

## ***Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Palmital, Macaé – RJ.***

### *Water quality in two watersheds of different percentages of the Atlantic Forest*

Milton Marques Fernandes<sup>1\*</sup>, Marcos Bacis Ceddia<sup>2</sup>, Marcia Rodrigues de Moura Fernandes<sup>3</sup>, Gabriella Santana Carreiros Guimarães<sup>4</sup>.

**Resumo:** Este trabalho objetivou verificar a influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia utilizada para captação de água para consumo humano sem tratamento químico Palmital, Macaé-RJ. O uso do solo foi determinado através de uma imagem ikonos. Os dados de parâmetros de foram coletados entre os meses de janeiro a dezembro de 2007 e analisados os seguintes parâmetros: Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Ferro, Matéria Orgânica, Nitrogênio Total, pH, Potássio, Sódio, Sólidos Totais, Sulfato, Turbidez. Para constatar esta influência, realizou-se uma análise de correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade de água e o uso do solo. Concluiu-se a pastagem influenciou significativamente no aumento de nitrogênio na água e a preservação da cobertura florestal na microbacia reduz a turbidez, sólidos totais e ferro na água. De forma geral a água está apta para ser captada para consumo humano sem tratamento sendo necessária a manutenção do percentual de Mata Atlântica da microbacia.

**Palavras-chave:** Correlação estatística, atributos hídricos, turbidez, sólidos totais.

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate water quality in two watersheds used for the abstraction of water with different percentages of the Atlantic Forest. The quality of water was collected monthly with three samples collected and analyzed according to procedures described in APHA (1998). We analyzed the following indicators of water quality: turbidity, total solids, organic nitrogen, alkalinity, hardness, pH, total nitrogen, Fe, K, Na, Pb, Cd, Ni, Zn and Cu. The quality indicators assessed monthly water catchments showed that no differences between them. However, we obtained a good correlation with data from weather stations by applying the principal component analysis. It is observed that difference in percentage of forest cover in watersheds did not affect indicators of water quality. This is also due to the absence of polluting source such as agriculture and industrial sewage discharge.

**Keywords:** Public supply, indicators of water, management basins.

## **INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica tem sido utilizada como uma unidade geomorfológica fundamental da superfície terrestre, pois suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água e, com isso, pode ser considerada como uma unidade de trabalho quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, pois as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Além disso, é considerada a mais adequada unidade de planejamento para uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou antrópicas na área (Torres et al., 2008).

O uso e ocupação do solo implicam distintos comportamentos nos atributos do solo e da água, sendo que a remoção das florestas tem causado aumento significativo dos processos que levam à degradação de imensas áreas, com prejuízos aos recursos hídricos e à biodiversidade. A modificação da paisagem vem sendo realizada, na maioria das vezes, irresponsavelmente, resultando na degradação dos mananciais, seja pela

aceleração dos processos erosivos, alteração das disponibilidades hídricas, ou mesmo pela contaminação por defensivos agrícolas e lançamento de efluentes urbanos e industriais (Santos et al., 2010).

Na caracterização da qualidade da água, utilizam-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores de qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam a certos valores estabelecidos (Pinto et al., 2009).

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Cada corpo hídrico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste aspecto, o uso de índices de qualidade de água e a correlação com uso do solo é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (Toledo e Nicoletta, 2002).

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 19/06/2012; aprovado em 05/10/2012

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Ambientais e Florestais e Doutor em Manejo de Bacias. Universidade Federal do Piauí. E-mail: miltonmf@gmail.com\*

<sup>2</sup> UFRRJ. E-mail: ceddia@bol.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: marciarm@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail: gabriella@ufpi.br

Desta forma, observa-se que microbacias podem ser avaliadas quanto à influência do uso do solo na qualidade da água sendo coletada na saída da microbacia (exutório). Este trabalho teve como objetivo verificar a influência do uso do solo na qualidade da água na microbacia Palmital.

## MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia Palmital está inserida na Área de Proteção Ambiental do Sana, localizada no município de Macaé, região Serrana do estado do Rio de Janeiro com latitude Sul 22° 20' 02'' e longitude Oeste 42° 10' 34''.

Segundo a classificação proposta pelo Sistema de Köppen, a região da APA do Sana apresenta clima quente, semi-úmido, com estação seca bem identificada e variedade de condições climáticas (amplitude térmica média anual, para temperaturas absolutas nas serras do Norte fluminense, podendo oscilar entre 6 °C e 35 °C). APA do Sana encontra-se numa região de Floresta Ombrófila Densa, que originalmente revestia, de forma contínua, quase toda a área da Serra do Mar, caracterizando-se como Mata Atlântica (Fernandes, 2009).

A microbacia objeto deste estudo é utilizada como captação de água *in natura* pelos moradores da Área de Proteção Ambiental do Sana no município de Macaé – RJ. A microbacia Palmital é coberta 62% por cobertura florestal e 27% por pastagem.

O uso do solo foi gerado a partir de um mosaico de imagens de satélite do sensor Ikonos II, as quais foram tratadas e georeferenciadas utilizando-se o sistema de coordenadas UTM e o Datum SAD 69. Após tratamento e georeferenciamento por meio de software específico, cada classe foi vetorizada e separada em layers, representados

por cores diferentes. Foram vetorizadas as classes de uso do solo que mais contribuem para a qualidade ambiental das microbacias. As classes de uso do solo selecionadas foram: Urbano, Capoeira, Floresta Secundária (Mata Atlântica), Agricultura, Pastagem e Solo Exposto.

A Tabela 1 apresenta as características fisiográficas da microbacia, observa-se, que a mesma apresenta uma pequena área. Tonello et al. (2006) considera que a unidade hidrológica pequena possibilita um melhor controle dos fatores hidrológicos que interferem na microbacia. A área e o perímetro de uma bacia definem a sensibilidade hidrológica que a bacia apresenta ao uso do solo e manejo que ocorrem na mesma.

O coeficiente de compacidade da microbacia Palmital está distante da unidade (1) e os fatores de forma são baixos. Esses valores indicam que a microbacia não possuem um formato semelhante a um círculo, correspondendo a microbacia alongada, e por isso, apresentam pequena propensão a picos de cheia e enchente frente a eventos normais de precipitação (Tabela 1).

De acordo com Villela e Matos (1975) a densidade de drenagem pode variar entre 0,5 km/km<sup>2</sup> em bacias com pouca drenagem, 0,5 a 3,5 km/km<sup>2</sup> em bacias de média drenagem e 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais em bacias bem drenadas. Desta forma, a microbacia Palmital apresenta-se bem drenada (Tabela 01). Valores altos de densidade de drenagem estão associados a regiões de rochas impermeáveis. A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Sendo assim, este índice, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia (Teodoro et al., 2007).

**Tabela 01:** Característica fisiográfica da Microbacia Palmital

Microbacia	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Coeficiente de compacidade	Fator de forma	Dens. Drenagem (km/km <sup>2</sup> )
Palmital	1,74	6,31	1,35	0,28	3,69

A seção do rio definida para a realização do monitoramento fica próxima à foz da microbacia no ponto de captação de água para consumo humano. O monitoramento realizou-se entre os meses de janeiro a dezembro de 2007 sendo coletadas a cada mês três amostras de água em recipientes esterilizados de plástico. Monitoraram-se os parâmetros de qualidade de água: Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Ferro, Matéria Orgânica, Nitrogênio Total, pH, Potássio, Sódio, Sólidos Totais, Sulfato, Turbidez de acordo com a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Para os parâmetros de água foi realizado comparação de média através do teste Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se a análise de correlação utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, com análise de variância a nível de 5% (\*) e 1% (\*\*), de probabilidade, em que as variáveis dependentes foram os parâmetros de

qualidade de água e as variáveis independentes, o uso do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao uso do solo, observa-se na Figura 1 que a microbacia Palmital apresenta um baixo percentual de sua área ocupada pela agricultura. Na microbacia Palmital em observações de campo pode-se constatar que as culturas agrícolas eram basicamente aipim e inhame. As culturas agrícolas são praticadas pelos agricultores adotando-se práticas com simples roçado do terreno e o plantio em cova.

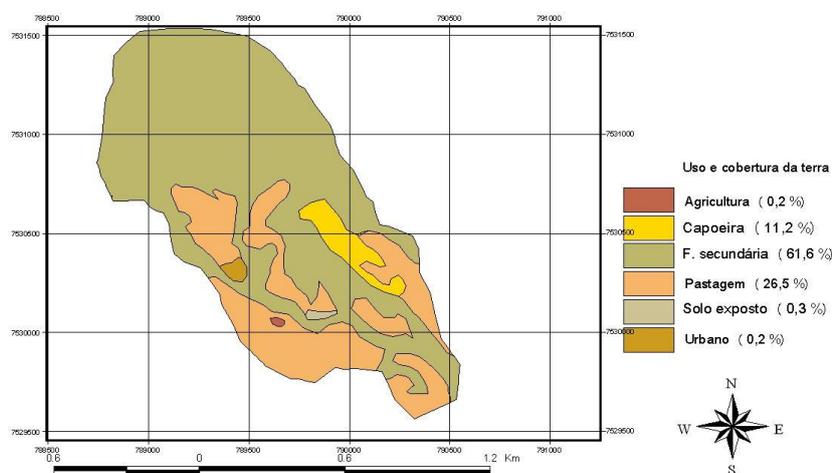
O uso urbano na microbacia Palmital apresenta um percentual baixo desta classe que corresponde a uma casa de veraneio (Figura 1). Desta forma pode-se observar que o uso urbano apresenta pouco potencial de contaminação do corpo hídrico da microbacia.

A cobertura vegetal por floresta secundária (Mata Atlântica) na microbacia Palmital é a maior classe de uso do solo sendo importante no contexto onde a microbacia está inserida já que esta microbacia serve como captação de água para consumo humano.

O uso do solo por pastagem é a segundo maior percentual de classe de uso, entretanto em termos de percentual é baixo comparado ao percentual de Mata Atlântica (Figura 1). A pastagem presente na microbacia Palmital é bem manejada, sem sinais aparentes de erosão e são utilizadas para o pastoreio de gado visando à produção de leite para subsistência. Pinto et al. (2005) cita que a pastagem, quando bem manejada, proporciona o recobrimento da superfície do solo durante todo ano,

reduzindo a velocidade do escoamento superficial, quando comparado com culturas agrícolas, que deixam o solo exposto durante o preparo para o plantio (Figura 1).

Observa-se que uma parte considerável do uso do solo da microbacia está em processo de regeneração de acordo com percentual de capoeira. As áreas de capoeira constituem áreas de pastagem abandonadas ou áreas desmatadas abandonadas onde houve um processo de regeneração. As áreas de solo exposto são o uso do solo com segundo menor percentual de ocorrência na microbacia o que garante uma baixa produção de sedimentos para o sistema de captação de água para consumo humano (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa de uso e cobertura da terra da microbacia Palmital.

Observa-se que a alcalinidade da água não apresentou variação ao longo das estações climáticas não apresentando diferença estatística significativa. Segundo os critérios de qualidade de água da Organização Mundial da Saúde (OMS) a faixa considerável permissível é de 30mg L<sup>-1</sup>, mas o critério desejável é a ausência de alcalinidade de acordo com a resolução n° 357/05 do CONAMA. A alcalinidade ao longo do ano na microbacia Palmital não se enquadra no critério desejável, mas enquadram na faixa permissível (Tabela 2).

Em relação ao valor de cloreto na água observa-se que existe uma grande variação apresentando diferença significativa sendo observado maior valor de cloreto no inverno. Bonnet et al. (2008) observou o mesmo comportamento para o parâmetro de qualidade de água cloreto com maior valor no inverno entretanto os valores deste estudo foram inferiores ao observado por este autor.

Aumento na concentração de cloretos na água é indicador de uma possível contaminação por esgotos, devido sua presença na urina ou por bovinos, como consequência possível uma alteração do sabor da água. Quando se compara os valores de cloreto observado nas

estações climáticas com a resolução CONAMA n° 357/05 que determina padrão de águas doce de classe I, ou seja, que pode ser consumida sem tratamento o limite máximo de cloreto é de 250 mg L<sup>-1</sup>, observa-se que os valores ficaram abaixo deste limite. Desta forma pode-se dizer que a ausência de fonte de esgoto de origem domiciliar e a falta de correlação significativa com uso do solo pastagem (bovinos) com o parâmetro de qualidade de água resultam em baixos valores de cloreto na água. (Tabelas 2 e 3).

A dureza apresentou diferença significativa apresentando valor máximo e mínimo na estação chuvosa respectivamente (primavera e verão). O lixiviamento de sais de cálcio e magnésio através do solo promove a dureza. De forma geral os valores de dureza foram baixos, pode-se inferir devido à ausência de correlação com uso do solo na microbacia que existe pouca erosão superficial, considerando que grande parte da microbacia é coberta por Mata Atlântica. Castello Branco et al. (2008) observou valores de dureza na faixa de 138,2 a 143,3 mg L<sup>-1</sup> com diferentes níveis de cobertura florestal os valores de dureza deste estudo foram muito inferiores variando de 5,61 a 9,91mg L<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Os valores de ferro foram maiores no verão e no outono e foram influenciados pelo pH levemente ácido (Tabela 2). Em águas naturais o ferro ocorre na forma de partículas de hidróxido de ferro ou na forma complexada orgânica. A solubilidade do ferro em água depende do pH. Em condições ácidas (águas poluídas) a água pode conter altas concentrações de ferro, tanto na forma férrica como na ferrosa (Lima e Zakia, 2003). O pH da água no inverno e na primavera estão próximos da neutralidade. Os valores de pH ficaram praticamente dentro da faixa da classe I para rios que é de 6 a 9. Este fato é corroborado pela ausência de correlação significativa de forma geral do uso do solo da microbacia com o pH. Os valores de ferro são baixos e apresentam alta correlação negativa com uso do solo Mata Atlântica e capoeira onde quanto maior percentual destes usos menor será o teor de ferro na água (Tabelas 2 e 3).

Por ser uma microbacia com grande percentual de cobertura florestal (Figura 2) as principais fontes de matéria orgânica para a água deve-se ao carreamento da camada de serapilheira da floresta sendo corroborado pela correlação positiva e significativa. Observa-se que o maior valor de matéria orgânica foi no verão período de maior precipitação. Entretanto o valor máximo de matéria orgânica da água é considerado baixo pela ausência de fontes pontuais na microbacia como esgoto de residências e industriais (Tabela 2). A faixa de variação de matéria orgânica neste estudo foi semelhante ao observado por

Bueno et al. (2005) que obteve uma faixa de variação de 1,40 a 4,47 mg.L<sup>-1</sup> em uma bacia avaliando a influência da floresta e o plantio de eucalipto não se observando diferença estatística.

Quanto ao nitrogênio total não apresentou diferença significativa entre as estações climáticas (Tabela 2). Os valores de nitrogênio podem ser considerados altos quando comparados aos valores observados por Queiroz et al. (2010) que observou em torno de 0,02 a 0,38 mg.L<sup>-1</sup> em uma microbacia com uso de pecuária e agricultura onde as fontes de nitrogênio eram excrementos de animais e fertilizantes.

A presença de nitrogênio numa amostra de água pode ser indicadora de poluição orgânica. O uso de fertilizantes pode carrear pelo escoamento superficial formas de nitrogênio para os cursos de água. Também contribuem com a poluição de nitrogênio nos cursos de água por escoamento superficial os currais e efluentes industriais (Barros, 2004). Observa-se que as formas de agricultura com plantio de banana e aipim utilizam pouca adubação nitrogenada e o pequeno percentual de agricultura não influenciam como fontes de nitrogênio (Tabela 2 e Figura 2). Embora seja uma microbacia com mais de 60% coberta por Mata Atlântica a quantidade de currais é grande sendo significativa como fonte de nitrogênio com correlações significativas com uso do solo pastagem (Tabelas 2 e 3 e Figura 2).

**Tabela 02:** Atributos físico-químico de qualidade de água.

	Estações climáticas			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	18,00a	22,33a	30,00a	23,33a
Cloreto (mg.L <sup>-1</sup> )	26,16a	51,38b	85,33c	53,47b
Dureza (mg.L <sup>-1</sup> )	5,61a	6,16a	8,59a	9,91a
Ferro (mg.L <sup>-1</sup> )	0,280a	0,092ab	0,053b	0,014b
Matéria Orgânica (mg.L <sup>-1</sup> )	4,65a	2,00a	2,07a	3,49a
Nitrogênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,49a	0,58a	0,53a	0,54a
pH	5,89a	5,88a	7,43a	7,33a
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	26,02a	79,8b	76,6b	50,2b
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	61,84a	137,73b	137,91b	72,17a
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	10,04a	4,54b	2,00c	2,97c
Sulfato (mg.L <sup>-1</sup> )	2,54b	2,17b	0,56a	0,17a
Turbidez (NTU)	1,97a	1,39a	1,89a	1,19a

Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística entre as estações ao nível de 5 % pelo teste Tukey.

O potássio apresenta diferença estatística do verão em relação às demais estações climáticas. O sódio apresenta valores significativamente menores na época chuvosa e maiores na época de estiagem (Tabela 2). De forma geral os valores de potássio e sódio podem ser considerados alto principalmente na época de estiagem (outono e inverno) (Tabela 2). De acordo com Lucas et al. (2010) na época de estiagem existe uma concentração de solutos e elementos minerais como sódio e potássio em função da redução da

vazão. Ranzini e Lima (2002) trabalhando com microbacias reflorestadas com eucalipto encontrou valores de potássio na água entre 1,35 a 1,80 mg.L<sup>-1</sup> e para sódio em torno de 2,10 a 2,23 mg.L<sup>-1</sup>. Gonçalves et al. (2005) encontrou valores de potássio na água de 2,2 a 3,3 mg.L<sup>-1</sup> numa microbacia produtora de fumo.

O potássio tem comportamento muito parecido com o sódio (metais alcalinos), em águas naturais, em geral sempre a concentração de potássio é menor que a do sódio

(CETESB, 2003). O que se observa neste estudo é que não existe uma influência em termos de erosão contribuindo no aumento de sódio e potássio na água, pois foram observados os maiores valores na época de estiagem (outono e inverno). Observa-se que os usos do solo de forma geral não apresentaram correlação com o sódio e o potássio na água (Tabelas 2 e 3). Em microbacia com pouca vegetação observa-se aumento na concentração de sódio e potássio na época chuvosa devido à erosão do solo e da faixa ciliar (Fernandes et al., 2011). Observa-se que durante a época chuvosa ocorre a diluição do sódio e potássio reduzindo seus teores na água do rio (Tabela 2).

Os valores de sulfato foram significativamente maiores no verão e outono e menores no inverno e primavera. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas. As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Ramos (2008) avaliando o teor de sulfato na nascente desta microbacia no período de um ano observou valores próximos ao deste estudo demonstrando baixos valores de sulfato. Isto se deve a falta de fontes antrópicas na microbacia (Figura 2). O sulfato apresentou baixa correlação com o uso do solo não sendo significativa demonstrando não ser influenciada pelo uso do solo da microbacia (Figura 2 e Tabelas 2 e 3).

Em relação aos sólidos totais observa-se que houve diferença significativa. O maior valor de sólidos totais foi observado no período de maior precipitação na microbacia no verão. O aumento de sólidos totais na água está diretamente ligado à erosão hídrica que ocorre em uma microbacia devido ao aumento da precipitação (Guedes et al., 2012).

Os valores de sólidos totais foram baixos quando comparados a resolução nº 357/05, para água doce Classe 1 do CONAMA para água sem tratamento que estabelece 500 mg L<sup>-1</sup>. A turbidez não apresentou diferença significativa entre as estações climáticas avaliadas. Os valores observados para este parâmetro de qualidade de água foi baixo em comparação a resolução nº 357/05, para água doce Classe 1 do CONAMA.

Os parâmetros de qualidade de água turbidez e sólidos totais demonstram uma correlação negativa e significativa com a cobertura florestal onde um aumento do percentual de Mata Atlântica e capoeira reduzem a turbidez e a quantidade de sólidos totais na água. De acordo com Queiroz et al. (2010) a cobertura florestal na microbacia favorece uma redução da turbidez e sólidos totais na água pelo seu efeito protetor contra a erosão principalmente (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 03:** Análise de correlação entre os atributos hídricos e o uso do solo

Atributos hídricos	Uso do solo					
	Agricultura	Urbano	F.secundária	Pastagem	Capoeira	S.exposto
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	0,021	0,032	-0,825	0,027	-0,278	0,117
Cloreto (mg.L <sup>-1</sup> )	0,018	0,014	-0,521	0,023	-0,258	0,113
Dureza (mg.L <sup>-1</sup> )	0,048	0,029	-0,828	0,028	-0,232	0,080
Ferro (mg.L <sup>-1</sup> )	0,025	0,037	-0,895*	0,029	-0,215**	0,092
Matéria Orgânica (mg.L <sup>-1</sup> )	0,089	0,091	0,235**	0,035	0,223**	0,094
Nitrogênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,043	0,051	-0,468	0,720*	-0,273	0,087
pH	0,087	0,083	-0,231	0,050	-0,256	0,052
Potássio (mg.L <sup>-1</sup> )	0,062	0,076	-0,129	0,089	-0,268	0,058
Sódio (mg.L <sup>-1</sup> )	0,021	0,039	-0,573	0,062	-0,216	0,062
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	0,095	0,099	-0,981*	0,091	-0,239**	0,039
Sulfato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,025	0,027	-0,216	0,056	0,215	0,053
Turbidez (NTU)	0,097	0,084	-0,921*	0,037	-0,283**	0,028

\* Correlação significativa a 5% e \*\* Correlação significativa a 1%.

## CONCLUSÕES

A pastagem influenciou significativamente no aumento de nitrogênio na água e a preservação da cobertura florestal na microbacia reduz a turbidez, sólidos totais e ferro na água.

De forma geral a água está apta para ser captada para consumo humano sem tratamento sendo necessária a manutenção do percentual de Mata Atlântica da microbacia.

## REFERÊNCIAS

APHA. AWWA. WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. Washington D. C., 1998, p. 131-165.

BARROS, R.C. Agricultura e Sustentabilidade Ambiental: A Qualidade da Água dos Rios Formadores da Bacia do Rio Grande – Nova Friburgo/RJ. 2004. 243p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BONNET, B.R.P.; FERREIRA, L.G.; LOBO, F.C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás:

- uma análise à escala da bacia hidrográfica. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.311-322, 2008.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1.
- BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set/dez, 2005.
- CASTELLO BRANCO, A.; ANDRADE, C. IZIQUE, F.N.; LAUER, R. MOREIRA, W.T. Avaliação das condições sanitárias e ambientais da sub-bacia do córrego Barbosa no município de Marília-SP. Revista do Instituto Adolfo Lutz, V.67, n.3, p.183-189, 2008.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002. São Paulo: CETESB, 2003. 264p.
- FERNANDES, M.M. Valoração dos serviços ambientais da floresta de Mata Atlântica na qualidade e quantidade de água na APA do Sana. Seropedica: UFRRJ, 2009. 150p. Tese de Doutorado.
- FERNANDES, M.M.; Ceddia, M.B.; RAMOS, G.D.M.; GASPAR, A.; MOURA, M.R. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Glória, Macaé – RJ. v.8, n.2, p.105-116, 2011.
- GONÇALVES, C.S.; Rheinheimer, D.S.; Pellegrini, J.B.R.; Kisti, 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, n.3, p.391-399, 2005.
- GUEDES, H.A.S.; SILVA, D.D.; ELESBON, A.A.A.; RIBEIRO, C.B.M.; MATOS, A.T.; SOARES, J.H.P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.5, p.558-563, 2012.
- LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.33-43, 2003.
- LUCAS, A.A.T.; FOLEGATTI, M.V.; DUARTE, S.N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, n.9, p.937-943, 2010.
- PINTO, D.B.F.; SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; COELHO, G. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande-MG, Brasil. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n. 4, p.1145-1152, 2009.
- PINTO, L.V.A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente, Cerne, Lavras, v.11, p.49-60, jan./mar. 2005.
- QUEIROZ, M.M.F.; IOST, C.; GOMES, S.D.; VILAS BOAS, M.A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v.5, n.4, p.200-210, Out/Dez, 2010.
- RAMOS, G.D.M, MACHADO JUNIOR, H.F.; SILVA, V.L.; CASTELAN, F.G.; GUERRA, A.F.; FERNANDES, M.M.; GASPAR, A. Qualidade microbiológica da água consumida pela população do Distrito do Sana , Macaé, Rio de Janeiro. Revista do Instituto Adolfo Lutz, n.67, v.2, p.100-105, 2008.
- RANZINI, M.; LIMA, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. Scientia Forestalis, n.61, p.144-159, jun. 2002.
- SANTOS, E.H.M.; GRIEBELEER, N.P.; OLIVEIRA, L.F.C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.8, p.826-834, 2010.
- TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, n.20, p.137-148, 2007.
- TOLEDO, L.G.; Nicolella, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. Scientia Agrícola, v.59, n.1, p.181-186, 2002.
- TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Ganhães – MG, Revista *Árvore*, v.30, n.5, p. 849 – 857, 2006.
- TORRES, J. L. R.; FABIAN, A.J.; SILVA, A.L.; PESSOA, E.J.; RESENDE, E.F. Diagnostico ambiental e análise morfométrica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba – MG. Caminhos de Geografia, v.9, n.25, p.1-11, 2008.