



EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Wanderley de Jesus Souza¹, Nayara Silva Souza², João Batista Lopes da Silva³

RESUMO

Com este trabalho foram analisadas as influências dos usos do solo nos recursos hídricos da bacia do rio das Fêmeas com base em parâmetros quantitativos e qualitativos. Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos pela classificação supervisionada de imagens de satélite. Estatística descritiva dos parâmetros qualitativos e correlação de Pearson entre os usos e ocupações do solo e os parâmetros de qualidade da água foram avaliadas. Verificou-se que a maior parte da bacia esteve ocupada com atividades agrícolas. Os dados anuais médios de vazão ao longo do tempo reduziram com uma magnitude maior que os dados médios anuais de precipitação. As concentrações médias de organofosforados e carbonatos foram superiores ao estabelecido pela legislação. As concentrações de carbono orgânico total e alcalinidade também apresentaram valores altos. Correlação forte entre sólidos presentes na água e os usos e ocupações do solo, foram obtidas, exceto para áreas irrigadas. A bacia apresentou expansão da área agrícola, inclusive da irrigada. A variação da superfície com solo exposto, da área sem cultura e da zona ripária influenciou na qualidade dos recursos hídricos da bacia, devendo ser dispensada pelo órgão gestor especial atenção para um programa de preservação e conservação do solo, principalmente na área de cabeceira da bacia.

Palavras-chave: antropismo, resposta hidrológica, qualidade da água, correlação estatística.

EFFECTS OF SOIL USES ON LIMINOLOGICAL PARAMETERS FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT

ABSTRACT

This work aimed to analyze the influences of the land uses on water resources of Fêmeas river basin based on the quantitative and qualitative parameters. The soil use and occupation data

¹ Doutor em Ciências, Professor Adjunto, Universidade Federal do Sul da Bahia/UFSB- Campus Paulo Freire, Teixeira de Freitas, BA, Brasil, e-mail: wjsouzaufba@gmail.com.

² Mestre em Ciências Ambientais, Professora EBBT, Instituto Federal Baiano, Campus Teixeira de Freitas, BA, Brasil, e-mail: nayarasilvas@gamil.com.

³ Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto, Universidade Federal do Sul da Bahia/ UFSB-Campus Paulo Freire, Teixeira de Freitas, BA, Brasil, e-mail: silvajb@ufsb.edu.br.

were obtained through satellite images using supervised classification. Descriptive statistic of the qualitative parameters and the Pearson correlation analysis between the land uses and water qualitative parameters were used to analyse the soil use influences on water resources. It was found that the agricultural activities were the most developed in the basin. The annual average flow data over the study period was reduced in a magnitude higher than the annual average rainfall data. In relation to the soil land use, the anthropic area has increased over time. Organophosphates and carbonates average concentrations observed were higher than those established on the legislation. Total organic carbon and alkalinity also have presented high values. Solids concentration on the water presented a strong correlation with the land uses, exception with the irrigated areas. An expansion of the irrigated area was presented during the studied period. Exposed soil cover, uncultivated area and riparian zone influenced on the water resources quality. Exceptional attention should be given by the manager agency to a soil conservation service program, mainly at the upper portion of the basin.

Keywords: anthropism, hydrological response, water quality, statistical correlation.

INTRODUÇÃO

Para Rocha (2010), as práticas de uso do solo, a utilização da água do lençol freático para abastecimento e irrigação, tem contribuído para alterações no regime dos rios. A salinização e poluição dos solos ocorrem devido ao uso e manejo inadequados e à falta de ações conservacionistas, que implicam em perdas significativas, de solo, matéria orgânica, nutrientes e biodiversidade. Para De Gênova Campos et al. (2011) o uso e a ocupação do solo exercem forte influência no escoamento no aporte de sedimentos no leito dos cursos d'água, podendo alterar a qualidade e a quantidade da água disponível. Em um estudo com estes autores constataram que as áreas ocupadas por pastagens e culturas anuais apresentaram queda na qualidade da água. Em outro estudo Vanzela et al. (2010) perceberam que as áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas, reduziram a disponibilidade e a qualidade da água, enquanto que as áreas ocupadas por matas e pastagens favoreceram a disponibilidade e a qualidade da água.

Fontes de poluição próximas a mananciais superficiais e subterrâneos são fatores observados em diversos ambientes (DA SILVA et al., 2017). Os diversos tipos de poluentes podem afetar a qualidade da água por fontes pontuais ou difusas que são de difícil identificação, como, por exemplo, águas provenientes de escoamento urbano, plantações agrícolas e etc, (BARRY e FIELD,

2014. Umbuzeiro et al. (2010) afirmam que, cada um dos usos da água tem seus critérios de qualidade específicos, derivando assim legislações específicas. No Brasil é comum o uso de regulamentações conforme Resolução Conama 357 (2005), Portaria nº 2914 (2011) do Ministério da Saúde, Cetesb (2006) e indicações da literatura quando não houver um parâmetro definido na legislação.

São Desidério é o município com maior produção de algodão do Brasil, e segundo maior produtor de soja da Bahia (IBGE, 2013). Na bacia do rio das Fêmeas encontram-se múltiplas atividades, como a agricultura irrigada, pecuária, abastecimento humano, lazer e geração de energia (SOUZA, 2015).

Objetivou-se neste trabalho analisar a variação da resposta hidrológica e as influências ocasionadas pelo uso e ocupação do solo nos parâmetros qualitativos dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Fêmeas com base na legislação pertinente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada na bacia do rio das Fêmeas, oeste do Estado da Bahia. A bacia possui 1198 km de extensão de drenagem e uma área de 6.420,23 km² (SOUZA, 2015) e é um dos principais rios integrantes da Bacia do Rio Grande. Apresenta índice de circularidade 0,20; declividade média de 1,83%; e densidade de drenagem 0,19. Foram

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

utilizados dados qualitativos obtidos em 12 pontos de monitoramento, pertencentes ao grupo Neoenergia, e em um posto fluviométrico, de responsabilidade do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia - INEMA. Dividiu-se a bacia em quatro áreas de contribuição (Figura 1) com base nos pontos de monitoramento da qualidade da água preexistentes.

Utilizou-se a classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat-5 sensor TM, obtidas em 24/07/2008 e 15/07/2012 e do satélite RESOURCESAT-1 sensor LISS-III

em 15/08/2012, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. As classes do solo foram: Área agrícola sem cultura (AASC), Vegetação densa (VD), Vegetação esparsa (VE); Solo exposto (SE), Área agrícola irrigada (AAI), Zona ripária com vegetação (ZRV). A junção de classes gerou duas classes principais: Alteração antrópica (AASC+SE+AAI); e Área natural (VD+VE+ZRV). A classificação foi realizada pelo classificador MaxVer, indicado para classificação de imagens, conforme descrito em Meneses e Almeida (2012).

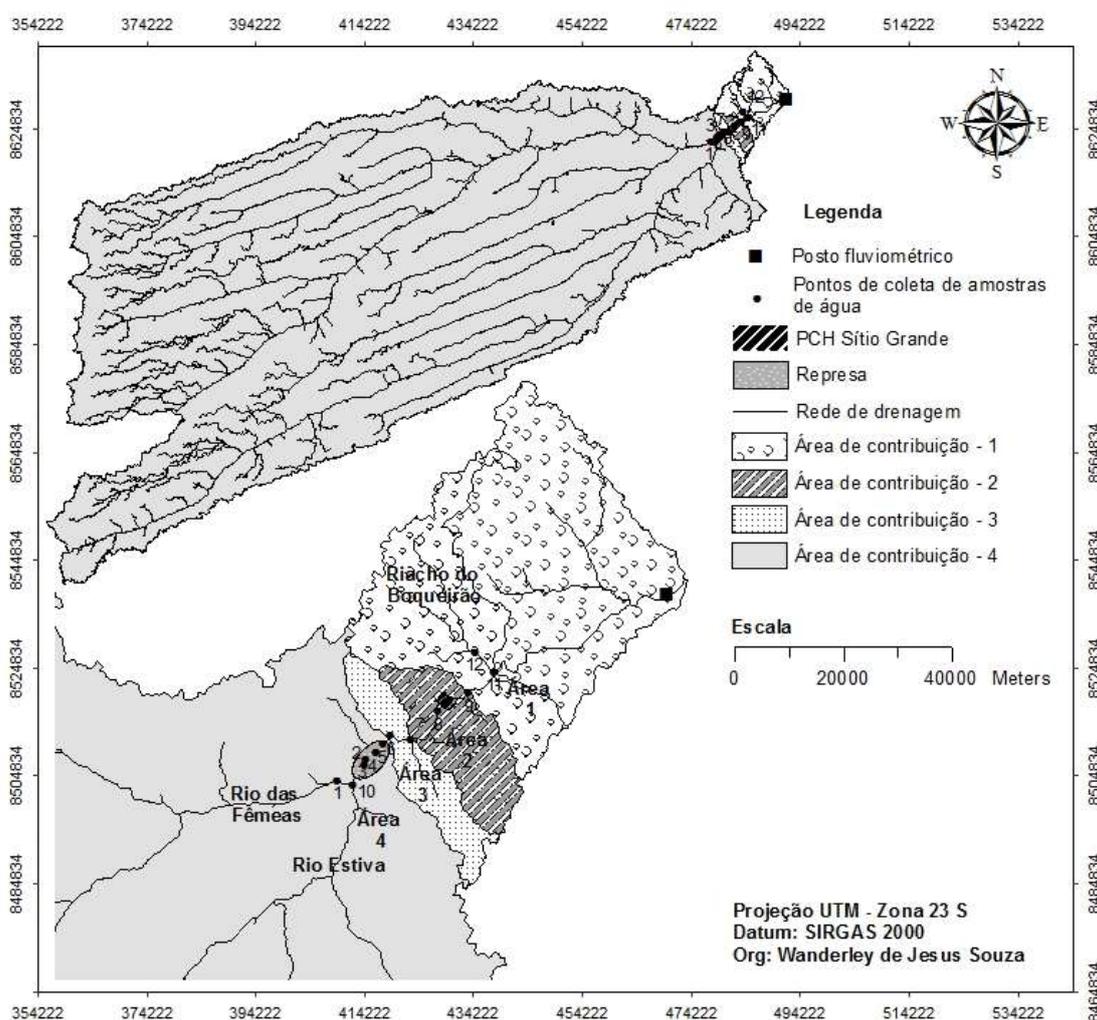


Figura 1. Bacia do Rio das Fêmeas com as áreas de contribuição e demais estruturas.

Os parâmetros qualitativos foram analisados de maio de 2008 a novembro de 2012, com coletas semestrais para: alcalinidade (ALC), cálcio (Ca), cloreto (CL), potássio (K), turbidez (TD), sólidos totais dissolvidos (SD), carbono orgânico total

(COT), clorofila “a” (Cf_a), compostos organofosforados e carbamatos totais (COP), demanda bioquímica de oxigênio em 5 dias a 20°C (DBO), nitrato (NI), bactérias heterotróficas (BH) e coliformes termotolerantes (CTT). Os limites dos referios

parâmetros foram avaliados conforme Conama 357 (2005) e outras literaturas que serão descritas no texto. Ademais, estimaram-se o erro padrão da média, a média e o máximo na bacia de 2008-2012. Determinaram-se a correlação “r” de Pearson entre os parâmetros qualitativos e o uso e ocupação do solo, conforme metodologia adotada por Hernandez (2013). De acordo com Helena et al. (2000), na análise deste coeficiente, valor superior a 0,5, expressa uma forte correlação entre as variáveis limnológicas e valores entre 0,3 e 0,49, expressam uma correlação moderada (Cohen, 1988).

Para o estudo pluviométrico selecionaram-se 8 (oito) estações da rede da Agência Nacional de Águas (ANA) com dados entre os anos 1985 a 2013. As falhas de dados foram preenchidas pelo Método de Ponderação Regional descrito por Bertoni e Tucci (2007). Procedeu-se a análise de homogeneidade e consistência dos dados pelo método das duplas massas, que segundo Tucci (2009) foi desenvolvido pela Geological Survey (USA). Esse método visa corrigir erros sistemáticos das séries históricas.

As precipitações médias da bacia foram calculadas pelo Método de Thiessen, que

considera a variabilidade espacial da precipitação. Segundo Lima (2008) este método é indicado quando os postos pluviométricos não apresentarem localização uniforme, como é o caso do estudo em questão. Para a caracterização fluviométrica, utilizaram-se do banco de dados da ANA de 1985 a 2013, referente à estação Derocal, localizada nas coordenadas 12°24'38" de latitude e 45°07'20" de longitude. A série histórica de vazões diárias apresentou 30 falhas distribuídas entre os anos de 1986, 1995, 2010 e 2011, as quais foram preenchidas pelo método linear. A resposta hidrológica foi descrita para valores anuais de 1985-2013 e posteriormente foi analisada com o regime pluviométrico da bacia. Além disso, as vazões específicas médias, mínimas e máximas foram avaliadas 2008 a 2012, conforme o período de avaliação qualitativa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 apresentam-se graficamente a variação percentual da cobertura do solo na bacia, considerando as ocupações por áreas naturais e antrópicas no período de 1985-2012.

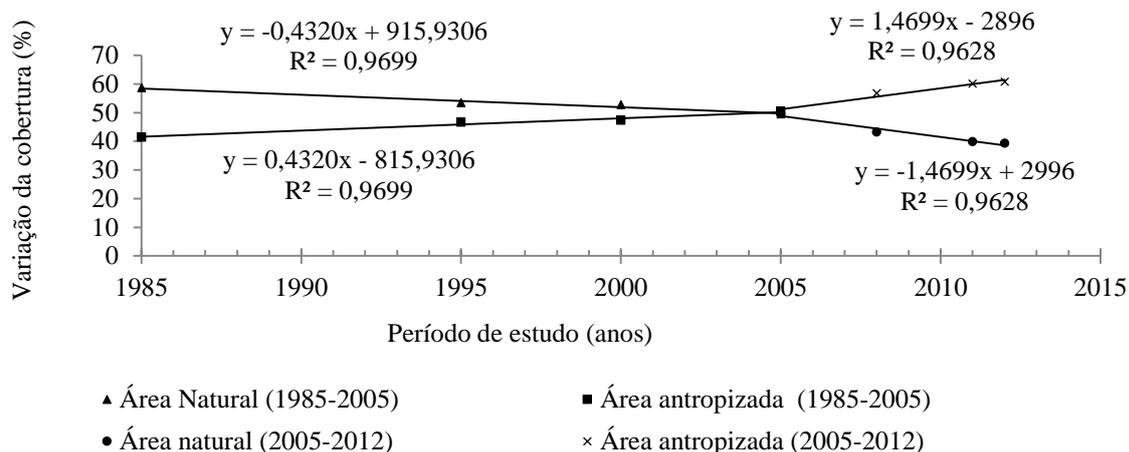


Figura 2. Percentual de variação das áreas (natural e antrópica) ao longo dos anos.

Pela Figura 2 é possível notar que durante todo o período de estudo, enquanto a área natural tendeu a reduzir, a área antropizada na bacia tendeu a aumentar, conforme se pode ver pelos coeficientes de inclinação das equações para variação da

cobertura do solo. Em 1985, a bacia era composta por 58,6% de área natural e 41,4% de área com atividades.

Em 2005, praticamente se teve ocupações com área natural e antropizada iguais, em torno de 50% para cada, sendo que

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

a partir daí, enquanto as áreas naturais continuaram reduzindo – porém, a uma taxa mais rápida comparada ao período de 1985 a 2005, conforme pode ser visto pelo coeficiente de inclinação $-1,469$ – a área antropizada aumentou com maior taxa que no período de 1985 a 2005, o que pode ser comprovado pelo maior valor do coeficiente de inclinação da reta de $1,4699$. Estes resultados são relevantes do ponto de vista de manejo e uso da água, uma vez que na bacia, a atividade

agropecuária apresentou grande incremento entre os anos de 1984 a 2008 (SPAGNOLO, 2011), e continuou aumentando a partir de 2008, principalmente com culturas irrigadas.

Na Figura 3 apresentam-se as espacializações das alterações do uso e ocupação do solo na bacia de 2008 a 2011, conforme classificação em área antropizada e natural.

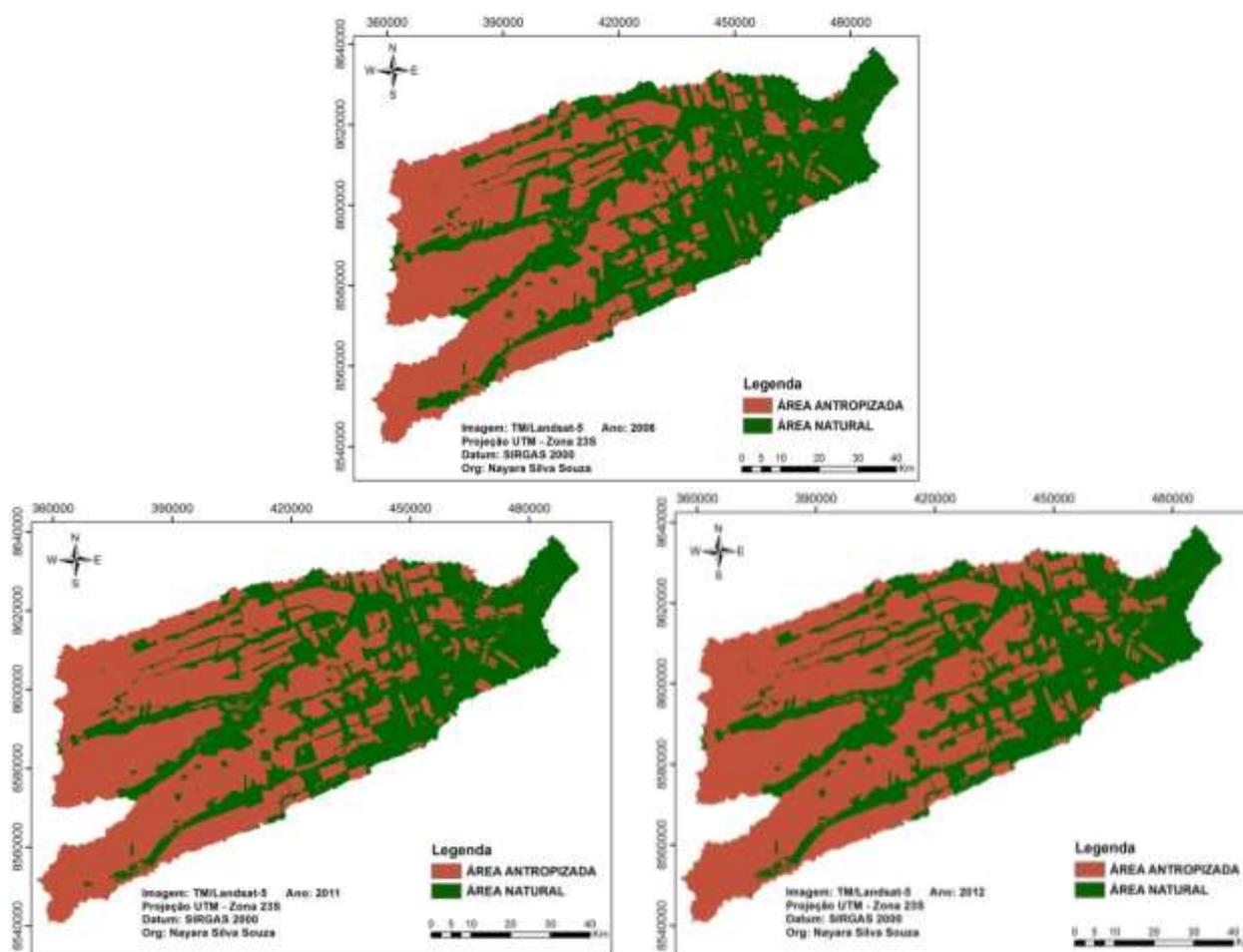


Figura 3. Espacialização da ocupação do solo na bacia e anos de 2008, 2011 e 2012.

Em 2008 a bacia já se encontrava com uso intenso principalmente na porção oeste, expandindo-se para as porções mais a leste. A classe antropizada, principalmente na área de contribuição 4 (Figura 1) apresentou polígonos com formas retilíneas, que evidenciaram a predominância de áreas agrícolas na região, bem como algumas formas circulares, as quais caracterizam áreas com irrigação do tipo pivô-central. Para Ker (2013),

a aptidão agrícola na área 4 ocorre pelo fato desta ter predominância de latossolos, que constituem a classe de solo de maior utilização agrícola no país - incluído cultivos diversos, reflorestamento e pastagem.

Nas demais áreas localizadas mais a leste da bacia, o processo de ocupação do solo foi comparado à área 4 mais a oeste. Apenas pequenas manchas de antropização foram observadas, sem formas definidas. A atividade

agrícola não ocorreu na mesma escala, o que pode ser devido ao tipo de solo presente, neossolos quatzarênicos, que de acordo com Coelho et. al. (2002) apresentam grandes limitações ao uso agrícola devido à sua textura arenosa, à baixa agregação de partículas, à baixa fertilidade e aos altos teores de alumínio. Além disso, as

declividades do terreno na porção mais a leste da bacia são maiores (Souza, 2015).

Na Tabela 1 estão apresentados os percentuais das classes dos usos e ocupações do solo em termos espaciais (áreas de contribuição) e temporais entre os anos de 2008 a 2012.

Tabela 1. Variação espaço-temporal do uso e ocupação do solo na bacia do Rio das Fêmeas.

Área contribuição	Antropizada		Natural		Antropizada		Natural	
	AASC+	VD+VE+	AASC+	VD+VE+	AASC+	VD+VE+	AASC+	VD+VE+
	SE+AAI	ZRV	SE+AAI	ZRV	SE+AAI	ZRV	SE+AAI	ZRV
	Ano 2008		Ano 2011		Ano 2012			
Uso e ocupação do solo nas áreas de contribuição e em toda a bacia (%)								
1	0,24	0,70	0,19	0,75	0,22	0,72		
2	0,17	0,43	0,17	0,43	0,18	0,42		
3	0,16	0,36	0,15	0,37	0,16	0,35		
4	54,28	43,65	55,73	42,21	61,89	36,05		
Bacia	54,85	45,15	56,24	43,76	62,45	37,55		

Área agrícola sem cultura (AASC), Vegetação densa (VD), Vegetação esparsa (VE); Solo exposto (SE), Área agrícola irrigada (AAI), Zona ripária com vegetação (ZRV)

Nas áreas 1, 2 e 3 as condições de uso e ocupação do solo tenderam a se manter sem grandes variações temporais, embora nestas áreas se tenha registrado a presença de pequenas comunidades onde são desenvolvidas atividades agrícolas, com culturas como mandioca, banana, manga, coco e outras (Spagnolo, 2011), todavia em menor escala, comparada ao restante da área de contribuição da bacia. Na área 4 as atividades antrópicas aumentaram desde 2008, enquanto a condição natural diminuiu. Nesse trecho há áreas com sistemas de irrigação do tipo pivô-central (Spagnolo, 2011). O mesmo está inserido em um pólo agrícola com uma população de 8.500 habitantes fixos e mais

3.500 flutuantes (PSD, 2016), onde está concentrada a produção de algodão e gado. Ademais, os dados de variação dos usos e ocupações foram representados, em quase totalidade, por aqueles demonstrados na área de contribuição 4, pelo fato de esta última ocupar a maior porção da bacia (mais de 90%).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados estatísticos das análises qualitativas da água na Bacia do Rio das Fêmeas contendo o erro padrão da média (EP), os valores máximos e médios (Méd), enquanto na Tabela 3 se encontra a Correlação de Pearson entre o tipo de uso e ocupação do solo com os parâmetros de qualidade da água.

Tabela 2. Análises qualitativas da água nos pontos de monitoramento das áreas de contribuições e média na bacia do Rio das Fêmeas no período março 2008 a novembro 2012.

Parâmetros	Variável	Áreas de contribuição				Bacia
		1	2	3	4	Média
ALC	Méd.±EP	7,08±1,56	6,88±1,18	5,63±0,70	10,50±2,77	8,14±0,89
	Máximo	16,00	11,00	7,00	19,00	
CA	Méd.±EP	7,67±2,37	9,62±3,27	7,96±2,53	6,75±2,14	6,95±0,71
	Máximo	15,20	18,30	15,10	14,02	18,3
CL	Méd.±EP	6,27±1,2	5,75±1,10	5,59±1,44	6,03±0,84	6,12±0,61
	Máximo	10,35	9,00	12,15	8,55	

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

K	Méd.±EP	1,45±0,55	1,36±0,29	1,45±0,49	1,75±0,57	1,55±0,18
	Máximo	4,55	2,58	3,81	4,10	
TD	Méd.±EP	1,57±0,66	3,71±2,27	2,32±1,35	5,38±2,20	18,36±14,27
	Máximo	7,30	11,69	9,25	11,69	
SD	Méd.±EP	5,39±3,12	3,14±0,41	3,42±0,56	8,14±3,21	8,67±1,53
	Máximo	33,60	4,33	5,33	19,25	
COT	Méd.±EP	2,67±1,18	2,20±0,0	1,98±0,68	2,27±0,88	2,94±0,62
	Máximo	8,64	5,50	4,12	5,50	
CFa	Méd.±EP	1,45±1,05	0,76±0,30	0,82±0,29	0,76±0,31	1,24±0,22
	Máximo	10,68	2,13	1,86	2,13	
COP	Méd.±EP	13±9	9±8,5	11±9,5	11±8,5	12±2,5
	Máximo	49,00	45,50	48,00	45,00	
DBO	Méd.±EP	1,54±0,76	1,16±0,54	1,36±0,76	0,76±0,22	1,35±0,17
	Máximo	4,60	3,10	4,90	1,80	
NI	Méd.±EP	0,02±0,01	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
	Máximo	0,12	0,01	0,04	0,01	
BH	Méd.±EP	333±126	224,88±39	255,25±92,40	282,00±120	298,06±36,7
	Máximo	944,00	391,00	624,00	848,00	
CTT	Méd.±EP	56,16±24	59,00±34,7	133,50±108,1	291,12±190	174,19±45,0
	Máximo	220,00	220,00	700,00	940,00	

NR- Não regulamentado para águas da classe 2; VM-Valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 (2005): ALC (mg L⁻¹) - NR; CA (mg L⁻¹) - NR; CL(mg L⁻¹) - VM: 250; K (mg L⁻¹) - NR; TD (UNT) - VM:100; SD (mg L⁻¹) -VM: 500; COT (mg L⁻¹) - NR; CFa (mg L⁻¹) - VM: 30; COP (mg L⁻¹) -VM: 20; DBO (mg L⁻¹) -VM: 5; NI (mg L⁻¹) - VM: 10; BH (UFC mL⁻¹) - NR; CTT (NMP 100 mL⁻¹) - VM: 1.000.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre o tipo de uso e ocupação do solo com os parâmetros de qualidade da água da bacia do rio das Fêmeas e valores estatísticos obtidos para a bacia.

Variáveis	Usos e ocupações do solo						Antrópico	Natural
	AASC	VD	VE	SE	AAI	ZRV	AASC+SE +AAI	VD+VE +ZRV
ALC	0,58	0,37	0,52	0,75	0,44	0,76	0,63	0,40
Ca	-0,16	-0,17	-0,22	-0,06	0,03	-0,09	-0,12	-0,18
CL	0,29	0,27	0,26	0,58	0,18	0,55	0,33	0,32
K	0,37	0,36	0,29	0,49	0,37	0,49	0,51	0,37
TD	0,46	0,45	0,52	0,93	0,04	0,89	0,61	0,45
SD	0,64	0,13	0,27	0,73	0,50	0,24	0,68	0,50
COT	0,31	0,30	0,35	0,73	-0,22	0,69	0,33	0,42
CFa	-0,03	-0,03	-0,08	0,06	0,09	0,04	-0,01	-0,03
COP	0,45	0,15	0,31	0,4	0,68	0,22	0,60	0,32
DBO	-0,23	-0,23	0,22	0,65	-0,11	0,71	-0,14	-0,25
NI	0,09	0,08	0,08	0,30	0,03	0,26	0,18	0,13
BH	0,24	0,23	0,24	0,61	0,06	0,57	0,49	0,39
CTT	0,53	0,52	0,57	0,93	0,13	0,90	0,78	0,50

Para a ALC se obtiveram correlação positiva com os diferentes usos e ocupações do solo com valor médio acima de 8 na bacia e máximo de 19 na área 4. Para Hernandez (2012), a ALC apresenta correlação positiva forte para áreas de matas, pastagens e culturas

perenes, podendo ser originadas da reação da água com o CO₂ atmosférico e da decomposição da matéria orgânica. O Ca apresentou fraca correlação negativa com os usos do solo. Assim como a ALC, o Ca não está regulamentado pela resolução Conama

357 (2005). Em áreas agrícolas, é mais provável o aparecimento de Ca na água que em áreas naturais. Os valores de cálcio podem aumentar para solo com pastagens e constantes revolvimentos. Para uso em irrigação localizada, a concentração de Ca na água é preocupante, principalmente com ALC alta - pH acima de 7,5 (Nakayama e Bucks, 1986). Neste trabalho os valores de cálcio apresentaram fraca correlação negativa com a variação de uso e cobertura do solo.

O CL apresentou valores similares em toda a bacia, correlação positiva forte para solo exposto e zona ripária e fraca para os demais usos. A média observada no período esteve aquém do máximo permitido pela Resolução Conama 357 (2005). Para Rocha, Da Silva & Freitas (2014) a dureza da água se deve à presença de minerais, sobremaneira Ca e magnésio, normalmente associados a carbonatos, sulfatos e cloretos.

Pela Cetesb (2006) as concentrações de K normalmente são menores que 10 mg L⁻¹ em águas naturais. Valores entre 100 e 25.000 mg L⁻¹ podem indicar fontes quentes e salmouras, respectivamente. A concentração de K esteve abaixo de 10 mg L⁻¹, com fraca a moderada correlação para os usos do solo. O parâmetro TD esteve abaixo do valor máximo permitido conforme Conama 357 (2005), por outro lado, apresentou correlação moderada com AASC, VD, correlação forte com VE, SE e ZRV, e correlação fraca com a AAI. No entanto os maiores valores ocorreram na área de contribuição 4, correspondente à maior porção da bacia e o valor máximo na bacia esteve acima do permitido. Na análise exploratória dos dados, o valor máximo na área 2 foi verificado no período de construção de estruturas hidráulicas presentes na bacia, e pode ter sido devido ao arraste de material sólido da superfície do solo para o rio principal da bacia.

A média de SD esteve abaixo do máximo permitido nas áreas de contribuição, apresentou forte correlação com os usos antrópicos do solo e fraca para condição natural, o que pode ter ocorrido pelo arraste de material sólido para o rio. Conforme Libânio et

al. (2010) em águas superficiais o teor de COT varia de 1 a 20 mg L⁻¹, elevando-se para até 1.000 mg L⁻¹ nas águas residuárias. Assim, verificou-se que a média não ultrapassou a referência (1 a 20 mg L⁻¹), mas o máximo esteve um pouco acima deste valor. A DBO média ficou abaixo do permitido pela Resolução Conama 357 (2005). ZRV e SE apresentaram relação moderada com a variação do COT e DBO.

A média de CFa ficou abaixo do permitido, com fraca correlação com as condições natural e antrópica. A média de COP foi inferior ao máximo permitido, apresentando correlação moderada a forte com as condições antrópicas do solo, no entanto, os valores máximos ultrapassaram o permitido pela Resolução Conama 357 (2005). Resultados similares foram obtidos por Marques et al. (2007) que detectaram a presença de pesticidas na bacia do rio Ribeira (SP). Para Dellamatrice et al. (2014), em solos tropicais a ausência de cobertura vegetal durante o período de chuvas pode influenciar na concentração de COP no rio.

Para Gonçalves et al. (2005) concentrações de NI acima de 0,2 mg L⁻¹ favorecem a proliferação de plantas aquáticas. Os valores de NI ficaram abaixo do máximo permitido, com fraca correlação com os usos do solo. Para uso humano a Portaria nº 2914 (2011) do Ministério da Saúde recomenda valores de BH inferior a 500 UFC mL⁻¹. Porém, o valor máximo ultrapassou esta legislação e o médio esteve abaixo, com correlação forte com SE e ZRV e fraca com os demais usos do solo. Para Reche et al. (2010) o aumento populacional de BH em um corpo de água pode ser utilizado no diagnóstico da poluição orgânica ambiental.

Os resultados médios e máximos de CTT estiveram abaixo do permitido, no entanto, o valor máximo nas áreas 3 e 4 estiveram próximos de ultrapassar o máximo pela Resolução Conama 357. Todavia este resultado pode ser atribuído a fontes tais como comunidades ribeirinhas que desenvolvem atividades agrícolas e pecuárias, próximas ao rio, além de algumas das residências presentes na área não apresentarem fossas sépticas.

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Observou-se para este parâmetro, correlação forte para os usos do solo, exceto para AAI.

Na Figura 4 estão apresentadas as variações relativas das vazões e precipitações

médias anuais na bacia do Rio das Fêmeas entre o período de 1985 a 2013, considerando o ano de 1985 como base para observação da variação hidrológica dos períodos posteriores.

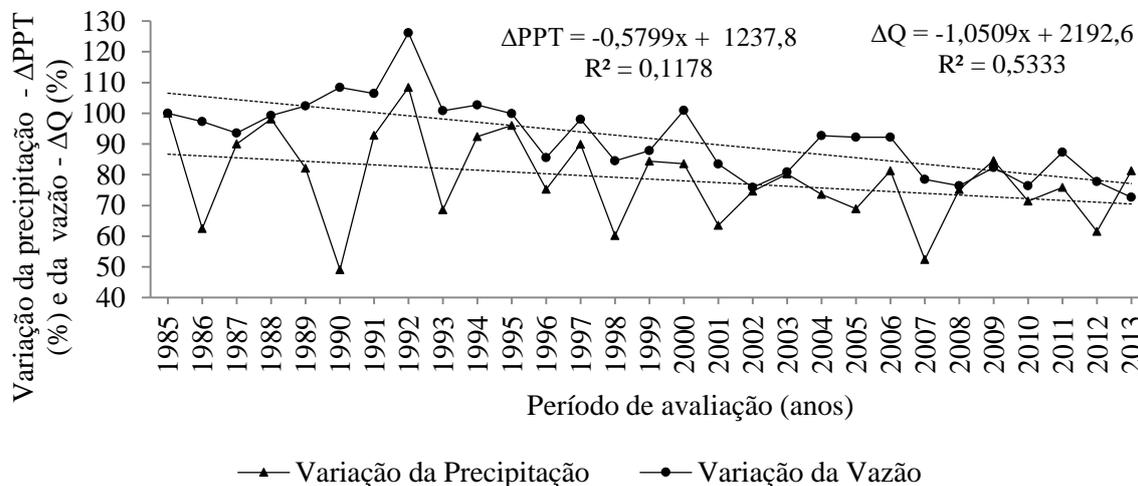


Figura 4. Variações relativas das vazões e precipitações médias anuais na bacia.

Observou-se que a variação da vazão apresentou uma linha de tendência cujo coeficiente de inclinação da reta foi de -1,05 e o valor do R^2 (coeficiente de correlação de Pearson) foi de 0,53. A variação da precipitação, por sua vez, apresentou coeficiente de inclinação da reta de -0,58 e R^2 de 0,12.

Notou-se que os dados médios de precipitação e vazão apresentam comportamentos variáveis a cada ano. De 1985 a 1992, época considerada de expansão agrícola na bacia, a vazão teve uma variação mínima para 93,5% em 1987 e máxima para 126% em 1992, apresentando um comportamento considerado ascendente enquanto a precipitação variou de 49% em 1990 a 108% em 1992, sem um comportamento indefinido. Por outro lado, após o ano de 1992, embora tenha ocorrido oscilação nos valores médios anuais, observou-se que os dados tanto de vazão quanto de precipitação variaram com menor amplitude, em torno das linhas de tendências de reduções.

Em termos gerais as precipitações e vazões médias anuais apresentaram variações com uma suave tendência de redução, sendo a linha de tendência de redução da vazão mais

inclinada. No entanto, a linha de tendência de variação da vazão esteve acima da linha de tendência de variação da precipitação, mostrando que a vazão não variou na mesma proporção da precipitação. Ainda que alguns autores como Bosch e Hewlett (1982); Cui e Wei (2012); Zhao, Xu e Zhang (2012) – alguns destacando a redução do incremento da vazão devido a rebrota da vegetação após desmatamento – assegurem que a vazão média de longo termo tenda a aumentar com o desmatamento e reduzir com o reflorestamento. Bosch e Hewlett (1982) afirmam que a interferência da vegetação na vazão é alterada em função das características das plantas, podendo variar em função da variedade da cultura existente.

Com base no coeficiente de inclinação, a tendência de redução verificada é maior para vazão, visto que esta apresentou valor superior ao observado para a variação da precipitação. No entanto, conforme a classificação do R^2 proposta por Santos (2007), embora as duas variáveis tenham apresentado coeficientes de inclinação negativos, a variação da vazão apresentou comportamento mais homogêneo, sendo este confirmado pelo valor do seu R^2 (0,53), que indica uma correlação moderada positiva dos dados,

enquanto o R^2 (0,12) dos dados de variação da precipitação sugere uma correlação fraca positiva, ou seja, uma maior variabilidade entre os valores encontrados para a precipitação.

Na Figura 5 se apresenta a resposta hidrológica da bacia com base nas vazões específicas (q) médias, mínimas e máximas anuais para o período de maio de 2008 a novembro de 2012.

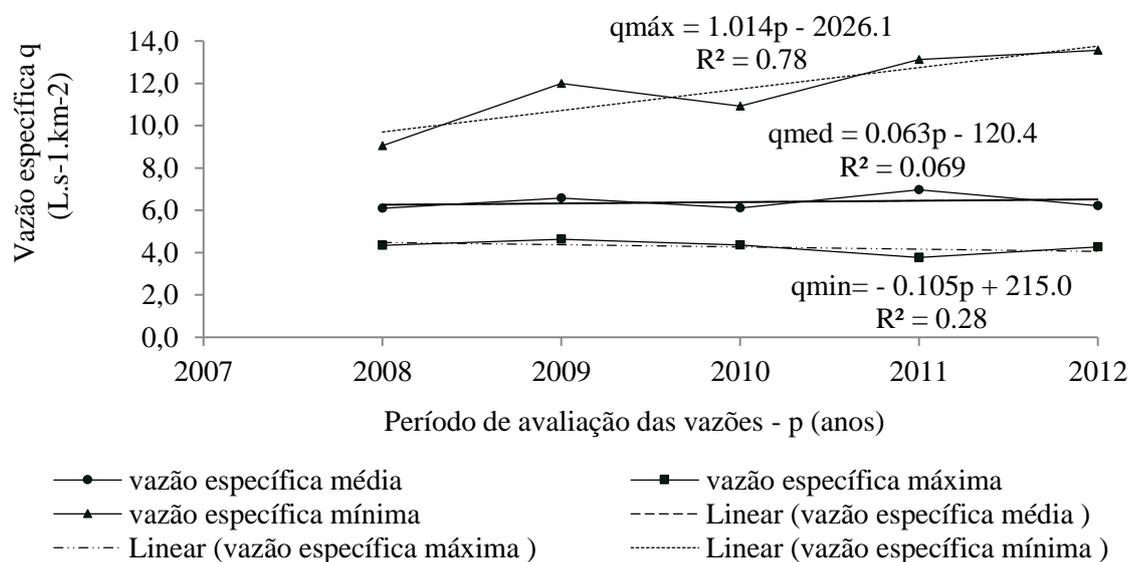


Figura 5. Resposta hidrológica da bacia para o período de estudo.

Observou-se que as vazões específicas (q) mínimas apresentaram tendência de redução e as vazões médias e máximas tenderam para aumento. Estes resultados explicaram o fato de vários parâmetros qualitativos terem apresentados fortes correlações com o solo exposto. Vazões máximas aumentando indicaram carreamento de solo e de elementos químicos nas épocas chuvosas. Neste caso, o papel de preservação da bacia, principalmente na cabeceira e próximo ao rio pode ser uma técnica extremamente importante. Além disso, com a zona ripária tendo se mantido aproximadamente constante, o aumento das vazões máximas, contribuiu para a correlação forte de vários parâmetros qualitativos observados para este tipo de ocupação do solo.

Pelas características da bacia que foram apresentadas na Tabela 3, caso ocorresse conservação e manejo adequado da bacia, a vazão poderia ser mais bem distribuída a fim de se evitar picos, favorecendo a infiltração e disponibilidade da água na bacia. Vanzela et al. (2010) explicam que a presença de mata ciliar, além de gerar benefícios qualitativos e

quantitativos também favorece o planejamento hidroagrícola e ambiental.

CONCLUSÕES

- I. Na caracterização pluvi-fluviométrica anual realizada para o período de 1985 a 2013, verificou-se uma leve tendência geral de redução da vazão média e da precipitação média, sendo esta tendência mais acentuada para a vazão, cujo coeficiente de inclinação/redução foi maior.
- II. As vazões específicas mínimas apresentaram tendência de redução e as vazões específicas médias e máximas tenderam para aumento. Este fato deverá ser levado em consideração para um planejamento adequado do uso do solo, com visitas “*in loco*” do órgão ambiental responsável.
- III. Na bacia houve uma expansão temporal da área antropizada, inclusive a área agrícola. No entanto, a expansão das áreas irrigadas não foi o fator determinante na variação dos parâmetros qualitativos do rio.

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

IV. A ocupação antrópica do solo formada por área agrícola e solo exposto influenciou de forma moderada nos parâmetros cloreto, carbono orgânico total e bactérias heterotróficas; e de forma forte alcalinidade, potássio, turbidez, sólidos dissolvidos, compostos organofosforados e coliformes termotolerantes. A ocupação natural formada pela zona ripária com vegetação, vegetação densa e esparça influenciou de forma moderada na alcalinidade, cloreto, potássio, turbidez, carbono orgânico total, demanda bioquímica de oxigênio e bactéria heterotrófica; e de forma forte, sólidos dissolvidos e coliformes termotolerantes. Desta forma, a criação de um programa de monitoramento contínuo dos parâmetros qualitativos e a conservação dos recursos naturais na bacia, principalmente na área da cabeceira da bacia pode ser sugerida pelo órgão ambiental responsável.

REFERÊNCIAS

BARRY C. FIELD, B. C.; FIELD, M. K. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. 6.ed. New York: Editora McGraw Hill, 2014. 255p.

BERTONI J.C.; TUCCI, C.E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007, p.177-241.

COELHO, M.R. O Recurso Natural Solo. In: MANZATTO, C. V. et al. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p.1-11.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Disponível em: < <http://portalsaude.saude.gov.br/> > Acesso em: 17 jan. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/res>. Acesso em: 17 jan 2014.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2.ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1988. 567p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **L5.201: Contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio (janeiro/2006)**. São Paulo, 2006. 14p. Norma Técnica. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>> Acesso em: 12 dez. 2016.

DA SILVA, E.B., ARAUJO NETO, J.R.; PALÁCIO, H.A.Q.; SOUZA, C.A.; ANDRADE, E.M. Variabilidade espaço-temporal da qualidade de água no vale do Rio Trussu, Ceará. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.11, n°3, p. 1420 - 1429, 2017

DE GÊNOVA CAMPOS, K. B.; RAMIRES, I.; DE PAULA, S. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS. **Revista de Ciências Ambientais**, v.5, n.2, p.77-92, 2011.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R.T.R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1296-1301, 2014.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIRST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.391- 399, 2005.

HELENA, B.; PARDO, R.; VEGA, M.; BARRADO, E.; FERNÁNDEZ, J. M.; FERNÁNDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer by principal component analysis. **Water Research**, v.34, p.807-816, 2000.

HERNANDES, F.B.T.; SANTOS, G.O.; Uso do Solo e Monitoramento dos Recursos Hídricos no Córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.1, p.60–68, 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal, Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, p.17-24, 2013.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3 ed. Campinas, São Paulo, Editora Átomo, 2010. 444p.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 2008. 253 p.

MARQUES, N. M.; COTRIM, B. M.; PERES, M. A. F. Avaliação do impacto da agricultura em área de proteção ambiental pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, SP. **Química Nova**, v.30, p.1171-1178, 2007.

MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. **Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais**. Brasília: Universidade de Brasília – UNB, Embrapa Cerrados, 2001. 262 p.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. St. Joseph: ASAE, 1986. 383p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DESIDÉRIO (PSD). **Subprefeitura de Roda Velha**, 2016. Disponível em: < <http://saodesiderio.ba.gov.br/roda-velha/>> Acesso em: 03 out. 2016.

RECHE, M. H. L. R; PITTOL, M.; FIUZA, L. M. Bacteria and bioindicators of the water quality in irrigated rice field ecosystems in the southern regions of Brazil. **Oecologia Australis**, v.14, n.2, p.452-463, 2010.

ROCHA, C. H. B; FREITAS, F. A; SILVA, T. M. Alterações em variáveis limnológicas de manancial de Juiz de Fora devido ao uso da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.431–436, 2014.

ROCHA, P. C. Indicadores de alteração hidrológica no Alto Rio Paraná; intervenções humanas e implicações na dinâmica do ambiente fluvial. **Sociedade & Natureza**, v.22, n.1, p. 191-211, 2010.

SOUZA, N. S. **Influência de parâmetros ambientais nas características quantitativas e qualitativas da água do Rio das Fêmeas, BA**. 2015. 158f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2015.

SPAGNOLO, T. F. O. **Análise da dinâmica espacial da expansão agrícola no Oeste Baiano entre 1984 e 2008: estudo de caso do Município de São Desidério-BA**. 2011, 70f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de Brasília, 2011.

TUCCI, C.E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009, 943 p.

UMBUZEIRO, A. G.; KUMMROW, F.; REI, F. F. C. Toxicologia, padrões de qualidade de água e a legislação. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.5, n.1, p.1-15,2010. Disponível em: < <http://www.revistas.sp.senac.br>> Acesso em: 10 jan. 2016.

EFEITOS DOS USOS DO SOLO NOS PARÂMETROS LIMINOLÓGICOS FACE AO GERENCIAMENTO
DOS RECURSOS HÍDRICOS

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.