

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA FAIXA CILIAR E QUALIDADE DE ÁGUA DE DUAS MICROBACIAS UTILIZADAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO

MILTON MARQUES FERNANDES¹; MARCOS BACIS CEDDIA²; MÁRCIO ROCHA FRANCELINO³ E MÁRCIA RODRIGUES DE MOURA FERNANDES⁴

¹Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais, UFS, e-mail: miltonmf@gmail.com

²Professor Doutor do Departamento de Solos, UFRRJ, e-mail: ceddia@ufrj.br

³ Professor Doutor do Departamento de Solos, UFV, e-mail: marciorocha@ufrj.br

⁴ Doutoranda em Ciências Florestais da UFES, e-mail: marciarmfe@gmail.com

1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o cumprimento da legislação ambiental na faixa ciliar e o impacto do uso do solo em relação aos coliformes e metais pesados na água de duas microbacias utilizadas para captação de água. Avaliação do cumprimento da legislação e uso do solo foram realizados utilizando imagem Ikonos II e carta planialtimétrica do IBGE manipuladas no SIG ARCGIS. Para a qualidade da água, três amostras foram coletadas mensalmente e analisados os parâmetros coliformes totais, fecais e os metais pesados: Cu, Cd, Mn, Zn e Pb. A microbacia Palmital apresentou-se mais adequada a legislação com maior percentual de Mata Atlântica na faixa ciliar e a microbacia Gloria menos adequada com maior percentual de pastagem. A qualidade da água da microbacia Palmital esta dentro dos padrões para consumo humano de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA, sendo que a água da microbacia Gloria não atende aos padrões exigidos.

Palavras chave: Mata Atlântica, área de preservação permanente, água

**FERNANDES, M.M., CEDDIA, M.B., FRANCELINO, FERNANDES, M.R.M.
ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE RIPARIAN ZONE AND QUALITY OF
WATER IN TWO MICRO WATERSHEDS USED FOR HUMAN SUPPLY**

2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the compliance of environmental legislation in the riparian zone and the impact of land use concerning coliforms and heavy metals in the water of two watersheds used for water capturing. Compliance and land use were evaluated using Ikonos II and altimetric chart from the Brazilian Institute for Geography & Statistics (IBGE, in Portuguese language acronym) in a GIS environment. To evaluate water quality, three samples were collected monthly and analyzed for total, fecal coliforms and heavy metals: Cu, Cd, Mn, Zn and Pb. Palmital watershed showed closer compliance with the legislation and a higher percentage of Atlantic Forest in the riparian zone. Glória micro watershed showed little compliance with the legislation and higher percentage of pasture. The quality of water in the Palmital micro watershed meets the requirements of the 357/2005 resolution from CONAMA

for human consumption. Differently, the Gloria micro watershed does not meet these requirements.

Keywords: Atlantic Forest, area of permanent preservation, water.

3 INTRODUÇÃO

A expressiva diminuição da cobertura florestal, principalmente das áreas de preservação permanente (APPs), além de expor as terras aos processos de erosão, tem contribuído para poluição das águas, principalmente com resíduos orgânicos e pesticidas (PIGOSSO et al., 2009). Donadio et al. (2005) observaram em seu estudo que a vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos, de modo que as características químicas dos solos, bem como seus diferentes usos, influenciam na qualidade da água da microbacia sendo que a presença da cobertura florestal melhora a qualidade da água.

Segundo Gonçalves et al. (2005) as fontes de contaminação dos mananciais podem ser pontuais ou difusas: as primeiras são aquelas que podem ser identificadas, tratadas e controladas, como esgoto doméstico e águas residuárias industriais e de animais criados de forma intensiva, enquanto as difusas resultam de um grande número de fontes de origem indefinidas, sendo de difícil controle. As florestas ciliares respondem pela redução da deposição de poluentes de fontes difusas em rios e lagos, em diversos tipos de microbacias, e controlam o ambiente físico e químico dos rios e promovem os equilíbrios físicos, químicos e biológicos (GONÇALVES et al., 2005).

A intervenção humana sob a mata ciliar só é permitida para usos múltiplos desde que possua plano de manejo aprovado pelo órgão ambiental competente, mesmo assim causa uma série de danos ambientais (BELLUTA et al., 2011). O principal instrumento de manejo de bacias hidrográficas previsto em lei é o novo código florestal de 2012 criado pela Lei Federal nº12651/2012 que nos artigos 3º parágrafo II e 4º refere-se às áreas de preservação permanente em especial a faixa ciliar. As microbacias Gloria e Palmital estão inseridos na APA do Sana e são utilizadas para captação de água para consumo humano *in natura*, no entanto são praticadas atividades agrícolas e pastagem ao longo da faixa ciliar das microbacias e o esgoto doméstico é lançado sem tratamento adequado no corpo hídrico.

O objetivo deste estudo foi avaliar o cumprimento da legislação ambiental na faixa ciliar e o impacto do uso do solo em relação aos coliformes e metais pesados na água de duas microbacias utilizadas para captação de água.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na Serra do Mar na Área de Proteção Ambiental do Sana, localizando-se no Município de Macaé-RJ que tem como principais atividades econômicas o ecoturismo, a pecuária e a agricultura familiar. A microbacia Gloria localiza-se na latitude 22º 20' 02" e longitude 42º 16' 02" e a microbacia Palmital situa-se na latitude Sul 22º 20' 02" e longitude Oeste 42º 10' 34".

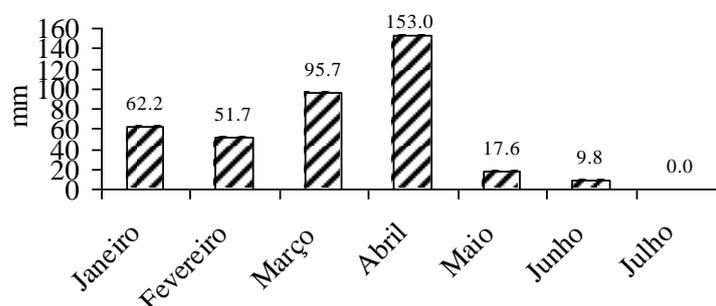
As duas microbacias objeto deste estudo são utilizadas como captação de água *in natura* pelos moradores da Área de Proteção Ambiental do Sana que apresenta uma população de 1184 moradores no município de Macaé – RJ. A microbacia Palmital apresenta 62% de cobertura florestal e 27% por pastagem, e abastece 40% da população da APA do Sana. A microbacia

Gloria apresenta 36% de cobertura florestal e 51% por pastagem, e abastece 40% da população da APA do Sana (FERNANDES, 2009).

Segundo a classificação proposta pelo sistema de Thornthwaite, a região da Área de proteção ambiental (APA) do Sana apresenta clima úmido, pequena ou nenhuma deficiência hídrica, megatérmico, chuvas de primavera/verão e outono/inverno. A 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).

Observa-se que existe um aumento da precipitação do período de janeiro até abril, entre maio a julho houve redução da precipitação chegando a zero no mês de Julho (Figura 1).

Figura 1. Precipitação média mensal durante período de estudo na área estudada.



A faixa ciliar, em faixa marginal de 30 metros, para cursos d'água de menos de dez metros de largura foi delimitada utilizando uma base planialtimétrica na escala 1:10.000 utilizando a ferramenta *buffer* do ArcGIS 9.3.

O mapa de uso do solo foi gerado a partir de um mosaico de imagens do satélite Ikonos II, as quais foram georeferenciadas utilizando-se o sistema de coordenadas UTM e o *Datum* SIRGAS 2000. Durante as visitas no campo foram coletadas 10 pontos de controle em cada microbacia para validação, cada classe de uso do solo foi vetorizada e separada em camadas, representado por cores diferentes. Foram vetorizadas as classes de uso do solo que mais contribuem para a qualidade ambiental das microbacias. Que são descritas a seguir: Uso antrópico (Áreas urbanas), Agricultura (áreas de culturas agrícolas ou culturas perenes), Mata Atlântica (Áreas de floresta em estágio secundário inicial ou tardio), Regeneração (Áreas em que a vegetação tem um padrão de rugosidade maior do que as pastagens), Pastagem (Áreas com plantas forrageiras plantadas ou naturais utilizadas para o pastoreio), Solo exposto (Áreas com ausência total de cobertura vegetal e exposição da camada superficial do solo ou subsolo).

Foram consideradas sob uso incongruente todas as áreas que não eram de Mata Atlântica presentes na faixa ciliar dos cursos de água. Para a identificação do uso incongruente do solo na faixa ciliar, cruzou-se o mapa da faixa ciliar versus uso do solo.

A coleta de amostras de água foi realizada uma vez por mês (três amostras por coleta) no período de janeiro a julho de 2007 para metais pesados, coliformes totais e termotolerantes no exutório (saída) das microbacias. As análises foram realizadas nos laboratórios de análise de alimentos e bebidas e o de química do solo da UFRRJ.

Realizaram-se análises referentes à cádmio, cobre, chumbo, manganês e zinco segundo metodologia da Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). As coletas das amostras foram feitas em frascos de polipropileno de 1,5L, previamente lavados, sem preservantes com adição de ácido nítrico na proporção de 0,5%.

As análises bacteriológicas realizadas foram quanto à pesquisa de NMP de coliformes totais e coliformes termotolerantes (coliformes fecais) pela técnica dos tubos múltiplos, de acordo com a metodologia da Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). As coletas foram realizadas utilizando-se frascos de vidro de 500mL, previamente lavados com detergente não tóxico, enxaguados com água comum e água destilada (último enxágüe), esterilizados em autoclave durante 15 minutos, a 121 °C. As amostras coletadas foram acondicionadas em embalagens isotérmicas contendo gelo, porém sem contato direto com o mesmo, e encaminhadas imediatamente ao laboratório.

Em relação aos dados de coliformes totais e coliformes termotolerantes e metais pesados em água (cádmio, cobre, chumbo, manganês e zinco) utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado e realizada a comparação de média através do teste Tukey a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do SAEG, versão 9.1 demo (SAEG, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao uso do solo na faixa ciliar, observa-se na Figura 2 que a microbacia Gloria apresenta 2,2 % de sua faixa ciliar ocupada por agricultura e que a microbacia Palmital não apresentou nenhuma parte da faixa ciliar ocupada por agricultura. Na microbacia Gloria, em observações de campo, pode-se constatar que as culturas agrícolas encontradas foram o aipim e a banana. A banana é plantada após aração superficial do solo tracionada por gado. Entretanto, após a implantação do bananal este não é mais arado, tendo um período de mais de 20 anos de duração. O aipim é plantado na microbacia Gloria, com simples roçado e o plantio ocorre em cova (Figuras 2 e 3).

O uso antrópico na microbacia Gloria é superior ao apresentado na microbacia Palmital. Esta classe compreende residências e seus respectivos quintais basicamente. Na microbacia Palmital esta classe corresponde a uma casa de turistas na parte alta da microbacia ocupada apenas em parte do ano. Já na microbacia Gloria esta classe corresponde a varias residências e grande parte das casas lança seu esgoto diretamente no rio (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Uso do solo na faixa ciliar da microbacia Gloria.

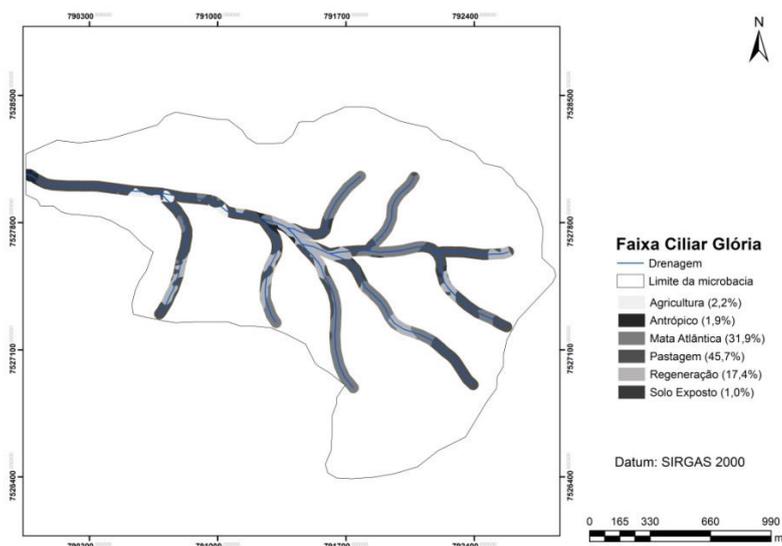
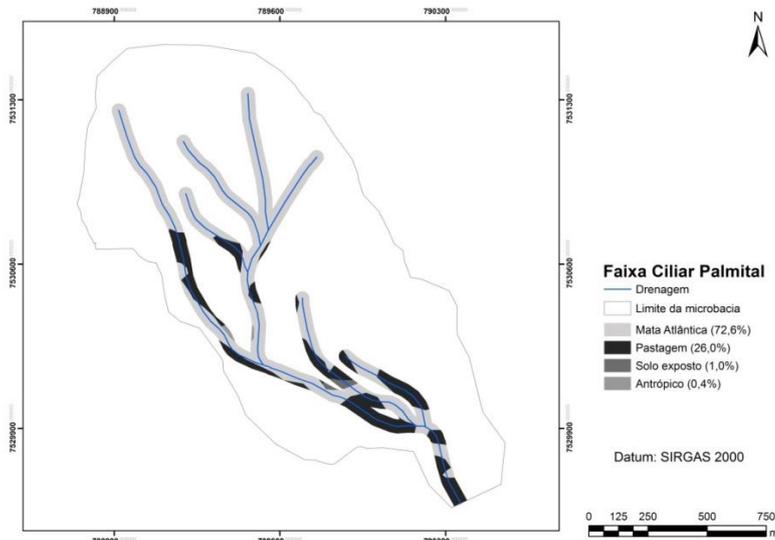


Figura 3. Uso do solo na faixa ciliar da microbacia Palmital.

A faixa ciliar da microbacia Gloria apresentou 31,9% de Mata Atlântica e a microbacia Palmital correspondeu a 72,6%. A microbacia Gloria apresentou 45,7% de sua faixa ciliar com pastagem, sendo este uso do solo incongruente para uma APP. Santos et al. (2014) observaram que 69,09% da faixa ciliar do Ribeirão Lavapés no município de Botucatu-SP não estava coberta por vegetação ciliar, de forma semelhante na microbacia Gloria observa-se que 68,1% da faixa ciliar apresenta sem vegetação ciliar, sendo necessária a sua recomposição florestal. A microbacia Palmital apresentou percentual de pastagem de 26,0% em sua faixa ciliar, porém menor que o observado na microbacia Gloria (Figuras 2 e 3). Nascimento et al. (2012) também observaram uma substituição da mata ciliar por pastagem no Rio Pardo no município de Botucatu-SP.

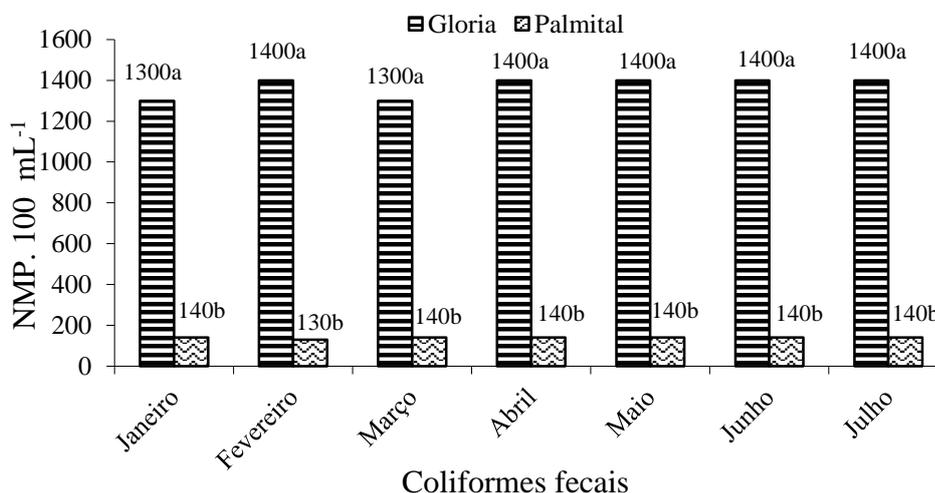
Este contraste de cobertura vegetal (pastagem) *versus* (Mata Atlântica) hipoteticamente tem respostas hidrológicas na qualidade e quantidade da água nas microbacias. A pastagem presente nas microbacias Gloria e Palmital são bem manejados, porém observa-se sinais aparentes de erosão acarretando no período chuvoso a presença de metais pesados na água. Pinto et al. (2005) citaram 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 (Figuras 2 e 3). Pinheiro et al. (2011) observaram em seu estudo que a pastagem em quantidade significativa nas áreas de preservação permanente pode estar relacionado ao manejo inadequado da microbacia até então, o que pode acarretar um sério processo de degradação ambiental, levando à perda de biodiversidade, à compactação do solo e à contaminação dos cursos d'água.

No tocante à regeneração a microbacia Gloria apresenta um percentual de 17,4% e a microbacia Palmital não apresentou regeneração natural demonstrando não haver processo de desmatamento recente (Figuras 2 e 3). O percentual de solo exposto na microbacia Gloria apresenta-se igual ao da Palmital. Entretanto, esses podem ser considerados baixos sendo em torno de 1% do total da área da faixa ciliar (Figuras 2 e 3). O solo exposto corresponde às áreas de processo erosivas pontuais como voçorocas e ravinas e apresentam grande potencial de produção de sedimentos.

Observa-se que houve diferença significativa entre os valores obtidos na microbacia Gloria e na Palmital em relação aos coliformes fecais em todos os meses avaliados (Figura 4). Os valores de coliformes fecais na água na microbacia Gloria variaram de 1300 a 1400 NMP/100 mL. Na microbacia Palmital os valores de coliformes fecais estiveram entre 130 a 140 NMP/100 mL, praticamente dez vezes menores que na microbacia Gloria. Os valores de coliformes fecais na microbacia Gloria podem ser considerado alto quando comparado ao observado por Almeida et al. (2004) que observaram 700 NMP/100 mL em uma nascente na área rural da região do interior de São Paulo.

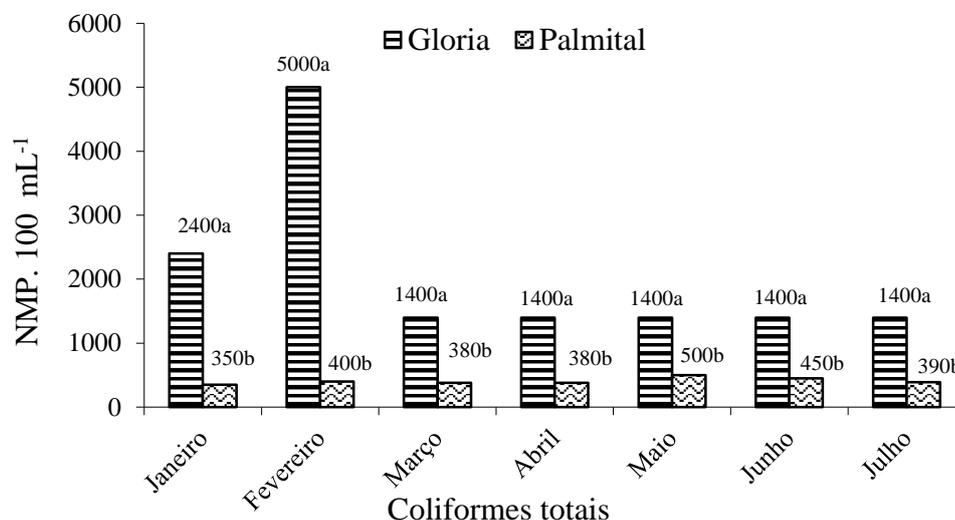
No Brasil captações de água para consumo humano sem tratamento de acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA devem apresentar no máximo 200 NMP/100 mL de coliformes fecais. Observa-se que somente a microbacia Palmital se enquadraria na resolução 357/05 do CONAMA e a Gloria estaria fora do padrão de qualidade de água exigido (Figura 4) (BRASIL, 2005).

Figura 4. Valores médios mensais de coliformes fecais (NMP/100 mL) da água coletada no exutório das microbacias Gloria e Palmital. Médias seguidas por letras distintas no mesmo mês diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



De forma geral a microbacia Gloria apresentou valores significativos de coliformes totais superiores ao observado na microbacia Palmital. Sendo que na microbacia Gloria os valores de coliformes totais variaram de 5000 a 1400 NMP/100 ML (Figura 5).

Figura 5. Valores médios de coliformes totais (NMP/100 mL) da água coletada nas microbacias Gloria e Palmital no ano de 2006. Médias seguidas por letras distintas no mesmo mês diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Ramos et al. (2008) avaliando os coliformes fecais e totais em nascentes destas microbacias observaram que as nascentes da microbacia Gloria apresentaram maiores valores para coliformes totais e fecais; e isto se deve a presença de pastagem em sua área de captação e as nascentes da microbacia Palmital apresentaram valores menores em função do efeito protetor da presença de cobertura florestal na sua área de captação da nascente. Fato verificado neste estudo onde se observa que a microbacia Palmital com maior percentual de Mata Atlântica na faixa ciliar apresentou valores mais baixos de coliformes fecais e totais comparada a microbacia Gloria com maior percentual de pastagem (Figuras 2, 3 e 4). De acordo com Gonçalves et al. (2005), baixos valores de coliformes totais e termotolerantes em água em microbacias se deve a baixa presença de residências ou pecuária e a presença de cobertura florestal permanente na área de captação da microbacia.

O cádmio não foi observado na água das microbacias de janeiro a maio somente foi detectado nos meses de junho e julho apresentando diferença estatística entre as microbacias sendo superior na microbacia Palmital comparada a microbacia Gloria. Em relação ao enquadramento em água de classe 1 pela resolução 357 de 2005 do CONAMA somente nos meses de junho e julho não se enquadraria. Os valores de cádmio nas duas microbacias avaliadas são baixos, principalmente devido ao pequeno percentual de uso do solo antrópico e ausência de indústrias. Por exemplo, Borges et al. (2003) observaram concentrações de cádmio na água de uma drenagem de uma microbacia entre 0,10 a 0,21 mg L⁻¹ devido ao lançamento de efluentes por uma indústria de reciclagem de chumbo sendo superiores ao observado neste estudo (Tabela 1).

Os valores de cobre na água apresentaram diferença somente nos meses de janeiro e março e no restante dos meses avaliados não foi observada diferença estatística entre as microbacias. Para o cobre na água não se enquadrava na resolução 357/2005 do CONAMA estando acima do limite permitido em todos os meses avaliados nas duas microbacias. Observa-se que os valores observados nos meses de junho e julho podem ser considerados altos quando comparado a Gonçalves et al. (2005) que trabalhando em uma microbacia produtora de fumo com uso intensivo de agroquímicos e sistema convencional de agricultura encontrou valores

médios de cobre na água de 0,35 mg L⁻¹. Desta forma percebe-se que a microbacia Gloria com baixo percentual de uso antrópico e agricultura e a microbacia Palmital sem nenhum uso de agricultura e também pequeno percentual de uso antrópico apresentou valores altos de cobre na água sendo a única fonte com potencial a pastagem na faixa ciliar (Tabela 1; Figuras 2 e 3). Belluta et al. (2014) observaram que a ocupação da faixa riparia por pastagens e cana de açúcar torna a contaminação da água dos rios por defensivos agrícolas que promovem um aumento a concentração de cobre.

A concentração de chumbo na água foi maior na microbacia Gloria em relação à microbacia Palmital na maioria dos meses com diferença significativa. De forma geral a microbacia Gloria apresentou valores de chumbo na água superior ao permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA e a microbacia Palmital apresentou valores admissíveis somente nos meses de março, abril e maio (Tabela 1). A alta concentração de chumbo na microbacia Gloria se deve ao elevado percentual de pastagem na faixa ciliar conforme Ramalho et al. (2000) observou em seu estudo que a quantidade de chumbo na água foi alto devido a atividades agrícolas como pastagem (Figura 2).

Tabela 1. Concentração de metais pesados na água das microbacias Gloria e Palmital.

	Cd		Cu		Cb		Mn		Zn	
	mg.L⁻¹									
	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P
Janeiro	0,00a	0,00a	0,10a	0,04b	0,03a	0,08b	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Fevereiro	0,00a	0,00a	0,04a	0,02a	0,28a	0,15b	0,03a	0,016b	0,03a	0,01a
Março	0,00a	0,00a	0,06a	0,03b	0,05a	0,01b	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
Abril	0,00a	0,00a	0,03a	0,01a	0,04a	0,00b	0,01a	0,00a	0,01a	0,00a
Mai	0,00a	0,00a	0,03a	0,01a	0,04a	0,00b	0,01a	0,00a	0,01a	0,00a
Junho	0,02a	0,06b	0,78a	0,81a	0,67a	0,39b	0,23a	0,08b	0,26a	0,05b
Julho	0,02a	0,06b	0,78a	0,81a	0,67a	0,39b	0,23a	0,08b	0,29a	0,04b
CONAMA	0,001		0,009		0,01		0,1		0,18	

*Médias seguidas por letras distintas no mesmo mês diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação à concentração de manganês na água, observa-se que no mês de fevereiro a microbacia Palmital apresentou maior concentração do que a microbacia Gloria. Entretanto nos meses de junho e julho a microbacia Gloria apresentou valores superiores estatisticamente em relação à microbacia Palmital. A microbacia Palmital apresentou valores de manganês em água inferiores ao limite da resolução 357/2005 do CONAMA se enquadrando, e a microbacia Gloria apresentou valores inferiores ao permitido pela resolução em todo período avaliado com exceção dos meses de junho e julho (Tabela 1). Guedes et al. (2005) observaram que quanto maior grau de antropização do rio Jundiá em Macaíba – RN maior a concentração de manganês, neste estudo observa-se que as microbacias Gloria e Palmital apresentam baixo percentual de uso antrópico na faixa ciliar resultando em baixa concentração de manganês na água.

Os valores de zinco foram semelhantes na maioria dos meses avaliados com valores próximos a zero ou baixos. Nos meses de junho e julho observou-se diferença significativa com valores superiores para zinco na água da microbacia Gloria comparada a microbacia Palmital. Em relação à resolução 357/2005 do CONAMA, a microbacia Palmital, para zinco na água, se enquadrou com valores abaixo do limite permitido, enquanto a microbacia Gloria ficou abaixo do limite com exceção de junho e julho. Os valores de zinco na água podem ser considerados baixos na maior parte dos meses avaliados quando comparado a microbacias com uso intensivo de agricultura convencional com uso de agroquímicos, como observado por Nunez et al. (1999) que observaram valores de $0,34 \text{ mg L}^{-1}$ para uma parte da microbacia com maior cobertura florestal e $1,70 \text{ mg L}^{-1}$ no exutório da microbacia influenciada por áreas de processos erosivos ocasionado por agricultura convencional e aplicação de insumos agrícolas e pesticidas (Tabela 1; Figuras 2 e 3).

6 CONCLUSÕES

A microbacia Palmital apresentou-se mais adequada a legislação com maior percentual de Mata Atlântica na faixa ciliar e a microbacia Gloria menos adequada com maior percentual de pastagem.

A qualidade da água da microbacia Palmital esta dentro dos padrões para consumo humano de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA, sendo que a água da microbacia Gloria não atende aos padrões exigidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.M.A.A.; HUSSAR, G.J.; PERES, M.R.; FERRIANI JUNIOR, A.L. Qualidade microbiológica do córrego Ribeirão dos Porcos no município de Espírito Santo do Pinhal-SP. **Engenharia Ambiental**, São Jose dos Pinhais, v.1, n.1, p.51-56, jan/dez, 2004.

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

Brasil. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1.

BELLUTA, I.; NEVES, R. C. F.; ZAMPIERI, F. E. S.; SIVA, R. F. B.; SARTORI, A.A.C.; ZIMBACK, C.R.L. Aplicação de técnica de geoprocessamento em áreas degradadas de mata

ciliar e sua correlação com qualidade da água numa sub-bacia hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 193-214, 2011.

BELLUTA, I.; COELHO, J.C.; SILVA, R.F.B.; CARVALHO, L.R.; SILVA, A. M.M.; VALENTE, J.P.S. Investigação da poluição por metais tóxicos no córrego do Cintra, **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 225-244, 2014.

BORGES, R.C.; COSTA, M.C.R.; SANTOS, G.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; OLIVEIRA, C.; MAZUR, N. Concentrações de cádmio no solo, água, plantas e sedimentos em áreas rurais próximas a uma indústria de reciclagem de chumbo no vale do rio Paraíba do Sul – SP. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**. Seropédica, v. 24, n. 1, p. 45-50, jan.- jun., 2003.

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, Jan/Abr. 2005.

FERNANDES, M.M. **Valoração dos serviços ambientais da floresta de Mata Atlântica na qualidade e quantidade de água na APA do Sana**. 2009. 150p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

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**. Campina Grande, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

GUEDES, J.A.; LIMA, R.F.S.; SOUZA, L.C. Metais pesados em água do rio Jundiá - Macaíba/RN. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v.18, n.2, p.131-142, 2005.

NASCIMENTO, F. M.; BARROS, Z. X.; BARROS, B. S. X.; CAMPOS, S.; RODRIGUES, J. G. L. Uso de SIG e fotografias aéreas na determinação de conflitos na rede de drenagem na bacia experimental do Rio Pardo. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 346 - 352, 2012.

NUNEZ, J.E.V; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; PALMIERI, F.; MESQUITA, A.A. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a contaminação do solo, sedimentos e água por metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n. 4, p. 981-990, 1999.

PIGOSSO, M.; BONFANTE, E.; FARIAS, E.; ENGEL, I.; RIGATTI, J.; NUNES, R.L.; BECEGATO, V.; ONOFRE, S.B. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau alto – Dois Vizinhos – Paraná, **Geo ambiente**, Jataí, n.13, p.174-193, 2009.

PINHEIRO, R.C.; TONELLO, K. C.; VALENTE, R.O.; MINGOTI, R.; SANTOS, I. P. Ocupação e Caracterização Hidrológica da Microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba - SP. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 234-245, 2011.

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.

RAMALHO, J.F.G.P.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; VELLOSO, A.X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p.1289-1303, jul/2000.

RAMOS, G.D.M.; MACHADO JUNIOR, H. F.; SILVA, V.L.; CASTELAN, F. G.; GUERRA, A.F.; FERNANDES, M. M.; GASPAS, A. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 67, p. 100-105, 2008.

SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas: versão 9.1 Demo. Viçosa - MG, Fundação Arthur Bernardes, UFV, Viçosa, MG, 2007.

SANTOS, J.B.; PEZZONI FILHO, J.C.; DANTAS, M.J.F.; ZIMBACK, C.R.L.; LESSA, L. G. F. Avaliação da adequação da ocupação do solo em áreas de preservação permanente (APPs). **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 333-344, 2014.