et al. (2018) a redução da qualidade e disponibilidade hídrica está relacionada à má conservação do solo e o uso irracional dos recursos naturais.

A análise da água de um manancial pode evidenciar o uso inadequado do solo, os efeitos do lançamento de efluentes, suas limitações de uso e seu potencial de autodepuração isto é, sua capacidade de restabelecer o equilíbrio após recebimento de efluentes. Dentre os parâmetros utilizados para qualificar a água estão os físico-químicos (pH, cloretos, alcalinidade, nitratos, fosfatos, turbidez, condutividade, etc.), os biológicos (clorofila-a, etc.) e microbiológicos (coliformes fecais e totais) (SPERLING, 2005; MACEDO et al, 2018).

O presente trabalho teve como objetivo analisar os fatores físico-químicos e biológicos da água dos córregos Do Lajeado e Limeira, localizados no município de Quirinópolis, Goiás, que está sob área de interferência de expansão acelerada da área de cultivo de cana-de-açúcar, a fim de compará-los com os valores preconizados pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.



predominam na maior parte da microrregião e se encontram nas superfícies geomórficas intermediárias do relevo e os segundos, de característica argilosa, desenvolvidos sobre os basaltos e posicionados na superfície geomórfica mais baixa (NOVAES et al., 1983). As sub-bacias estudadas estão localizadas em posição montante a uma altitude de 506 e 542 e a jusante entre 405 e 542. Quanto à declividade, a montante apresenta uma declividade de 5 a 13 % e a jusante uma declividade de 13 a menor que 7,8 %.

O Córrego Do Lajeado, a montante, apresenta água transparente com leito pedregoso, estando situado em área de mata galeria a 100 metros de uma área de criação de gado, apresenta profundidade de 0,30 e 0,50 cm, seu leito se encontra sombreado pela mata de galeria. A jusante do Córrego Do Lajeado água se apresenta transparente, mostrando leito argiloso, possuindo pouca vegetação nativa (mata de galeria), estando a 50 metros da área de plantação de cana-de-açúcar.

Já o Córrego Limeira, a montante, apresenta água transparente e leito argiloso, estando situado em área de mata galeria, com presença de material em suspensão. O córrego é sombreado pela vegetação nativa (mata de galeria) marginal. A profundidade varia entre 0,40 e 0,60 cm, com o fundo do córrego argiloso. A jusante do Córrego Limeira, a água é turva com leito argiloso e presença de algumas rochas. Possui pouca vegetação nativa em seu entorno, estando a 50 metros de uma área de cultivo de cana-de-açúcar e uma pequena porção de pasto, de aproximadamente 100 m². A profundidade do córrego é de 0,60 a 0,70 cm.

Em cada córrego foram amostrados dois pontos, escolhidos pela facilidade de acesso, para a coleta. A localização dos pontos amostrados (Figura 1) são Córrego Do Lajeado a montante - LJ1 (S 18°22'32,9" e W 0,50° 16'37,5"); a jusante - LJ2 (S 18°20'02,4" e W 0,50°08'43,0"); Córrego Limeira a montante - LM1 (S 18°31'14,4" e W 0,50°23'06,5"); a jusante - LM2 (S 18°35'01,0" e W 0,50°26'01,8").

Em relação à ordem dos córregos, o ponto LJ1 do Córrego Do Lajeado e o ponto LM1 do Córrego Limeira estão em trecho de 1ª ordem. O ponto LJ2, do Córrego Do Lajeado e o ponto LM2 do Córrego Limeira estão em trecho de 2ª ordem. Os córregos foram amostrados em dois períodos por dois dias consecutivos meses de setembro de 2010 e março de 2011 (estações seca e chuvosa).

Os dados pluviométricos utilizados foram obtidos da estação meteorológica da Usina São Francisco, localizada em Quirinópolis, Goiás. A temperatura da água e do ar foram

medidas em campo. As coletas foram realizadas de acordo com Conte e Leopoldo (2001). As amostras foram acomodadas em frascos apropriados e acondicionadas em caixas de isopor.

Para a realização do estudo nos córregos Do Lajeado e Limeira foram realizadas análises físico-químicos e biológicos, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1. Lista de parâmetros analisados para a verificação da qualidade da água nos córregos Do Lajeado e Limeira na região de Quirinópolis, Goiás nos períodos seco e chuvoso, a jusante e a montante.

Parâmetros Físico-Químicos analisados	Parâmetros Físico-Químicos/Metais Pesados/Agrotóxicos analisados
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cobre (mg/L) - Cu
pH	Cádmio (mg/L) - CD
Temperatura água da ($^{\circ}\text{C}$)	Cobalto (mg/L) - Co
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Cromo Total (mg/L) - Cr
Alcalinidade (mg/L)	Zinco (mg/L) - Zn
Turbidez (UNT)	Manganês (mg/L) - Mn
Nitrato (mg/LN) - NO_3	Ferro Total (mg/L) - Fe
Nitrogênio total (mg/L) - N	Glifosato ($\mu\text{g}/\text{L}$)
Fosfato (mg/L) - PO_4	Parâmetros Biológicos
Fósforo total (mg/L) - P	Clorofila a ($\mu\text{g}/\text{L}$)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) - $+\text{O}_2$	Oxigênio Dissolvido (mg/L) - O_2
Potássio (mg/L) - K	-
Sódio (mg/L)	-
Teor de cloretos (mg/L) - Cl	-
Sódio (mg/L)	-
Sólidos totais dissolvidos (mL/L)	-

As metodologias utilizadas para as análises dos parâmetros requeridos são de acordo *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (CLESCERI et al., 2012). Os parâmetros analisados nos pontos LJ1, LJ2, LM1 e LM2 foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2.

Resultados e Discussão

A retirada da vegetação natural da bacia para a ocupação por agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d'água. Para compensar esta retirada, e para tornar a agricultura mais intensiva, são adicionados artificialmente, fertilizantes, isto é, produtos com elevados teores dos nutrientes nitrogênio e fósforo. Tal substituição pode causar, também, uma redução da capacidade de infiltração no

solo e, conseqüentemente, um escoamento destes nutrientes diretamente nos corpos d'água (SPERLING, 2005; CORBI, 2006; JUNIOR, 2012; SANT'ANA, 2014).

A cultura em questão, cana-de-açúcar, segundo informações das indústrias da região estudada, recebe o manejo de acordo com a tabela 2. Este manejo apresenta uma composição química média de nitrogênio, fosfato, oxido de potássio, óxido de cálcio, óxido de magnésio, sulfato, grande quantidade de matéria orgânica, ferro, cobre, zinco, manganês e pH ácido.

Tabela 2. Manejo utilizado na cultura de cana-de-açúcar, na região de Quirinópolis, Goiás.

USO ANTERIOR/ CANA	MANEJO				
	Gesso agrícola t/ha	Fosfato (P ₂ O ₅) t/ha	Fertilizante t/ha	Calcário t/ha	Vinhaça m ³ /ha
Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf)					
Soja/cana fertirrigada	1,5/2006 1/2009	0,23/2006	0,6/2006(1)	3/2006 2/2009	150/2008 150/2010
soja/cana não fertirrigada	1,5/2006 1/2009	0,23/2006	0,6/2007(1) 0,45/2008(2) 0,45/2009(2)	3/2006 2/2009	-
Latossolo Vermelho distrófico (LVd)					
soja/cana não fertirrigada	1,5/2006 1/2009	0,23/2006	0,26/2007(1) 0,45/2008(2) 0,45/2009(2)	3/2006 2/2009	-
pasto/cana não fertirrigada	1,5/2006 1/2009	0,23/2006	0,26/2007(1) 0,20/2008(3) 0,45/2009(2)	3/2006 2/2009	-

Fonte: SANT'ANA et al. (2011).

Nas tabelas 3 a 6 são apresentados os valores obtidos para as variáveis físico-químicas e biológicas nos pontos de coleta LJ1, LJ2, LM1 e LM2, respectivamente.

Tabela 3. Variação dos resultados das análises físico-químicas e biológicas dos pontos no Córrego Do Lajeado, no período seco, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO DO LAJEADO								
VARIÁVEIS/Período Seco	05/09/10 (M)	05/09/10 (J)	06/09/10 (M)	06/09/10 (J)	Máxima	Mínima	Média	CONAMA n° 357/2005
Condutividade (µS/cm)	35,7	45,3	35,8	45,7	45,7	35,7	40,6	*
pH	6	6,31	6,2	6,3	6,21	6	6,20	6,0 a 9,0
Temperatura água da (°C)	20,4	21,2	20	21,9	21,9	20	20,87	*
Temperatura do ar (°C)	25	26	23	25	24,75	23	24,75	*
Alcalinidade (mg/L)	85,07	87,07	85	87	86,03	85	86,03	*
Turbidez (UNT)	8,72	3,77	8,7	3,78	6,23	3,77	6,24	Máx. 40 NTU
Clorofila a (µg/L)	30,2	24	30,1	24,5	30,1	24	27,2	30µg/L

Nitrato (mg/LN-NO ₃)	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,15	10 mg/LN-NO ₃
Nitrogênio total (mg/LN)	0,76	0,66	0,76	0,66	0,76	0,66	0,71	*
Fosfato (mg/LP-PO ₄)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	*
Fósforo total (mg/LP)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02 mg/LP
Oxigênio Dissolvido (mg/LO ₂)	6,8	6,9	6,8	6,9	6,9	6,8	6,85	Min. 6mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/LO ₂)	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9	1,05	Max.5 mg/LO ₂
Potássio (mg/LK)	0,76	0,67	0,75	0,68	0,76	0,67	0,71	*
Sódio (mg/L)	0,76	1,37	0,77	1,37	1,37	0,76	1,07	*
Teor de cloretos (mg/L Cl)	25,56	31,95	25,5	30,9	31,95	25,5	28,48	250mg/L Cl
Sólidos totais dissolvidos(mL/L)	20	40	19	38,5	40	19	29,37	500 mg/L

Tabela 4. Variação dos resultados das análises físico-químicas e biológicas dos pontos no Córrego Do Lajeado, no período chuvoso, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO Do LAJEADO								
VARIÁVEIS/Período Chuvoso	19/03/11 (M)	19/03/11 (J)	20/03/11 (M)	20/03/11 (J)	Máxima	Mínima	Média	CONAMA nº 357/2005
Condutividade (µS/cm)	53,6	26,2	53,6	26	53,6	26	39,85	*
pH	6,88	7,52	6,7	7,5	7,52	6,7	7,15	6,0 a 9,0
Temperatura água da (°C)	23,8	24	22,5	21	24	21	22,83	*
Temperatura do ar (°C)	25	28	24	27	28	24	26	*
Alcalinidade (mg/L)	42,04	41,04	44,1	41	44,1	41	42,05	*
Turbidez (UNT)	158	19,7	150	19,6	158	19,6	86,83	Máx. 40 NTU
Clorofila a (µg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	30µg/L
Nitrato (mg/LN-NO ₃)	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,63	10 mg/LN-NO ₃
Nitrogênio total (mg/LN)	0,98	0,88	0,97	0,87	0,98	0,87	0,93	*
Fosfato (mg/LP-PO ₄)	0,29	0,14	0,29	0,14	0,14	0,14	0,22	*
Fósforo total (mg/LP)	0,09	0,04	0,09	0,04	0,09	0,04	0,07	0,02 mg/LP
Oxigênio Dissolvido (mg/LO ₂)	8,9	5,4	8,8	5,4	8,9	5,4	7,13	Min. 6mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/LO ₂)	3,5	0,4	3,4	0,4	3,5	0,4	1,93	Max.5 mg/LO ₂
Potássio (mg/LK)	1,67	1,07	1,67	1,08	1,67	1,07	1,38	*
Sódio (mg/L)	0,37	1,07	0,38	1,07	1,07	0,37	0,73	*
Teor de cloretos (mg/L Cl)	1,42	2,84	1,45	2,9	2,9	1,42	2,15	250mg/L Cl
Sólidos totais dissolvidos (mL/L)	0,9	0,1	0,89	0,15	0,9	0,1	0,51	500 mg/L

Tabela 5. Variação dos resultados das análises físico-químicas e biológicas dos pontos no Córrego Limeira, no período seco, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO LIMEIRA								
VARIÁVEIS/Período Seco	05/09/10 (M)	05/09/10 (J)	06/09/10 (M)	06/09/10 (J)	Máxima	Mínima	Média	CONAMA nº 357/2005
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	39,3	30,5	39,1	30,4	39,3	30,4	34,83	*
pH	7,43	7,07	7,39	7,05	7,43	7,05	7,23	6,0 a 9,0
Temperatura água da ($^{\circ}\text{C}$)	17,6	19	18	17,6	19	17,6	18,05	*
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	25	24	26	25	26	24	25	*
Alcalinidade (mg/L)	80,07	81,07	80,05	81,07	81,07	80,05	80,56	*
Turbidez (UNT)	8,21	24	8,2	24	24	8,2	16,15	Máx. 40 NTU
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	6,23	12,4	6,23	12,4	12,4	6,23	9,32	30 $\mu\text{g/L}$
Nitrato (mg/LN-NO_3)	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,32	10 mg/LN-NO_3
Nitrogênio total (mg/LN)	0,76	0,96	0,76	0,96	0,96	0,76	0,86	*
Fosfato (mg/LP-PO_4)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	*
Fósforo total (mg/LP)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02 mg/LP
Oxigênio Dissolvido (mg/LO_2)	5,8	7,2	5,8	7,2	7,2	5,8	6,5	Min. 6 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/LO_2)	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,25	Max.5 mg/LO_2
Potássio (mg/LK)	0,47	0,48	0,47	0,49	0,49	0,47	0,47	*
Sódio (mg/L)	0,81	1,19	0,82	1,2	0,81	0,81	1,01	*
Teor de cloretos (mg/L Cl)	24,85	27,69	24,5	27,7	27,7	24,5	26,19	250 mg/L Cl
Sólidos totais dissolvidos (mL/L)	30	10	31	12	31	10	20,75	500 mg/L

Tabela 6. Variação dos resultados das análises físico-químicas e biológicas dos pontos no Córrego Limeira, no período chuvoso, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO LIMEIRA								
VARIÁVEIS/Período Chuvoso	19/03/11 (M)	19/03/11 (J)	20/03/11 (M)	20/03/11 (J)	Máxima	Mínima	Média	CONAMA nº 357/2005
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	41,6	34,5	41,4	34,7	41,6	34,5	38,76	*
pH	7,43	7,07	7,39	7,05	7,43	7,05	7,27	6,0 a 9,0
Temperatura água da ($^{\circ}\text{C}$)	17,6	24	17,5	22,5	24	17,5	21,12	*
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	25	28	24	26	28	24	26,2	*
Alcalinidade (mg/L)	60,05	33,03	60	33	60,05	33	49,23	*
Turbidez (UNT)	22,2	65,5	22	65	65,5	22	48,04	Máx. 40 NTU
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	ND	ND	ND	ND	*	*	*	30 $\mu\text{g/L}$
Nitrato (mg/LN-NO_3)	0,9	0,9	0,89	0,8	0,9	0,8	0,88	10 mg/LN-NO_3
Nitrogênio total (mg/LN)	1,18	1,18	1,17	1,17	1,18	1,17	1,18	*
Fosfato (mg/LP-PO_4)	<0,010	0,113	<0,010	0,113	0,11	0,11	0,12	*
Fósforo total (mg/LP)	<0,010	0,037	<0,010	0,037	0,037	0,04	0,04	0,02 mg/LP
Oxigênio Dissolvido (mg/LO_2)	9,3	6,4	9,2	6,5	9,3	6,4	8,14	Min. 6 mg/L
Demanda Bioquímica	2,9	0,8	2,8	0,8	2,9	0,8	2,04	Max.5 mg/LO_2



de Oxigênio (mg/LO ₂)								
Potássio (mg/LK)	1,05	1,12	1,05	1,1	1,12	1,05	1,09	*
Sódio (mg/L)	0,64	1,25	0,63	1,25	1,25	0,63	1,01	*
Teor de cloretos (mg/L Cl)	2,13	2,84	2,19	3,1	3,1	2,13	2,67	250mg/L Cl
Sólidos totais dissolvidos (mL/L)	0,01	0,3	0,01	0,4	0,4	0,01	0,22	500 mg/L

Durante as coletas, o período de maior precipitação foi no dia 20 de março de 2011, com 52 mm. Não houve precipitação no mês de setembro de 2010. A variação da temperatura do ar nos córregos Do Lajeado e Limeira, nos meses de setembro de 2010 e março de 2011 apresentou uma constância, com maiores valores no mês de março de 2011, período de chuva. Embora não tenha havido uma expressiva diferenciação entre os pontos de coleta, a temperatura apresenta um padrão sazonal cíclico com duas estações distintas: uma quente e úmida (março de 2011) e outra seca (setembro de 2010).

A temperatura da água, que variou entre 20 °C e 24 °C, não apresentou o mesmo padrão sazonal. Foi maior no período chuvoso, que corresponde ao verão, nos dois córregos. Tendência comum na região observada em outros trabalhos desenvolvidos em Goiás e no Distrito Federal em ambientes lênticos (VELHO et al., 2001; LORDELO et al, 2018) e lóticos (SILVA, 2007). Houve uma pequena diferença nas temperaturas registradas entre os dois córregos.

Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), os ambientes aquáticos da região Centro-Oeste do Brasil possuem águas ácidas. Isso ocorre porque os solos do Cerrado são ácidos, o que faz com que a água de rios que drenam regiões de Cerrado fiquem ácidas. Os valores de pH medidos nas duas campanhas de amostragem mostraram uma pequena variação, desde um valor mínimo de 6 (a montante, período seco, no córrego Do Lajeado) e máximo de 7,5 (a jusante, período chuvoso, no córrego Limeira) mostrando uma tendência a alcalinidade. Os maiores valores foram medidos no período chuvoso, o que pode ser explicado pelo aumento de substâncias solubilizantes devido ao carreamento e transporte de materiais de origem orgânica e inorgânica. Essa ligeira alcalinidade é devida à presença de carbonatos e bicarbonatos, e também reflete o tipo de solo por onde a água passa (EMGOPA, 1988; ESTEVES, 1998; SILVA, 2007; SALVI et al, 2017). Os resultados encontrados nas



análises estão compatíveis com os parâmetros estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA/2005.

O pH também influencia a condutividade elétrica, que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes no corpo d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2009). Os pontos a jusante, tanto no córrego Do Lajeado como no Limeira, apresentaram os valores mais altos de condutividade elétrica (Tabela 3 a 6). Altos valores obtidos para a condutividade elétrica são característicos de ambientes impactados, em geral níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CETESB, 2007; CETESB, 2015).

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, sendo que este último ânion é raro na maioria das águas naturais, ocorrendo geralmente em águas cujo pH é superior a 10. A alcalinidade reflete, em última instância, a capacidade que um ecossistema aquático apresenta em neutralizar (tamponar) ácidos a eles adicionados (ESTEVEZ, 1998; SOUZA, 2001). O período seco, de 5 e 6 de setembro apresentou os valores mais altos de alcalinidade entre 80,07 a 87. No período chuvoso os valores foram mais baixos, mas, continuaram com uma alta concentração (Tabela 3 a 6). Esses valores estão associados a altos valores de íons de cálcio, comumente utilizado na correção dos solos (calagem) e também participante da composição da vinhaça utilizada na fertirrigação da cana-de-açúcar (CORBI, 2006; SILVA, et al., 2007; OLIVEIRA, 2009; JUNIOR, 2012).

Os parâmetros climatológicos de uma região também influenciam nos parâmetros avaliados, como em relação à turbidez dos corpos d'água. Em um período de maior precipitação, pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão (SOUZA, 2008). Fato que provavelmente ocorreu no período chuvoso em relação aos dois córregos estudados, os quais apresentaram valores acima do estipulado pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 (Tabela 3 a 6). Tal fato também pode ser reforçado pela presença de erosões às margens dos córregos.

O sódio é geralmente encontrado associado com cloreto, o que indica a sua origem comum. A erosão de rochas que contêm cloreto de sódio é responsável pela origem da maior parte do cloreto e do sódio encontrada em rios. No entanto, a poluição por esgotos



domésticos, fertilizantes ou sais de estradas também são fontes importantes desses íons. Foi estipulado que 28 % do sódio em rios em todo o mundo têm origem antropogênica (BERNER e BERNER, 1987; SALVI et al, 2017).

Silva (2008) e CETESB (2015) observou que córregos localizados em áreas rurais apresentaram maiores valores de condutividade elétrica, alcalinidade, magnésio, potássio, sódio, cloreto e sulfato do que córregos localizados em áreas naturais. No presente trabalho, os córregos Do Lajeado e Limeira apresentaram altos valores de sódio a jusante (Tabela 3 a 6), comparados com os valores a montante. A concentração de potássio foi maior no período chuvoso em ambos os córregos (Tabela 3 a 6), não ultrapassando 10 mg/l, pois segundo CETESB (2009), o potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis. Ele é pronto para ser incorporado em estruturas minerais e acumulado pela biota aquática, pois é um elemento nutricional essencial. As concentrações em águas naturais são usualmente menores que 10 mg/L.

As concentrações de cloretos (Tabela 3 a 6) variaram entre de 1,42 a 31,95, permanecendo abaixo dos valores estipulados pela resolução do CONAMA 357/2005, que prevê 250mg/L (Tabela 3 e 6), não apresentando restrições para utilização na irrigação.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) ou sólidos em suspensão dissolvidos (SSD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume (CETESB, 2009; CETESB, 2015). Os córregos Do Lajeado e Limeira apresentaram altos valores de STD no período seco, sendo a jusante no córrego Do Lajeado e a montante no córrego Limeira. Os valores não ultrapassam o estipulado pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, mas representam uma alteração negativa nestes pontos (Tabela 3 a 6).

As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram valores acima do especificado pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, tanto no período de seca como no período de chuvas. Tal fato evidencia que o ambiente vem sofrendo grande descarga de matéria orgânica, principalmente a jusante e no Córrego Do Lajeado, devido ao uso do solo para a atividade agrícola (Tabela 3 a 6). Dessa forma, os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio e menor a concentração de oxigênio



dissolvido no corpo d'água (BAUMGARTEN e POZZA, 2001; VANZELA et al., 2010; SALVI, et al, 2018).

A resolução 357 do CONAMA/2005 estabelece limites de íon amoniacal, que variam de acordo com o pH dos corpos d'água. Os córregos analisados apresentaram pH menores que 7,5 sendo que, o valor máximo estipulado pelo CONAMA é 3,7 g/LN. O íon amoniacal apresentou-se com valores superiores ao estipulado, com uma média no período seco de 3,99 acima do valor estipulado (Tabela 3 e 6). Os valores nos córregos estudados, principalmente no Do Lajeado, foram maiores a jusante, onde ocorre a maior interferência das áreas de cultivo agrícola.

As principais fontes artificiais de entrada de nitrogênio em córregos incluem fertilizantes agrícolas, deposição atmosférica, cultivo de plantas fixadoras de nitrogênio, esgoto e resíduos de animais (BOYER et al., 2002; SANT'ANA, 2014). A maior de deposição de nitrato foi no córrego Limeira, no período chuvoso (Tabela 3 a 6). Os maiores valores de nitrogênio total foram observados no período chuvoso, tanto no Córrego Do Lajeado quanto no Córrego Limeira (Tabela 3 a 6).

Silva (2008) observou que córregos em áreas rurais apresentam concentrações de amônio, nitrato e nitrito maiores do que as concentrações medidas em córregos localizados em áreas naturais do Cerrado. Araújo (2006) e Salvi et al. (2018) encontrou poços de água com elevadas concentrações de nitrato (até 21 mg/L) pelo uso intensivo de fertilizantes na bacia do rio Jardim (notadamente NPK). Teores de nitrato superiores a 5 mg/L são considerados fortes indicativos de entrada de cargas poluidoras em corpos d'água (HEM, 1986; MACEDO et al, 2018). Assim, a diferença nas concentrações de nitrato e íon amônio entre os córregos a montante e principalmente a jusante sinalizam a contaminação por fertilizantes nas sub-bacias estudadas (Tabela 3 a 6).

O fósforo é o principal nutriente associado ao processo de eutrofização. Os ambientes aquáticos tropicais, geralmente, apresentam escassez deste elemento. O fósforo total inclui todas as formas de fósforo presentes no sistema, orgânico/inorgânicos e particulados/dissolvidos, sua qualificação fornece dados importantes sobre uso do solo. As fontes artificiais de fosfato mais importantes são: esgoto doméstico e industrial, fertilizantes agrícolas e material particulado de origem industrial contido na atmosfera (ESTEVEZ, 1998; BOZZI et al, 2018). Já a elevada concentração de alumínio, associada à acidez dos solos do



Cerrado, contribui para diminuir a disponibilidade de vários nutrientes, especialmente os fosfatos que são absorvidos pelos íons Al^{+3} na fração argilosa do solo (RODRIGUES JUNIOR, 2008; SANT'ANA et al, 2016).

Nos córregos estudados mesmo considerando estas características dos solos, observaram-se concentrações altas de fosfato e fósforo total, de acordo com o estabelecido pela resolução 357 do CONAMA/2005 que é de 0,02 mg/LP. Em alguns dos pontos amostrados os valores chegaram a 0,096 mg/LP de fósforo total e 0,29 mg/LP de fosfato no período de chuva (Tabela 3 a 6), com uma média no córrego Do Lajeado no período seco de fósforo total de 0,017 mg/LP e no período chuvoso 0,071 mg/LP. Já para o córrego Limeira no período seco < 0,010 mg/LP e período chuvoso 0,037 mg/LP, demonstrando assim um impacto no ambiente (Tabela 3 a 6). Comparando estes dados com os apresentados por Oliveira (2009) em relação ao córrego Pindaíba, em Formosa/Goiás relativo à área natural e ao córrego Estanislau, em área com atividade agrícola, na mesma região, onde os estudos destes dois córregos não detectaram concentrações de fosfato, diferente do encontrado para os córregos Limeira e Do Lajeado, que apresentaram altos valores de fosfato e fósforo total, principalmente no período chuvoso, podendo ser devido à presença de altas concentrações de fertilizantes que são utilizados no cultivo de cana-de-açúcar (Tabela 3 a 6).

A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) corresponde ao oxigênio consumido na estabilização da matéria orgânica no período padrão de 5 dias a uma temperatura de 20 °C (CETESB, 2009; MACEDO et al, 2018). Refere-se a uma variável ambiental de extrema importância para a caracterização do grau de poluição de um corpo hídrico, sendo particularmente importante por estimar o potencial consumo do oxigênio pelos poluentes domésticos e industriais. Bactérias, durante a degradação da matéria orgânica consomem oxigênio em seus processos respiratórios e, caso haja o consumo total de oxigênio dissolvido na água, ocorre à geração de maus odores pela mortalidade e decomposição dos organismos aeróbicos e desprendimento de gases, principalmente o enxofre (MOLINA et al., 2009; BOZZI et al, 2018).

No período de chuva a DBO apresentou valores de 3,5 mg/L no córrego Do Lajeado e 2,9 mg/L no córrego Limeira, superiores aos valores do período seco no trecho a montante (Tabela 3 a 6). Acredita-se que isto se deve ao aumento da matéria orgânica e a chuva no período. Neste mês pode-se ter ocorrido maior despejo de matéria orgânica, fazendo com que

a DBO elevasse. No período seco houve maiores elevações no córrego Limeira a jusante (Tabelas 3 a 6). Os valores não ultrapassaram o máximo estipulado pela resolução 357 do CONAMA de março de 2005.

A quantificação da clorofila-a permite estimar a biomassa fitoplanctônica, pois este pigmento está presente em todos os organismos fotossintetizantes. Em situações de grande densidade fitoplanctônica, que são típicas de sistemas eutrofizados, os níveis de nutrientes podem ser mantidos baixos pelo consumo fitoplanctônico, tornando fundamental a avaliação de variáveis biológicas para permitir uma melhor caracterização da água. (ESTEVES, 1998; MACEDO et al, 2018).

Não foi detectável a clorofila-a no período chuvoso, já no período seco observou-se aumento de clorofila-a no Córrego Do Lajeado, tanto a montante, como a jusante (Tabela 3 a 6). A média no período seco no Córrego Do Lajeado foi de 27,2 µg/L, valor próximo do estipulado pelo CONAMA/2005 de 30 µg/L (Tabela 2). No Córrego Limeira o valor médio foi de 9,31 µg/L, valor distante do estipulado pela resolução 357 do CONAMA/2005 (Tabela 3 a 6). O aumento no uso de fertilizantes nas culturas agrícolas tem provocado a poluição de corpos d'água pela infiltração e escoamento superficial das chuvas, que carregam os nutrientes adicionados ao solo pelos fertilizantes para ambientes aquáticos (CORBI, 2006; OLIVEIRA, 2009; SANT'ANA, 2014).

Quantidade traço de muitos metais como: níquel (Ni), manganês (Mn), chumbo (Pb), cromo (Cr), cádmio (Cd), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e mercúrio (Hg) são constituintes importantes para muitas águas. Alguns são necessários para o desenvolvimento da vida biológica, sendo que a ausência de quantidades suficientes deles pode, por exemplo, limitar o crescimento de algas (RIBEIRO et al., 2012; BOZZI et al, 2018). Muitos desses metais são classificados como poluentes prioritários. A presença de um deles em quantidade excessiva seria suficiente para interferir com seus benefícios na água, devido à sua toxicidade. Observando a tabelas 7 e 8, verifica-se que tanto no Córrego Do Lajeado como no Córrego Limeira os valores de cobre, cádmio, cobalto, cromo, zinco e manganês não ultrapassaram os valores estipulados pela resolução 357 do CONAMA de março de 2005.

Segundo SANTOS et al. (2010) e BOZZI et al. (2018), os fatores que mais interferem no aumento da quantidade de ferro na água dos mananciais são a má conservação do solo e

intensificação do processo erosivo e do assoreamento, formados por solos à base de sesquióxido de ferro.

Tabela 7. Variação dos resultados das análises físico-químicas quanto a metais pesados e agrotóxicos dos pontos, no Córrego Do Lajeado, no período seco e chuvoso, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO DO LAJEADO					
VARIÁVEIS/Período Seco	05/09/10 (M)	05/09/10 (J)	06/09/10 (M)	06/09/10 (J)	CONAMA n° 357/2005
Cobre (mg/LCu)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	*
Cádmio (mg/LCd)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Máx.0,001
Cobalto (mg/LCo)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Cromo Total (mg/LCr)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Zinco (mg/LZn)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,18
Manganês (mg/LMn)	0,014	0,013	0,014	0,013	Máx.0,1
Ferro Total (mg/LFe)	1,48	0,67	1,48	0,97	*
Glifosato µg/L)	<20,0	<0,20	<0,20	<0,20,0	Máx. 20,0
VARIÁVEIS/Período Chuvoso	19/03/11 (M)	19/03/11 (J)	20/03/11 (M)	20/03/11 (J)	CONAMA n° 357/2005
Cobre (mg/LCu)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	*
Cádmio (mg/LCd)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Máx.0,001
Cobalto (mg/LCo)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Cromo Total (mg/LCr)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Zinco (mg/LZn)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,18
Manganês (mg/LMn)	0,014	0,013	0,014	0,013	Máx.0,1
Ferro Total (mg/LFe)	1,48	0,67	1,48	0,97	*
Glifosato µg/L)	<20,0	<0,20	<0,20	<0,20,0	Máx. 20,0

Quando se tem altas concentrações de ferro total na água, representa indícios de que outros fatores como a presença de sólidos dissolvidos, suspenso e totais também podem estar presente na água, devido à origem dos parâmetros serem os mesmos. Para Ribeiro et al. (2012) e Macedo et al (2018), valores acima de 0,5 mg/L Fe merece atenção especial quando o recurso for utilizado por sistema de irrigação. Analisando as tabelas 7 e 8 verifica-se que o tanto o Córrego Do Lajeado quanto o Córrego Limeira apresentaram valores altos de ferro total, principalmente no período chuvoso, sendo para o Córrego Limeira relativo a um valor de 4,54 mg/L Fe no trecho a jusante (Tabela 8). Estes valores indicam impactos na área agrícola, tanto no período seco, como no chuvoso.

Traços de pesticidas, herbicidas e outros produtos agrícolas são componentes tóxicos a muitas formas de vida, desta maneira, esses compostos podem ser contaminantes das águas superficiais (CORBI, 2006; SANT'ANA, 2014). O glifosato é um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de

ação sistêmica (GALLI e MONTEZUMA, 2005). Nos Córregos Do Lajeado e Limeira foram analisadas as quantidades de glifosato existentes nos mananciais e verificou-se que os valores são menores que 20,0 µg/L (Tabela 7 e 8), valor referência estipulado pela resolução 357 do CONAMA/2005, não demonstrando assim quantidades poluidoras nos corpos d'água.

Tabela 8. Variação dos resultados das análises físico-químicas quanto a metais pesados e agrotóxicos dos pontos, no Córrego Limeira, no período seco e chuvoso, na região de Quirinópolis, Goiás.

CÓRREGO LIMEIRA					
VARIÁVEIS/Período Seco	05/09/10(M)	05/09/10(J)	06/09/10(M)	06/09/10(J)	CONAMA n° 357/2005
Cobre (mg/LCu)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	*
Cádmio (mg/LCd)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Máx.0,001
Cobalto (mg/LCo)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Cromo Total (mg/LCr)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Zinco (mg/LZn)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,18
Manganês (mg/LMn)	0,034	<0,010	0,036	<0,010	Máx.0,1
Ferro Total (mg/LFe)	2,71	2,74	2,72	2,78	*
Glifosato µg/L)	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	Máx. 20,0
VARIÁVEIS/Período Chuvoso	19/03/11(M)	19/03/11(J)	20/03/11(M)	20/03/11(J)	CONAMA n° 357/2005
Cobre (mg/LCu)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	*
Cádmio (mg/LCd)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Máx.0,001
Cobalto (mg/LCo)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Cromo Total (mg/LCr)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,05
Zinco (mg/LZn)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	Máx.0,18
Manganês (mg/LMn)	0,039	0,021	0,038	0,021	Máx.0,1
Ferro Total (mg/LFe)	2,87	4,55	2,86	4,54	*
Glifosato µg/L)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	Máx. 20,0

Em síntese, os teores de nitrogênio, TDS, cloreto, sódio, alcalinidade apresentaram valores altos à jusante, mostrando assim a interferência antrópica da cultura da cana-de-açúcar. Verifica-se tal fato também em relação aos valores de oxigênio dissolvido, na presença do fósforo, que, devido ao tipo do solo, poderia não ter sido registrado e apresentou-se em valores altos. Os teores de fosfato ultrapassaram os valores estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA de março de 2005, principalmente no período chuvoso.

O parâmetro biológico, a clorofila-a, embora não detectada no período chuvoso, apresentou-se alterada no período seco, com valores em alguns pontos, quase se aproximando do estipulado pela resolução 357 do CONAMA/2005. Outro parâmetro observado quanto a sua alteração foi o ferro total, que apresentou em altas concentrações. Situação que também demonstra impacto na área, tanto em relação ao período chuvoso como no período seco.



Considerações Finais

O conhecimento do tipo de uso da terra fornece subsídios para o entendimento das consequências da atividade agrícola e dos impactos ambientais associados, neste caso em relação aos recursos hídricos. Assim, diante das análises dos dados e comparação de resultados com a resolução 357 do CONAMA de março de 2005, além de outros trabalhos com mananciais sob uso agrícola, conclui-se que de modo geral, os córregos estudados, principalmente, nos trechos a jusante, onde há maior influência do tipo de uso, no caso o cultivo da cana-de-açúcar, apresentaram indícios de estar sofrendo impactos negativos do uso agrícola. Tais alterações, contudo, não se caracterizam ainda como poluídos, mas certamente estão interferindo no desenvolvimento da fauna e flora aquáticas das sub-bacias dos Córregos Do Lajeado e Limeira.

Um ponto importante na discussão destes dados é a integração dos resultados com o manejo. Traços dos elementos utilizados encontram-se nos resultados das análises em valores superiores ao esperado, verifica-se isso claramente nos resultados do nitrogênio, fosfatos, TDS, alcalinidade, oxigênio dissolvido e cloretos, devido à sua constituição química. Outro impacto de grande relevância a ser considerado por contribuir com estes resultados é o assoreamento, bem observado nas altas concentrações de ferro total.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, S. F. **Hidroquímica dos aquíferos freáticos da bacia do Rio Jardim – DF**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de água: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. Rio Grande: FURG, 2001.
- BERNER, E. K.; BERNER, R. A. **The Global Water Cycle**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1987.
- BOZZINI, A. C. et al. Análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios com sede totalmente contida na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu, SP. **Holos Environment**, v. 18, n. 1, p. 110-125, 2018.
- BOYER, E. W.; GOODALE, C. L.; JAWORSK, N. A.; HOWARTH, R. W. Anthropogenic nitrogen sources and relationships to riverine nitrogen export in the northeastern USA. **Biogeochemistry**, v. 57, p. 137-169, 2002.



- CASTRO, S. S. de; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BORGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.30, nº 1, p. 171-191, jan/jun. 2010.
- CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, 2007.
- CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009.
- CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/aguas-interiores/files/2013/11/variaveis.pdf> > Acesso em Agosto 2015.
- CLESCERI, L. S.; GEENBERG, A. E.; TRUSSEI, R. R. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Public Health Association, American Water Environments Federation, 2012.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357**, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, cap. 03, 2005.
- CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Unesp, 2001.
- CORBI, J. J. **Influência de práticas de manejo de solo sobre os macroinvertebrados aquáticos de córregos: ênfase para o cultivo de cana-de-açúcar em áreas adjacentes**. 2006. 92 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2006.
- EMGOPA - **Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 1988.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 601 p.
- GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glicofosato na agricultura**. São Paulo: ACADCOM, 2005. 60 p.
- HEM, J. D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters. 3.ed USGS: **Water Supply** paper n. 2254, 1986. 263 p.



- JÚNIOR, F. P. P. **Bioindicadores de qualidade do solo em cultivos de cana-de-açúcar sob diferentes manejos**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2012.
- JÚNIOR, A. P.; HOLANDA, L. B.; SILVA, A. C. S.; FARIASA, N. S. N.; MOURA, A. J. S.; SILVA, L. P. As diatomáceas como indicadoras da qualidade da água em rios urbanos. Paragominas, Universidade do Pará. **Multidisciplinary Reviews**, n. 012, 2018, p. 1-8.
- LATRUBESSE, M. E.; CARVALHO, M. T. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia, 2006.
- LORDELO, L. M. K.; PORSANI, J. M.; BORJA, P. C. **Águas Subterrâneas**. Bahia, Universidade Federal da Bahia. V. 32, n. 1, 2018, p. 97-105.
- MACEDO, T. de L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS. **Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 58-65, 2018.
- MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55p.
- MOLINA, A. J.; JUNIOR, G. C.; NETO, M. C. S. Redução dos Impactos produzidos pela poluição e contaminação do rio Paraitinga através do monitoramento ambiental. In: **Revista SANEAS**. n. 34, 34-41 p. jul/ago/set., 2009.
- NOVAES, A. S. S.; AMARAL FILHO, Z. P.; VIEIRA, P. C.; FRAGA, A. G. C. **Levantamento Exploratório dos Solos**. In: Projeto RADAMBRASIL, Folha SE.22, Goiânia: Rio de Janeiro, 1983.
- OLIVEIRA, C. B. **Zooplâncton em córregos sob diferentes usos da terra na bacia do Rio Preto (Distrito Federal e Goiás)**. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e Conservação do Solo e da Água no contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 486 p., 2010.
- RIBEIRO, E. V.; JUNIOR, A. P. M.; HORN, A. H.; TRINDADE, W. M. Metais Pesados e Qualidade da água do Rio São Francisco no Segmento entre Três Marias e Pirapora – MG: Índice de Contaminação. Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa, Instituto de



Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, MG. **Genomos**. V 20, nº1, p. 49-63, 2012.

RODRIGUES JUNIOR, F. **Diagnóstico da Influência de atividades Antrópicas na Qualidade da água do córrego Gavanhery no Município de Getulina – SP**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2008.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, São Paulo, v.4, n.3, p.142-149, 2010.

SANT'ANA, G. R. S. **Impactos sobre a biota e a qualidade de Latossolos cultivados com cana-de-açúcar, em Quirinópolis, Goiás**. Tese (Doutorado), Goiânia, Goiás. Universidade Federal de Goiás. 2014.

SANT'ANA, G. R. S.; SANT'ANA, C. E. R.; SILVA-NETO, C. M.; GONÇALVES, B. B.; SANT'ANA, L. R.; MONTEIRO, M. M.; RIBEIRO, A. C. C.; GONCALVES, R. A.; CASTRO, S. S. Microbiological features of dystroferric and dystrophic red oxisols under sugar cane crops subject to different management procedures. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 941-950, 2016.

SALVI, C. L.; BORTOLI, J.; REMPEL, C.; JACHETTI, M. Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no vale do Taquari, Rio Grande do Sul. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n. 39 v. 1, p. 81-102, Jan./Jun., 2017.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. A expansão da fronteira agrícola em Goiás e a localização das usinas de cana-de-açúcar. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 399-407, jul/set. 2011.

SILVA, J. S. O. **Características químicas da água de córregos do Distrito Federal sob diferentes usos e cobertura do solo**. 2008. 153 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SILVA, M. A.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Universidade Federal de Campina Grande. **Revista**



Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.1, p.108–114, 2007.

SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, DF**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SOUZA, E. R. **Noções Sobre a Qualidade da Água dos Recursos Hídricos e Ambientais**. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Engenharia Civil). Campinas, SP: UNIP. 2001.

SOUZA, H.M.; NUNES, J.R.S. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do córrego Figueira pertencente à microbacia do Queima Pé de Tangará da Serra-MT. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p. 110-124, 2008.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

TUNDISI, J. G. (Coord.) **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.1, p.55-64. 2010.

VELHO, L. F. M.; LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C; BINI, L. M.; ROSSA, D. C. The longitudinal distribution of copepods in Corumb' a Reservoir, State of Goiás, Brazil. **Hydrobiologia**. v. 453/454, p. 385-391. 2001.