

A Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade de água do rio Jacarecica

Milena Caramori Borges Souza

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas, milenacaramori@yahoo.com.br

Cleuda Custódio Freire

Professora do Centro de Tecnologia Ctec/UFAL – Campus A. C. Solimões – Tabuleiro dos Martins – Maceió-AL. CEP: 57072-970, ccf@ctec.ufal.br

Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira

Professora do Centro de Tecnologia Ctec/UFAL – Campus A. C. Solimões – Tabuleiro dos Martins – Maceió-AL. CEP: 57072-970, ilopes@ctec.ufal.br

ABSTRACT --- The Jacarecica River Basin is located in the metropolitan area of the city of Maceió /AL lying booming urban. This urbanization associated with deforestation, the occupation of risk areas, the impervious surfaces and the production of sewage, related to poor sanitation, is directly affecting the health of the environment and, consequently, the life quality of the population. The basin has several busy areas with high risk of slippage, as well as riparian areas subject to flooding. Although the water of this river is of poor quality, sewage receiving fresh, is still used for recreation and animal watering. Thus, this paper presents the implications of the use and occupation of land and riparian vegetation on water quality, by analyzing the concentration of total coliform and *E. coli* measured in dry and rainy season and variations of the profile sections of the river to the beginning and the end of the collections.

Keywords: Jacarecica River, riparian vegetation, water quality.

INTRODUÇÃO

De acordo com Dudley e Stolton (2003), há uma suposição generalizada de que as florestas prestam funções do ecossistema úteis na manutenção constante do abastecimento de água em quantidade, qualidade e regularidade. De acordo com estes autores, florestas naturais quase sempre fornecem água de qualidade superior, com menor quantidade de sedimentos e menos poluentes. Diversos autores citados por Donadio (2005), como Sopper (1975), Brown (1988), Oliveira-Filho (1994), Margalef (1983), além de outros como Palmer (2001), Ferreira (2003), Vibrans (2003), Borges *et al.* (2005), Andrade (2005) e Venturieri (2005) concordam que há correlação positiva entre a qualidade e quantidade de água produzida e a presença de floresta.

Desta forma, ao redor do mundo as decisões econômicas sobre o uso da terra estão sendo tomadas em favor da proteção de bacias hidrográficas florestadas, visando salvaguardar o abastecimento público (REIS, 2004).

Pesquisa feita por WWF & IUNC (2003) mostra cidades que realizam o manejo florestal para a proteção de bacias hidrográficas como: Seoul, Tóquio, Beijing, Yangon, Santiago, Estocolmo, Munique, Minsk, Sydney e Melbourne (DUDLEY; STOLTON, 2003).

A pressão sobre os recursos naturais, associada à explosão populacional, afeta a demanda sobre a oferta de água doce, estando sua quantidade estreitamente relacionada à sua qualidade, fator limitante do seu uso (PETERS; MEYBECK, 2000). Nas áreas urbanas, paradoxalmente, ocorre uma demanda concentrada por recursos hídricos, ao mesmo tempo em que aumenta a sua degradação. Esta degradação é iniciada com o desmatamento.

A expansão urbana e a pressão sobre os recursos naturais leva ao desdobramento inevitável da degradação, sendo que a dos recursos hídricos é precedida pela dos recursos florestais, dos quais depende a produção de água em qualidade e quantidade.

A urbanização, associada ao baixo desenvolvimento social – característico da cidade de Maceió, assim como de muitas outras cidades brasileiras em expansão, especialmente cidades de grande porte – é um fator agravante devido à ocupação desordenada de áreas de risco, como encostas e áreas de inundação, as quais constituem Áreas de Preservação Permanente (APPs).

A ocupação de APPs pode ocasionar danos diretos e/ou indiretos à população através de: erosão e deslizamentos, perda da fertilidade do solo, assoreamento e alteração dos padrões de qualidade de água dos rios e picos de cheias (tendendo a picos maiores), redução do nível de água subterrânea, etc.

A Bacia do Rio Jacarecica está localizada em área de domínio do Bioma Mata Atlântica, na área metropolitana de Maceió, em franca expansão urbana, muitas vezes sem planejamento adequado e sem controle. Diversos complexos residenciais e edificações vêm sendo implementados em sua bacia, removendo a cobertura vegetada e impermeabilizando o solo. O surgimento de favelas em áreas de risco, geralmente de preservação permanente, com lançamento de esgoto *in natura* no rio é um fato. Outro fato importante a ser considerado é o da drenagem de água de uma bacia endorréica – área de recarga de aquífero – a Bacia do Tabuleiro, lançando água de má qualidade no Jacarecica. Estes fatores associados contribuem para a degradação dos recursos florestais e hídricos da bacia e elevação de ocorrências de doenças de veiculação hídrica. É importante ressaltar que, em alguns pontos do rio, ainda se pratica a pesca e atividades recreativas. Suas águas ainda são utilizadas para dessedentação animal e muitos poços são perfurados nas proximidades do rio para uso para higienização e dessedentação humana.

Embora seja prejudicada, devido à falta de conhecimento sobre estes processos, a população da bacia, assim como a maioria da população brasileira, ainda não é capaz de conectar a ocorrência de algumas catástrofes, como a ocorrência de deslizamentos à ocupação de solo inadequada, atribuindo-as muitas vezes somente aos eventos críticos naturais inevitáveis e continua a ocupar áreas de risco retirando o que resta de vegetação.

Assim, este trabalho vem apresentar, através de análises da concentração de coliformes totais e *E. coli* medidos em período seco e chuvoso, assim como as variações de perfil de rio decorrentes de assoreamento, resultado das diferentes formas de uso e ocupação do solo, especialmente das áreas ciliares.

Matas ciliares e qualidade de água

As matas ciliares são uma das categorias de florestas legalmente protegidas. São também denominadas floresta ribeirinha, mata de galeria ou mata ripária e são comunidades vegetais, com estrutura de floresta, mas com a presença de arbustos, cipós e estrato herbáceo, de extensão longa e estreita (faixas), situadas ao longo das margens de rios e ao redor de nascentes e corpos d'água (NASCIMENTO, 2001).

Tal como os cílios protegem os olhos, as matas ciliares protegem os cursos d'água retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos transportados (ANDRADE *et al.*, 2005), atuando como barreira biogeoquímica para a entrada de espécies químicas orgânicas e inorgânicas nos rios (CORREL *et al.*, 1992), fato que confere à vegetação ripária arbórea grande importância na manutenção da qualidade da água e saúde do ecossistema aquático.

As BMPs (*Best Management Practices*), ou Melhores Práticas de Gestão de Recursos Hídricos, incluem as matas ciliares pela sua capacidade de absorção de poluentes em tecidos vegetais, adsorvido em partículas do solo, ou modificados por organismos do solo (KLAPPROTH; JOHNSON, 2009). Amplos estudos da dinâmica de nutrientes da mata ciliar indicam que a maioria dos nutrientes e sedimentos, tanto nos fluxos de águas subterrâneas como superficiais das terras cultiváveis, são removidos dentro da floresta, antes que eles cheguem ao canal de fluxo (BARTRAN; BALANCE, 1996).

Em áreas de cabeceira onde a floresta foi severamente alterada, foram observadas alterações significativas nas concentrações de potássio, cálcio, magnésio, amônio, cloreto, sulfato, nitrato e carbono orgânico dissolvido, como também alterações significativas nos parâmetros de qualidade de água como a turbidez, condutividade, pH, temperatura e oxigênio dissolvido, quando comparadas com áreas de cabeceira onde a floresta está relativamente conservada (SILVA *et al.*, 2011).

A floresta ripária reduz a formação de bancos de sedimentos e regula a temperatura da água (DUDLEY; STOLTON, 2003). Estes fatores têm influência sobre todos os parâmetros, direta ou indiretamente.

Diversos estudos comprovam o importante papel na retenção de sedimentos. Peterjohn e Correl (1984) mostraram que 90% das cargas anuais de sedimentos em suspensão foram retidas na área de mata ciliar. De acordo com os mesmos autores, também citados por Klapporth e Johnson (2009), efeitos semelhantes de retenção de sedimentos pela mata ciliar foram observados em ocasião chuvosa na planície costeira, na Carolina do Norte e na planície costeira interna da Geórgia (LOWRANCE *et al.* 1984).

Sedimentos geralmente carregam matéria orgânica, animal ou resíduos industriais, nutrientes absorvidos e produtos químicos tóxicos (COOK, 1996). Em áreas urbanas os esgotos clandestinos jogados na rede de

drenagem também são carregados com as águas das chuvas. Sem proteção ciliar este esgoto chega junto com a água drenada sem passar por nenhum filtro de retenção ou degradação biológica.

Desta forma, embora a qualidade da água seja reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do caminhar da água no solo (PETERS; MEYBECK, 2000), incluindo o ambiente de origem, por onde circulam, percolam ou onde são armazenadas também reflete a ação antrópica que atualmente vem se tornando crescente fator de influência, de acordo com a conformação de uso e ocupação do meio físico e das atividades sócio-econômicas (REBOUÇAS *et al*, 2002).

Legislação reguladora do uso do solo

O Código Florestal Brasileiro (Federal, Lei 4.771/65 e do Estado de Alagoas, Lei 5.854/96) disciplina o uso e a ocupação do solo, incluindo as matas ciliares em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Estas áreas são consideradas protegidas em todo o território nacional, independentemente de serem públicas ou privadas, urbanas ou rurais e admitem apenas o uso indireto dos recursos naturais, sendo restritos seu consumo, coleta, dano ou destruição.

A Legislação de Proteção de APPs parte do princípio de que estas constituem área de interesse público, devido à sua importância para o equilíbrio ecológico, sendo, juntamente com outras áreas protegidas – como reserva legal e Unidades de Conservação – instrumentos de relevante interesse ambiental, que integram o desenvolvimento sustentável, de grande importância para a saúde ambiental e das presentes e futuras gerações.

As resoluções CONAMA nº 302/02 e nº 303/02 são complementares ao Código Florestal, sendo que a primeira trata de definição de área de APPs em reservatórios artificiais e a segunda trata de termos e definições relativos às APPs.

O Decreto do Estado de Alagoas 4.631/81 complementa a Lei Federal 6.766/79 no que diz respeito à ocupação de áreas litorâneas, incluindo em APPs mangues, estuários e dunas e faixa de 100 metros, contados a partir da linha de raia dos terrenos de marinha a qual passa a constituir área de uso público e comunitário.

Quadro 1 apresenta as áreas consideradas de Preservação Permanente de acordo com as leis descritas acima.

Quadro 1 - Áreas ciliares de Preservação Permanente de acordo com o Código Florestal Federal e Estadual e Resoluções CONAMA 302 e 303/02.

ao longo dos rios ou quaisquer cursos d'água, desde seu nível mais alto cuja largura mínima, em cada margem seja de		30m para os cursos d'água de menos de 10m de largura
		50m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50m de largura
		100m para os cursos d'água que tenham de 50m a 200m de largura
		200m para os cursos d'água que tenham de 200 a 600m de largura
		500m para os cursos d'água que tenham largura superior a 600m
ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água	Naturais	30m, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas
		100m, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20ha de superfície, cuja faixa marginal será de 50m
	Artificiais	30m para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e 100m para áreas rurais
		15m, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até 10ha, sem prejuízo da compensação ambiental
		15m, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20ha e superfície e localizados em área rural
nas nascentes, ainda que intermitentes e nos "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura		
nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues		
em mangues, estuários e dunas (incluído pelo Decreto do Estado de Alagoas 4.631/81)		
100 metros, contados a partir da linha de raia dos terrenos de marinha (incluído pelo Decreto do Estado de Alagoas 4.631/81)		

A Lei Federal 6.766/79 trata do uso e ocupação do solo em áreas urbanas e determina que não é permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos às inundações, em áreas de preservação ecológica e ao longo das águas correntes e dormentes, considerando áreas de mananciais como áreas de interesse especial e limitando edificações em faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais, os quais constituem os talvegues. Porém, esta lei estabelece faixas ciliares de 15 metros, em área urbana, o que vai contra ao mínimo estabelecido pelo Código Florestal. Porém, como esta lei foi criada em 1979, depois do Código Florestal (1965), é a que tem maior validade.

Legislação de Recursos Hídricos

A Lei das águas (Federal, Lei 9.433/97 e do Estado de Alagoas, Lei 5.965/97) complementa o Código Florestal no que diz respeito ao uso e ocupação do solo, partindo do preceito da bacia hidrográfica como unidade de gestão e da articulação da gestão de recursos hídricos com o uso do solo, integrados ao meio ambiente.

O Código das águas (Decreto 24.643/34) considera a preservação de APPs e sua importância como áreas de recarga de mananciais superficiais e subterrâneos visando a manutenção da capacidade de infiltração no solo, e das áreas inundáveis, restringindo os usos incompatíveis naquelas sujeitas a inundações frequentes, considerando o zoneamento como uma das principais ferramentas para determinação das formas de ocupação e uso do solo.

O Código das Águas tem como instrumento regulador de qualidade o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo seus usos preponderantes, os quais têm seu padrão de classe de qualidade determinados pela Resolução CONAMA 357/05, que define o enquadramento dos corpos d'água em classes de acordo com as metas finais de padrão de qualidade a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando à sua efetivação.

A Bacia do rio Jacarecica

A bacia hidrográfica do rio Jacarecica, com 909,38ha de área total, está localizada entre as coordenadas 35° 40' e 35° Longitude Oeste e 9° 35' e 9° 40' Latitude Sul, na região nordeste da cidade de Maceió/AL, que corresponde ao centro-meio-norte-extremo-leste da Microregião Homogênea de Maceió, incluindo-se na Zona da Mata (PDRH/ALAGOAS, 2005), como mostra o destaque na Figura 1.

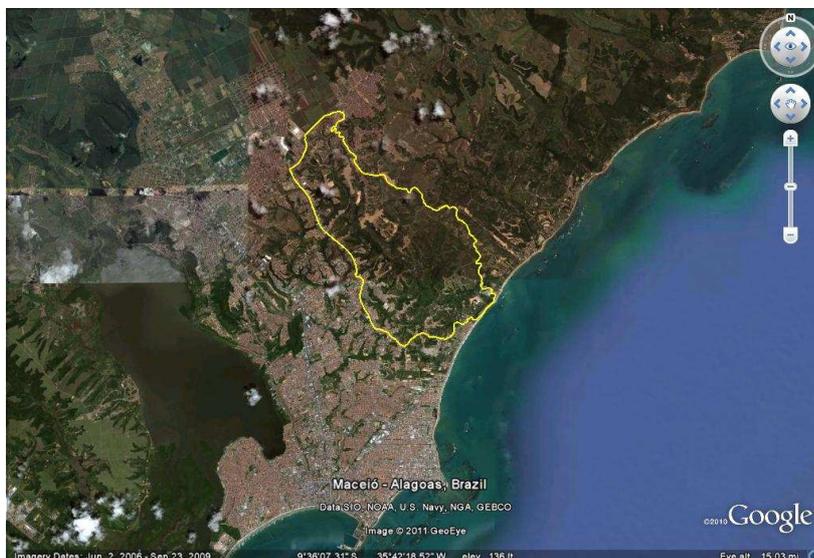


Figura 1 - Cidade de Maceió e Bacia do Rio Jacarecica. Fonte: Google Earth (2011)

Considera-se que 35,70% da área total da bacia são consideradas APPs. As matas ciliares que acompanham o rio representam 68,07% da área total das APPs, mais da metade da área total de preservação permanente, enquanto que 30,53% são áreas ciliares de nascentes. O restante – 1,31% - representa outra categoria de APPs, que são as áreas em declive com ângulo maior que 45° (ALMEIDA, 2011). Estas áreas podem ser visualizadas na figura 2.

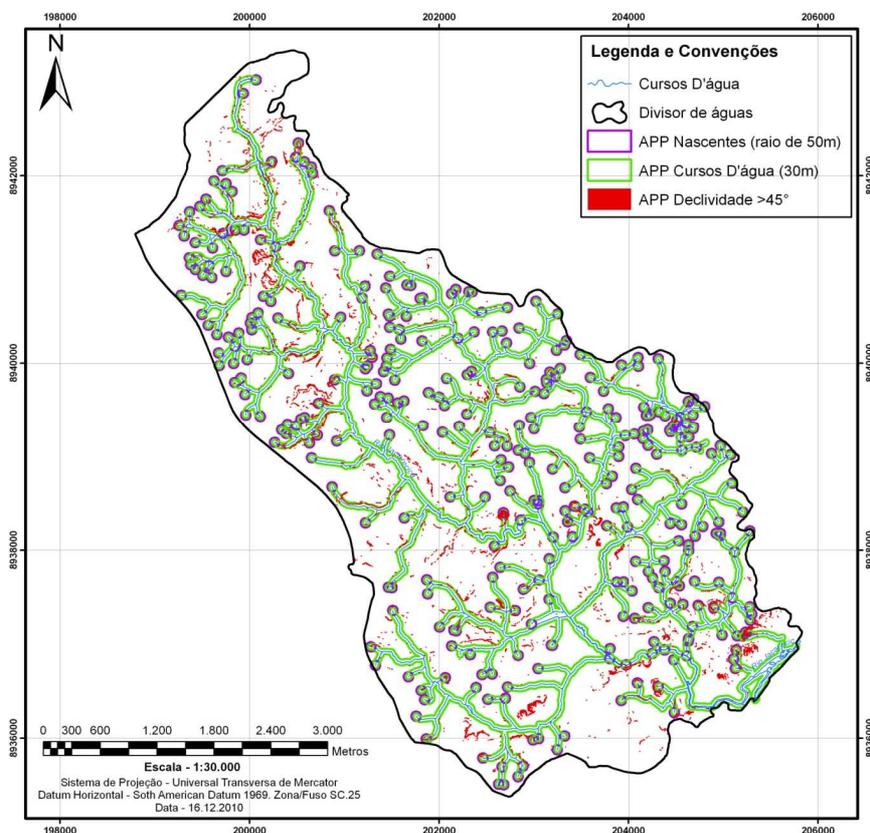


Figura 2 - APPs da Bacia do Rio Jacarecica. Fonte: ALMEIDA (2011)

Porém, embora a porcentagem de cobertura vegetal da bacia do Jacarecica seja relativamente alta, (51,93%) (Almeida, 2011), pouco resta de APPs. Ocupações desta natureza podem ser visualizadas na figura 3.

A maior parte das áreas de topo e de encosta da bacia já é área urbana consolidada ou está sendo ocupada por complexos residenciais ou edificações de outra natureza. Grande parte das matas ciliares está degradada.



Figura 3 - (a) ocupação de matas ciliares nas proximidades da foz (Fonte: PDRH Pratagy/RAA-2 (2005) e (b) ocupação em encostas (10/10/2010).

De acordo com Almeida (2011), a maior ocorrência de ocupação em APPs se dá em áreas ciliares, tendo maior contribuição a ocupação em áreas de nascentes (53%), seguida pelas margens dos cursos d'água (46%).

Estado de degradação do rio Jacarecica

Dados apresentados no Plano Diretor da Região Hidrográfica do Pratagy corroboram com a afirmativa de que, quanto maior o processo de urbanização, pior a qualidade de suas águas. No caso do Rio Jacarecica, além do desmatamento e ocupação em APPs, há também a interferência direta, por meio do lançamento de esgoto doméstico *in natura* e de resíduos líquidos e sólidos no rio, e indireta, com os mesmos lançados em canais de drenagem pluvial nas ruas. Estas são áreas ocupadas ilegalmente que “ainda” não têm estes canais de drenagem, onde ocorre o lançamento de águas de má qualidade provenientes da Bacia do Tabuleiro. LINS (2005) comprovou má qualidade da água do rio Jacarecica, ao realizar análises em vários pontos do seu leito.

Como pode ser observado na figura 4, embora a água deste rio seja de má qualidade, ainda é utilizada para dessedentação animal e recreação.

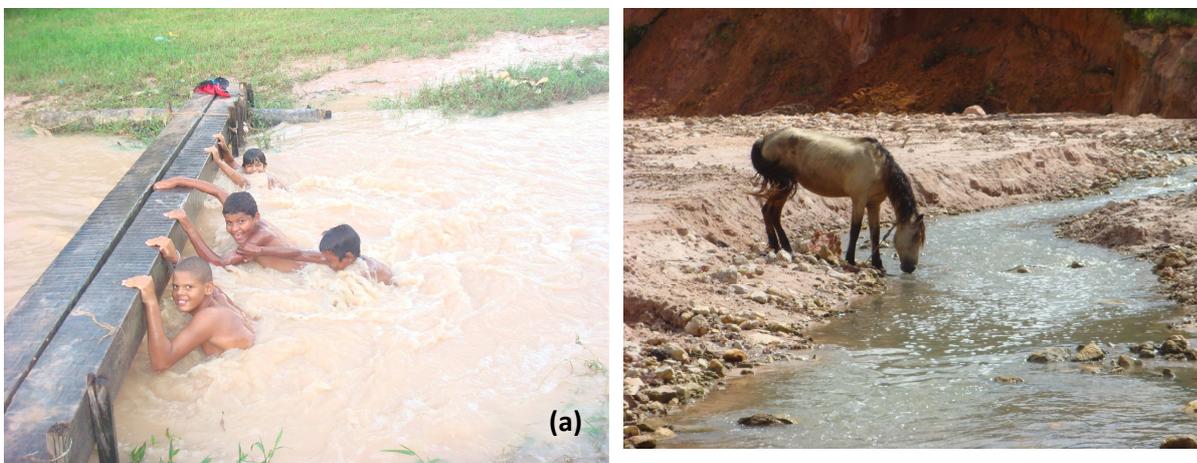


Figura 4 – (a) crianças nadando (17/06/10) e (b) animal bebendo água no rio Jacarecica (06/06/10)

O Rio Jacarecica há 20 anos foi enquadrado, pelo Decreto 3.766/78, de acordo com a Portaria MI 13/76, em rio de classe 1. Porém o Decreto 4.062/08 revogou o primeiro.

A Resolução CONAMA 357/05 determina que o enquadramento dos rios deve estar baseado não necessariamente em seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, de modo a assegurar seus usos preponderantes, atuais e futuros, determinando reduções de custo em combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes. Porém, com a Revogação do Decreto 3.766/78, ocorreu o processo inverso, ou a adequação da Lei à qualidade do rio.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, rios sem enquadramento devem obedecer aos padrões de qualidade de água classe 2 sendo, após a revogação do Decreto 3.766/78, o caso do Rio Jacarecica.

METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar a influência da mata ciliar sobre a qualidade de água foram realizadas análises de coliformes totais e *E. coli*, em período seco e chuvoso e foi medida a batimetria de seções de rio com mata ciliar íntegra e degradada, com o objetivo de observar possíveis variações no perfil da seção devidos à sedimentação e assoreamento.

Amostragem

A amostragem foi realizada de acordo com as recomendações de Agudo *et. al.* (1987), no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da CETESB, a qual leva em consideração as distribuições temporal e espacial, possibilitando maior representatividade da população amostrada.

Distribuição Temporal

A programação de amostragens foi feita de forma a distribuí-las em períodos aproximados de quinze dias, de maio a outubro/2010. Esta distribuição considerou os seguintes fatores:

- a) variações sazonais: 6 amostragens no período seco (maio a agosto: 28/05/10 a 18/08/10); 5 amostragens no período chuvoso (setembro a novembro: 02/09/10 a 26/10/10)
- b) ao longo do dia – considerando as alterações cíclicas: 1 amostragem às 6h, quando a temperatura é mais baixa; 1 amostragem às 14h, quando a temperatura é mais alta.

Distribuição Espacial

Foram alocados 4 pontos de coleta distribuídos ao longo do eixo longitudinal de deslocamento do rio, sendo 2 distribuídos em áreas com solo exposto e 2 em áreas com faixa de vegetação preservada, como pode ser observado na Figura 5.

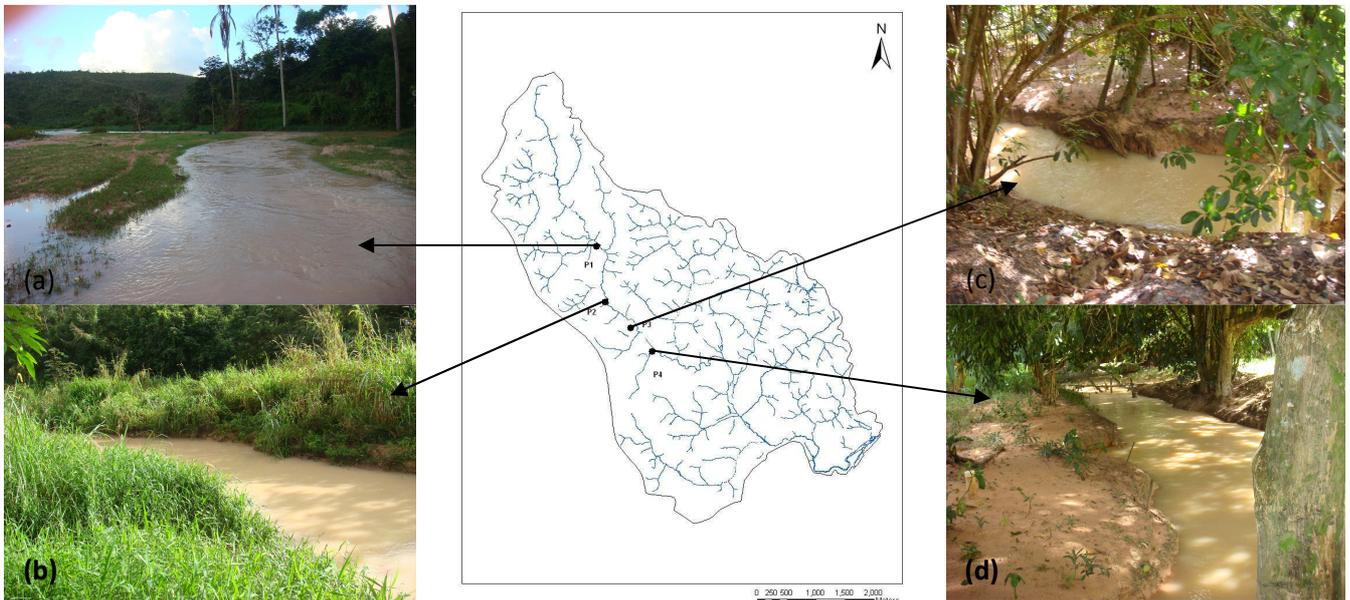


Figura 5 - Pontos de coleta: (a) P1e (b) P2 (Figura 5 b) áreas com maior degradação da mata ciliar; P3 (c) e P4 (d), áreas com maior integridade da mata ciliar.

As distâncias de um ponto a outro estão determinadas na Figura 6: devido ao fato de a área à jusante estar sujeita a maior aporte de sedimentos, nutrientes e/ou contaminantes, para evitar o efeito adverso aditivo, a área com maior degradação da mata ciliar (P1 e P2) foi alocada à montante daquela com área com maior integridade da mata ciliar.

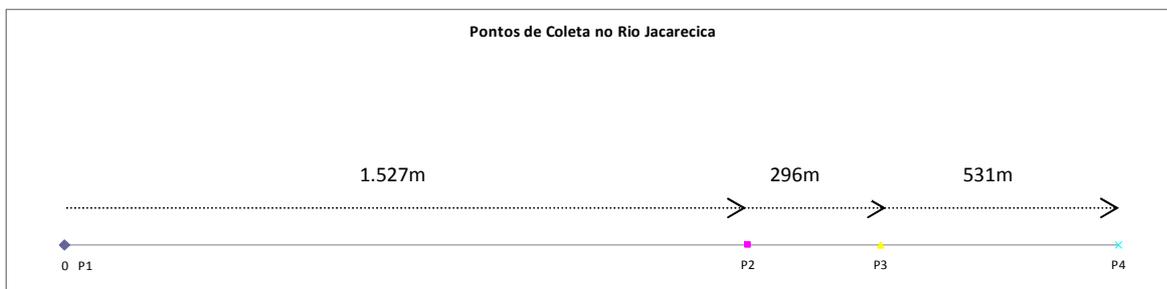


Figura 6 - Distâncias entre pontos de coleta, estando P1 e P2 localizados em área ciliar de solo exposto e P3 e P4 em área ciliar de solo protegido

Alguns pontos de lançamento de esgoto podem ser localizados, mas a maioria constitui fontes difusas, incluindo o lançamento de esgoto nas redes de drenagem. Porém, é possível afirmar que a maioria dos pontos de lançamento estão à montante dos pontos analisados, sendo esta área a mais antropizada, com maior ocupação em áreas ciliares e lançamento de esgoto *in natura*.

Qualidade da água

Para o estudo de qualidade da água foram realizadas análises conforme os métodos padrões descritos no *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) (Tabela 2). As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

As figuras 7-a e 7-b mostram que P4 não teve grandes alterações em seu perfil. A profundidade máxima da seção permaneceu próxima aos 40cm, enquanto que a profundidade mínima se manteve entre 20 e 15 cm. A largura variou entre 2,5 e 3m, em função do aumento da precipitação e vazão.

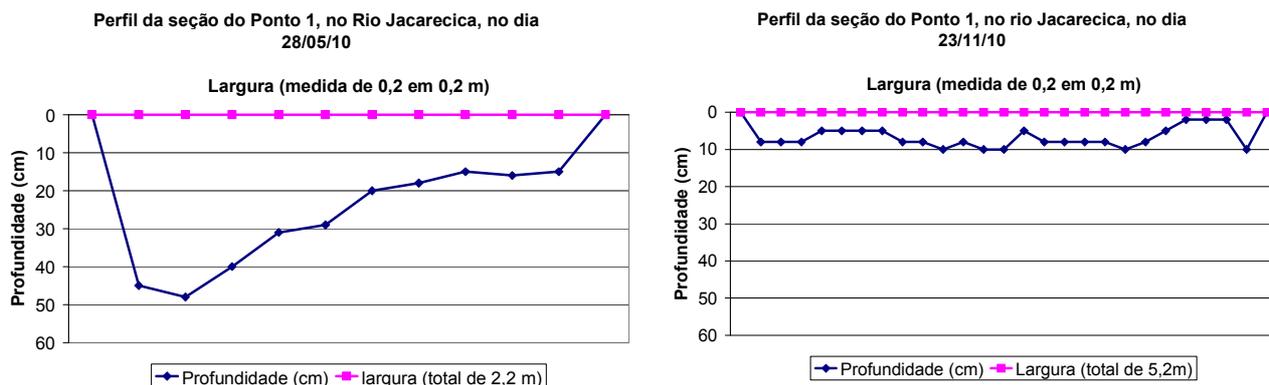


Figura 8 – (a) Perfil do rio Jacarecica em P1 ao início do período de coletas (28/05/10), com cerca de 50cm de profundidade e 2,20 metros de largura, aproximadamente e (b) ao final do período de coletas (23/11/10), com 15cm de profundidade e 5,4 metros de comprimento.

Como pode ser observado na figura 8-a, ao início da coleta, P1 chegava a apresentar profundidade de 50 cm e comprimento de 2,5m, aproximadamente, enquanto que ao final do período de coletas este nível foi reduzido ao máximo de 15cm, sendo que em alguns pontos este nível chegou próximo aos 2 cm e o comprimento chegou a 5m (figura 8-b). Estas alterações ocorreram devido à assoreamento do rio neste trecho, o qual pode ter ocorrido tão intensamente devido à total ausência de mata ciliar, permitindo a entrada direta de todo o sedimento carregado.

Coliformes totais e *E. coli*

A figura 9 mostra que nenhum dos dados analisados estiveram dentro dos padrões mínimos exigidos pela CONAMA 357/05 para corpos d'água classe 2, que é de 2000 NMP/100mL de concentração de *E. coli*. Os valores de coliformes totais e *E. coli* foram mais elevados em P1, em 63,6% das ocasiões de medição. Comparando-se, agora P1 e P2 com P3 e P4, observa-se que em 81,8% dos dias de amostragens, as concentrações máximas de *E. coli*, organismo indicador de contaminação exclusivamente fecal, foram verificadas nas amostras do trecho desmatado (P1 ou P2), corroborando para a importância da mata ciliar na melhoria da qualidade da água.

Os altos valores concentrados em P1 podem ser tanto devidos à maior proximidade aos pontos de lançamento quanto devidos à ausência de mata ciliar, permitindo maior entrada de efluentes lançados na rede de drenagem. Enquanto que os menores valores nos pontos à jusante (P3 e P4) podem ter ocorrido pelo efeito da autodepuração ao longo do percurso do rio, mas também pode ter ocorrido pela retenção e degradação biológica, auxiliada na presença de mata ciliar. Porém, os altos valores permanentes de coliformes, tanto totais quanto fecais em P1, indicam lançamento de esgoto *in natura* no rio.

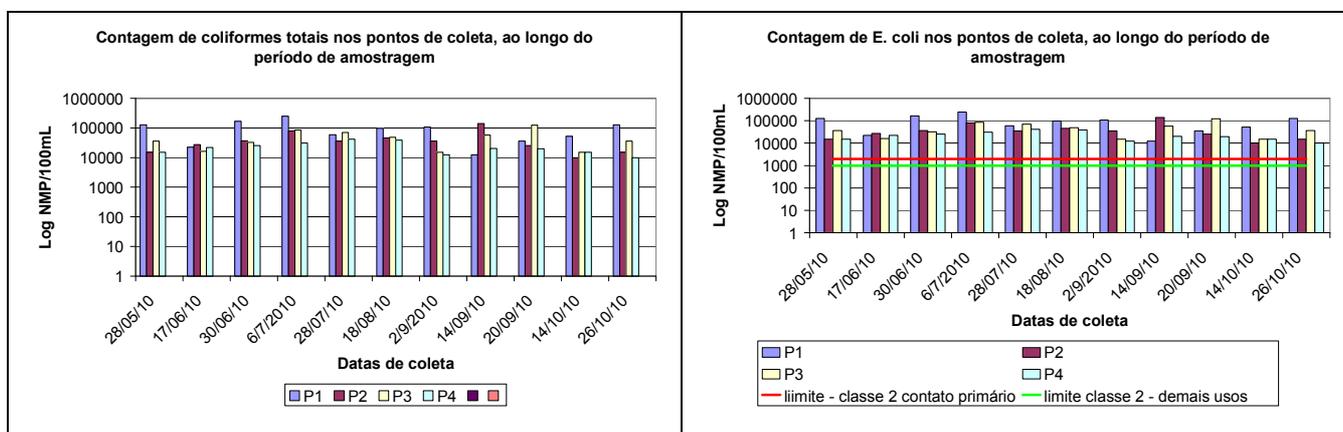


Figura 9 – Contagem de coliformes totais (a) e de *E. coli* (b) nos pontos de coleta para o período analisado

Estatísticas analisadas para Coliformes Totais e *E. coli*

As figuras 10 e 11 mostram variações semelhantes dos parâmetros biológicos analisados em relação aos parâmetros físicos para todos os pontos.

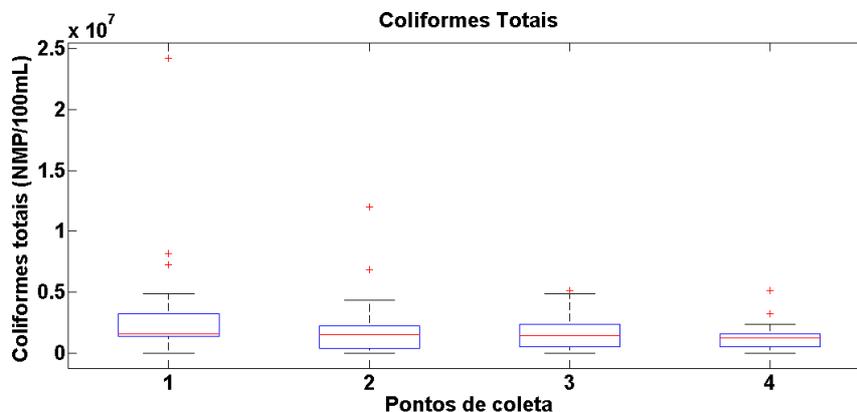


Figura 10 – Diagrama dos 5 números para médias diárias dos dados obtidos para Coliformes totais

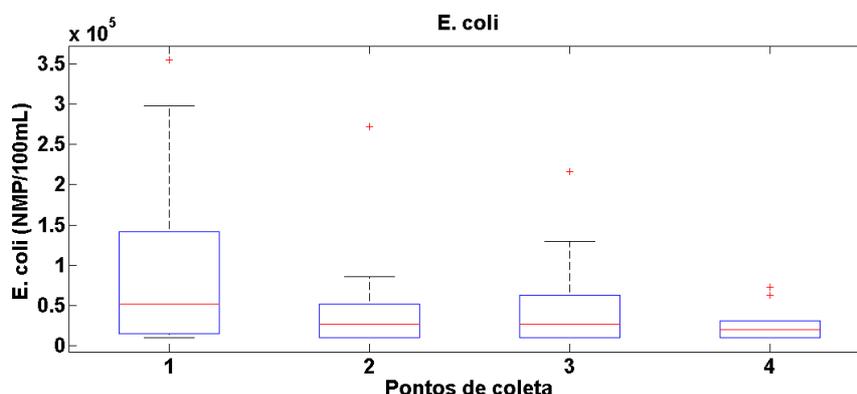


Figura 11 - Diagrama dos 5 números para médias diárias dos dados obtidos para *E. coli*

- Valores mínimos

Os valores mínimos para coliformes totais foram mais altos em P1 e P2 (20000 e 28500 NMP/100mL, respectivamente), porém para *E. coli* foram semelhantes em todos os pontos (10000 NMP/100mL).

- Primeiro quartil (Q₁)

Para coliformes totais P1 apresentou maiores valores de Q1 tanto para coliformes totais (1379000 NMP/100mL), quanto para *E. coli* (1500 NMP/100mL). Nos demais pontos foram observados os mesmos valores para *E. coli* em P2, P3 e P4 e pouca diferença relativa para coliformes totais, variando de 426000 NMP/100mL (P2) a 547500 NMP/100mL (P3).

- mediana

P1, P2 e P3 apresentaram pouca diferença relativa para a mediana dos dados de coliformes totais, variando de 1465500 (P3) a 1586500 NMP/100mL (P1 e P2). Já P4 apresentou valor bem menor em relação aos demais pontos para coliformes totais (128900 NMP/100mL). Com relação a *E. coli* a mediana em P1 foi maior (52000 NMP/mL), seguida de P2 e P3 (que não apresentaram grande diferença entre si - 27550 e 27400 NMP/100mL, respectivamente) e P4 (20000 NMP/100mL).

- Terceiro quartil (Q₃)

P1 apresentou valores bastante superiores de coliformes totais para Q3, em relação aos demais pontos (3255000 NMP/100mL). P2 e P3 tiveram pouca diferença entre si (2251000 e 2363000 NMP/100mL,

respectivamente). P4 apresentou os menores valores, 1585000 NMP/100mL. O mesmo ocorreu com os dados de *E. coli*, pois P1 apresentou valores bastante elevados (142000 NMP/100mL) em relação aos demais pontos (que variaram de 31000 a 63000 NMP/100mL).

- valores máximos

P1 apresentou os maiores valores máximos para coliformes totais (14540000 NMP/100mL), seguido de P2 (9450000 NMP/100mL). P3 e P4 tiveram valores relativamente próximos (4079500 e 4213500 NMP/100mL, respectivamente). Da mesma forma para *E. coli*, P1 apresentou valor máximo bastante elevado (248500 NMP/100mL) em relação aos demais pontos. P2 e P3 não tiveram grande diferença entre si (141000 e 123500 NMP/100mL), já P4 apresentou valores bastante reduzidos, em relação aos demais pontos (41500 NMP/100mL)

- outliers

P1 apresentou os maiores outliers (24196000 NMP/100mL), seguido de P2 (12033000 NMP/100mL). P3 e P4 não tiveram diferença, apresentaram o mesmo valor (5172000 NMP/100mL), bem menor em relação aos 2 primeiros pontos.

Para *E. coli* P1 apresentou os mais altos outliers (355000 NMP/100mL), seguido por P2 (272000mL/100mL), P3 (216000mL/100mL) e P1 (73000mL/100mL), que teve valores bastante reduzidos quando comparados aos demais pontos.

De modo geral os valores para coliformes totais e *E. coli* foram bastante elevados. Porém, assim como para os parâmetros físicos analisados, os pontos com ausência de mata ciliar (P1 e P2) apresentaram valores muito discrepantes, em relação aos demais pontos.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que a mata ciliar do trecho de rio analisado, embora esteja em estágio inicial a secundário de regeneração, está desempenhando importante papel na retenção de sedimentos. As evidências apontam para a representatividade na redução da quantidade de sólidos sedimentáveis, especialmente em período chuvoso, na presença de mata ciliar. Após analisar pequena alteração do perfil do rio em P4 e grande alteração no perfil do rio em P1, devido ao grande aporte de sedimentos, deixando-o quase que totalmente assoreado após o período chuvoso, é possível inferir que a mata ciliar pode ter tido grande contribuição na retenção de sedimentos em P4.

Os altos valores de coliformes totais e, principalmente *E. coli* na bacia do rio Jacarecica confirmam a má qualidade de suas águas.

Não é possível afirmar que a redução das concentrações de coliformes totais e *E. coli* dos pontos com ausência de mata ciliar (P1 e P2) aos pontos com presença de mata ciliar (P3 e P4) seja devida à presença da vegetação, já que os principais pontos de lançamento de esgoto estão à montante dos pontos coletados, podendo esta redução gradativa ocorrer devido à autodepuração do rio. Porém, a possibilidade de que esta redução tenha ocorrido por contribuição das matas ciliares não deve ser descartada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDO, E. G. *et. al.*; **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. CETESB. 150p. São Paulo, 1987.

ALAGOAS. Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais – SEMARHN e a COHIDRO – Consultoria, Estudos e Projetos S/C Ltda. **Plano Diretor da Região Hidrográfica do Pratagy. Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas. RAA-1**. 2005.

ALAGOAS. Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais – SEMARHN e a COHIDRO – Consultoria, Estudos e Projetos S/C Ltda. **Plano Diretor da Região Hidrográfica do Pratagy. Diagnóstico e Prognóstico das Demandas Hídricas. RAA-2**. 2005.

ALAGOAS (Estado). **Decreto Estadual N.º 3.766, de 30 de outubro de 1978**. Enquadra os Cursos D'água do Estado de Alagoas na Classificação Estabelecida pela Portaria n° GM-0013, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério do Interior e dá providências correlatas.

ALAGOAS (Estado). **Decreto Estadual N° 4.631, de 06 de abril de 1981.** Dispõe sobre normas referentes às condições mínimas de proteção ambiental, previstas no art. 133, § 1º, da Emenda Constitucional do Estado de Alagoas.

ALAGOAS. **Decreto Estadual 4.062/08.** Revoga o Decreto Estadual 3.766/78.

ALAGOAS (Estado). **Lei Estadual N° 5.854 de 14 de outubro de 1996.** Dispõe sobre a política florestal no Estado de Alagoas.

ALAGOAS (Estado). **Lei Estadual N° 5.965, de 10 de novembro de 1997.** Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá Outras Providências.

ALMEIDA, A. J. P. **Uso/Ocupação em Áreas de Preservação Permanente das Bacias Hidrográficas na Área Urbana de Maceió, Alagoas.** Maceió: UFAL, 2011. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia Bacharelado). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, 2011.

ANDRADE, J. de.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA, C.. **Identificação de Áreas Prioritárias para Recuperação da Mata Ciliar na UHE Salto Caxias.** Espaço Energia. Edição no. 03. Outubro, 2005.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 20th edition.** Washington. 1998.

BARTRAN, J., BALLANCE, R. **Quality Studies and Monitoring Programmes.** United Nations Environment Programme and the World Health Organization, UNEP/WHO. 1996

BRASIL. **Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. **Lei Federal N° 4.771, de 15 de Setembro de 1965.** Institui o Novo Código Florestal. In: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso: março, 2010.

BRASIL. **Lei Federal N° 6.766 de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

BRASIL. Lei Federal No. 24.643 de 1934 (Código das Águas).

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 302, de 20 de Março de 2002.** Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. In: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>>. Acesso: março, 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 303, de 20 de Março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. In: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso: março, 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA 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. In: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso: março, 2010.

COOK, M. G. **Soil and water quality.** Water Quality and waste management. North Carolina Cooperative Extension Service. AG 439-1. March 1996.

CORREL, D. L.; JORDAN, T. E. **Nutrient flux in a landscape: effects of coastal land use and terrestrial community mosaic on nutrient transport to coastal waters.** Estuaries. Vol. 15, No. 04, p. 431-442. Dezembro, 1992.

DONADIO N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; de PAULA, R. O. **Qualidade da Água de Nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico. São Paulo. Brasil.** Eng. Agrícola. Jaboticabal v. 25, n. 1, p. 115-125, jan.-abr. Jaboticabal, 2005.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. **Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water.** A research report for the World Bank / WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use. August, 2003.

KLAPPROTH, J. C.; JOHNSON, J. E. **Understanding the science behind riparian forest buffers.** Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech Invent the Future, Virginia State University. 2009.

LINS, R. C. **Simulação Quali-quantitativa da Bacia do Rio Jacarecica.** Monografia (graduação). Centro de Tecnologia – CTEC Universidade Federal de Alagoas – UFAL. 59 p. Maceió, 2005.

NASCIMENTO, C. E. de S. **A importância das matas ciliares do rio São Francisco.** Embrapa Semi-Árido. 26 p. : il.; 21 cm. (Embrapa Semi-Árido. Documentos; 179). Petrolina, PE, 2001.

PETERJOHN, W. T.; CORREL, D. L. **Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest.** Ecology 65: p.1466-1475. 1984.

PETERS, N. E.; MEYBECK, M. **Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities.** International Water Resources Association (IWRA). Water International. V. 25, n.2, p.214-21, 2000.

REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Organizadores). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** – 2ª. Ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REIS, L. V. SOUZA. **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público : caso do manancial do município de Piracicaba.** Tese (doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 215 p. il.: Piracicaba, 2004.

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A.D.; MANZATTO, C.V.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L.A.; NOBRE, C.A.; AHRENS, S.; MAY, P.H.; SÁ, T.D.A. ; CUNHA M.C.; RECH FILHO, E.L. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo.** Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC. Academia Brasileira de Ciências, ABC. 124p. São Paulo, 2011.