

## Mapeamento de índice de qualidade de zonas ripárias em sub-bacias sob diferentes usos da terra no município de Cachoeiras de Macacu - RJ

Thales Vaz Penha <sup>1</sup>

Federico Werner <sup>2</sup>

Rachel Bardy Prado <sup>3</sup>

Santiago Penedo Julien <sup>4</sup>

Laura Yáñez Espinosa <sup>5</sup>

Lars Ribbe <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Geografia (UFF) - Bolsista PIBIC/CNPq - Embrapa Solos  
Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/nº - Caixa Postal 24210-346 - Niterói - RJ, Brasil  
tvpenna@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestrando do Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
pela Universidade Autônoma de São Luis Potosí - Alvaro Obregón # 64, zona centro,  
78000 - Caixa Postal +52 444 826 1335 - San Luis Potosí - México  
fedewerner@gmail.com

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Solos - CNPS  
Rua Jardim Botânico, 1024 – Caixa Postal 22460-000 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil  
rachel@cnps.embrapa.br

<sup>4</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação da Universidade Friedrich-Schiller Jena e  
do Instituto de Tecnologia e Gerenciamento de Recursos Naturais em Trópicos e Sub-  
trópicos (ITT) da Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia - Betzdorfer Straße 2,  
50679 Köln - Caixa Postal +49 221 82750 - Colônia - Alemanha  
santiago.penedo@fh-koeln.de

<sup>5</sup> Professora do Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
pela Universidade Autônoma de São Luis Potosí - Alvaro Obregón # 64, zona centro,  
78000 – Caixa Postal +52 444 826 1335 - San Luis Potosí - México  
lyaneze@uaslp.mx

<sup>6</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Tecnologia e Gerenciamento  
de Recursos Naturais em Trópicos e Sub-trópicos (ITT) da Universidade de Ciências  
Aplicadas de Colônia - Betzdorfer Straße 2, 50679 Köln - Caixa Postal +49 221 82750 -  
Colônia - Alemanha  
lars.ribbe@fh-koeln.de

**Resumo.** As áreas ripárias são constituídas pela interação dos ambientes terrestres e aquáticos em bacias hidrográficas. O tipo de uso da terra nestas regiões e a falta de conservação dos recursos hídricos têm influenciado na qualidade das mesmas. O presente trabalho propôs mapear o resultado da avaliação da qualidade de zonas ripárias a partir da aplicação do índice SVAP, em três sub-bacias localizadas no município de Cachoeiras de Macacu no Estado do Rio de Janeiro. Os dados georreferenciados foram adquiridos em campo a partir de avaliações visuais em diferentes trechos de rio de montante para jusante. A partir de dados cartográficos como drenagem, limites das sub-bacias e mapa de uso e cobertura da terra, foi gerado um *buffer* no ARCGIS 10 da ESRI, utilizando-se o *Spatial Analyst*, gerando-se os trechos, que foram classificados conforme resultado da aplicação do SVAP em Excelente, Bom, Regular ou Pobre,

gerando-se os mapas de qualidade de zona ripária para cada sub-bacia. A metodologia se mostrou prática e os resultados foram coerentes com o uso e cobertura da terra predominantes em cada trecho observado, podendo ser aplicada em outros biomas brasileiros, como é o caso do Pantanal.

**Palavras-chave:** uso e cobertura da terra, plano de manejo, índices de qualidade ambiental, SIG.

**Abstract.** The riparian areas are formed by the interaction of terrestrial and aquatic environments in watersheds. The land use and cover in these regions and the lack of conservation of water resources have influenced the quality of them. This study proposed to map the results of quality of riparian zones by using the SVAP index into three sub-basins located in the Cachoeiras de Macacu municipality in the State of Rio de Janeiro. The georeferenced data were acquired in the field from visual assessments in different stretches of river from upstream to downstream. From cartographic data such as drainage, sub-basin boundaries and land use and land cover map, was generated a buffer in ARCGIS 10 from ESRI, using the Spatial Analyst, generating the stretches, which were classified according to the result of applying SVAP index like Excellent, Good, Fair or Poor, generating maps of the quality of the riparian zone for each sub-basin. The methodology was practice and the results were consistent in relation to dominant land use and land cover in each section observed. It is possible to apply this methodology in other biomes like Pantanal.

**Key-words:** land use and land cover, management plan, environmental quality index, GIS.

## 1. Introdução

A relação da dinâmica do uso e cobertura das terras com as mudanças climáticas, qualidade e quantidade de água, dentre outros, tem sido estudada e comprovada por muitos pesquisadores e em diversas escalas: global, regional e local (Zeilhofer et al., 2006; Prado et al., 2010; Sartor et al., 2007; Noretto et al., 2011; Paiva et al., 2011).

A cobertura vegetal, em especial, merece grande atenção por ser responsável pela prestação de diversos serviços ambientais, tais como regulação do fluxo hídrico e manutenção da qualidade da água, abrigo para fauna, manutenção da qualidade dos solos, regulação do clima, estoque de carbono, dentre outros. No caso da Mata Atlântica e Pantanal, a cobertura vegetal foi drasticamente reduzida em função da exploração de ciclos agropecuários sem uma preocupação conservacionista e devido à expansão urbana, dentre outros fatores. Este bioma ocupava uma área correspondente a 1.300.000 km<sup>2</sup> do território nacional e, deste montante, restam apenas 7% de sua formação original (Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010). Por outro lado, o bioma Pantanal possui aproximadamente 83% de suas planícies em excelentes condições de conservação e abrigam populações saudáveis de espécies ameaçadas de grandes mamíferos e aves, que praticamente desapareceram em outros estados brasileiros (Conservation International, 2012). Contudo a pressão sobre este bioma está presente, principalmente pela expansão da agropecuária nas partes altas (Bacia do rio Taquari), ocasionando a degradação das terras e das águas, que por sua vez vão assoreando as planícies Galdino e Vieira (2005).

Em contraponto à expansão agrícola, há uma grande discussão em torno do Código Florestal Brasileiro (Ahrens, 2012) que prevê a manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) que, em muitos casos, foram desflorestadas, dentre elas as áreas de matas ciliares presentes em zonas ripárias. Assim, o estudo detalhado das áreas ripárias se torna essencial para o conhecimento do seu estado de degradação e dos fatores de impacto, sejam ambientais ou antrópicos. Moster (2007) salienta que a zona ripária inclui

principalmente as margens e cabeceiras de drenagem dos cursos d'água e caracteriza-se por um habitat de extrema dinâmica, diversidade e complexidade. O conjunto das interações ripárias é responsável pela manutenção da água em termos de quantidade e qualidade da água, bem como o ecossistema aquático. A vegetação ciliar, em especial, é o principal componente responsável por uma série de processos que controlam a interação entre a água corrente e o solo próximo às margens. Alguns destes processos são: a absorção de nutrientes pelas raízes; o estímulo de processos biogeoquímicos no solo, fonte de energia para organismos; o controle e estabilidade do canal e regulação das condições físicas (Coelho, 2012).

Segundo Moster (2007), um dos maiores problemas é que as zonas ripárias constantemente sofrem pressão antrópica devido aos cultivos em solos de várzeas e à expansão urbana. Portanto, avaliar a qualidade de zonas ripárias por meio de índices se apresenta como uma metodologia interessante.

Conforme mencionaram Prado e Di Lullo (2007), para identificar o nível da degradação se utiliza parâmetros que podem ser de natureza física, química e biológica. No entanto, muitos são os parâmetros utilizados, cujos resultados são de difícil interpretação por pessoas não especialistas no tema. Desta forma, é preciso compilar na forma de índice estes resultados, a fim de se obter uma única resposta que possa ser de fácil compreensão pela população afetada, bem como pelos tomadores de decisão da bacia hidrográfica.

Diferentes protocolos vêm sendo desenvolvidos para avaliar as condições de ecossistemas ribeirinhos, com foco em um determinado componente ou processo, dentro do sistema global como, por exemplo, geomorfologia do canal, mata ciliar, padrões de regime de fluxo, qualidade do habitat aquático, qualidade da água e composição da comunidade de invertebrados aquáticos. Outra abordagem para a avaliação consiste em examinar um conjunto mais amplo de variáveis que abrangem todo o ecossistema aquático e terrestre. Cada variável serve, então, como um indicador para um ou mais componentes importantes ou processos (Stacey et al., 2006).

Os métodos tradicionais para análise de zonas ripárias, baseados em amostragem da vegetação e aplicação de métricas, vêm sendo substituídos parcialmente por métodos de avaliação rápida *in situ* (RAMS), uma ferramenta para o nível básico de avaliação (Bjorkland et al., 2001). Ao focar em medidas simples mas precisas, que evitam o uso de equipamentos especializados, estes protocolos podem ser aplicados em um tempo relativamente curto e abrangendo uma área ampla, sendo essenciais para projetos e programas de pesquisa que abrangem grandes áreas.

As principais vantagens de RAMS observado por Barbour et al., (2012) são: (1) oferecem uma boa relação custo-benefício, sendo cientificamente aceitos; (2) possibilitam investigação de muitos pontos em uma campanha de campo; (3) permitem obtenção de resposta rápida para suporte a decisões imediatas de gestão; (4) permitem uma fácil tradução de relatórios científicos para os tomadores de decisão e para o público; e (5) os seus procedimentos não impactam o ambiente, não havendo necessidade de amostragens, apenas observação.

Estes protocolos são aplicados por meio de um formulário, a ser preenchido em campo e os resultados são apresentados de forma numérica por classes e cores na forma de tabelas ou gráficos. Especificamente, o Índice de Qualidade de Zonas Ripárias, aplicado neste estudo, denominado *Stream Visual Assessment Protocol* (SVAP) foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação dos Recursos Naturais do Departamento de Agricultura da Universidade da Geórgia (EUA) para ser utilizado por produtores rurais, no intuito de incentivá-los a conhecer melhor o comportamento das zonas ripárias, assim como para

utilizar práticas agrícolas mais conservacionistas no manejo da terra. O SVAP Mede um máximo de 15 elementos e baseia-se na observação das características físicas e biológicas dos ambientes ribeirinhos (Bjorkland et al., 2001).

No intuito de agregar informações à análise das zonas ripárias e melhorar a apresentação dos resultados aos tomadores de decisão, é possível fazer uso de geotecnologias tais como o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e sensoriamento remoto, que permitem tanto o cálculo preciso da área das zonas ripárias, da cobertura vegetal presente nestas áreas e outros usos da terra, bem como o mapeamento dos resultados do SVAP, como foi realizado no presente estudo.

## 2. Objetivo

O objetivo deste estudo foi mapear os resultados da aplicação do Índice SVAP na avaliação da qualidade das zonas ripárias em três sub-bacias da bacia Guapi-Macacu, sob diferentes intensidades de uso e cobertura da terra, no Estado do Rio de Janeiro.

## 3. Material e Métodos

A bacia Guapi-Macacu, composta pelos rios Guapiaçu e Macacu, localiza-se nos municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, à leste da bacia da baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, possuindo aproximadamente 1.265,5 km<sup>2</sup>. Segundo Pedreira et al. (2009), a bacia Guapi-Macacu é responsável pelo abastecimento de água para aproximadamente 2 milhões de pessoas. O fato dessa bacia apresentar menor densidade demográfica e áreas de mata ainda preservadas, muitas das quais localizadas em unidades de conservação, faz com que a água proveniente dela seja de melhor qualidade, em relação à água das bacias da região Oeste da Baía de Guanabara. No entanto, a remoção de grande parte da cobertura vegetal original associada ao uso inadequado das terras, tem acentuado processos erosivos e de assoreamento dos rios. A destruição das matas ciliares, a expansão urbana sem planejamento, a falta de tratamento de esgotos sanitários e a instalação de atividades industriais, sem a devida fiscalização vêm ocasionando a degradação da qualidade da água e, aparentemente, também uma redução da capacidade de armazenamento de água dessas bacias hidrográficas.

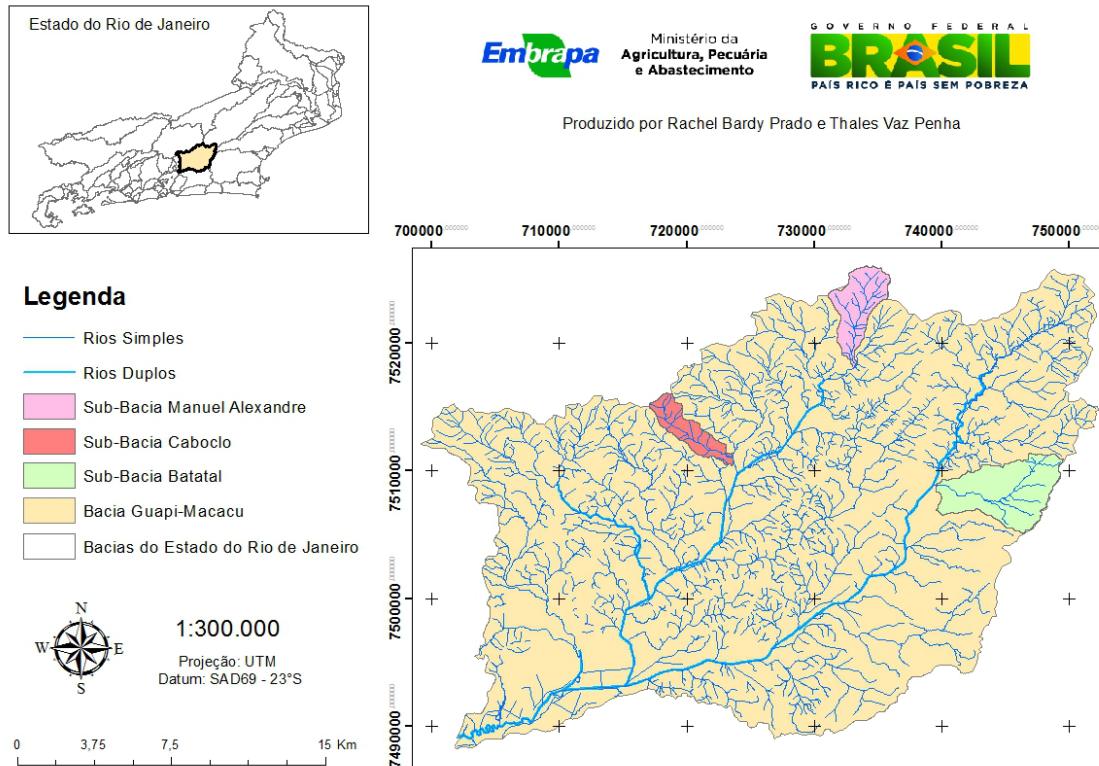
A bacia Guapi-Macacu possui também uma unidade de conservação denominada Área de Preservação Ambiental (APA), às margens do rio Macacu, cujo Plano de Manejo foi elaborado determinando como área a ser manejada uma faixa de 50 metros, em ambos os lados, a partir do curso do rio e seus afluentes, mesmo que pela largura deste rio, o Código Florestal estabeleça como APP apenas 30 metros. Este plano (Plano de Manejo Macacu, 2009) apresenta diversas medidas a serem tomadas para a melhor conservação das zonas ripárias do rio Macacu e apresenta também resultados da aplicação de um índice de qualidade de zonas ripárias para o mesmo, podendo ser comparado e complementado com os resultados do presente estudo que, por sua vez, aplica o SVAP para rios menores

A localização da bacia Guapi-Macacu bem como das sub-bacias Batatal (36,99 km<sup>2</sup>), Caboclo (12,49 km<sup>2</sup>) e Manuel Alexandre (18,44 km<sup>2</sup>) encontra-se ilustrada na **Figura 1**. As sub-bacias estudadas apresentam diferentes intensidades de agropecuária. Manuel Alexandre apresenta maior percentual de matas, com agropecuária pouco expressiva. Batatal apresenta um mosaico de usos agropecuários, principalmente na parte menos elevada, com destaque para a banana (perene), seguida por culturas anuais (aipim, milho,

feijão) e por pastagem. Por fim, a microbacia de Caboclo se destaca pelas atividades agrícolas anuais (milho, aipim, feijão), apresentando em menor escala frutíferas.

A avaliação dos 15 parâmetros que compõe o SVAP (condição do canal, estabilidade das margens, alteração hidrológica, tamanho estimado da zona ripária, integridade estrutural da vegetação ripária, aparência da água, crescimento de algas, presença de estrume, dejetos humanos, barreiras para o movimento dos peixes, disponibilidade de habitat físico para os peixes, presença de remanso/empocamento, presença de insetos e invertebrados, cobertura do dossel sobre o corpo d'água e granulometria nas corredeiras do rio) foi realizada nas três sub-bacias nos meses de março e abril de 2012, percorrendo-se a zona ripária de cada sub-bacia, preenchendo-se o formulário do SVAP, registrando-se os pontos de observação com o *Global Positioning System* (GPS) e fotografando-os.

Os pontos de observação foram selecionados de forma a representarem a parte a montante (pontos vermelhos nos mapas das **Figuras 2, 3 e 4**) e a jusante (pontos amarelos nos mapas das **Figuras 2, 3 e 4**) de cada trecho visitado em campo. Os trechos foram selecionados em função de se obter uma maior representação dos diferentes níveis de degradação da zona ripária, em função do tipo de uso e cobertura da terra predominante, já que não foi possível percorrer de forma contínua toda a extensão da zona ripária, devido à dificuldade de acesso. Posteriormente, os resultados foram organizados em planilhas permitindo o cálculo do SVAP. Neste método, cada parâmetro recebe uma pontuação numérica que, a partir de uma ponderação, irá compor uma pontuação global para cada trecho de rio observado. Uma descrição qualitativa também é realizada para cada trecho. Posteriormente, a pontuação obtida no trecho é classificada como: Excelente, Boa, Regular ou Pobre (Bjorkland et al., 2001).

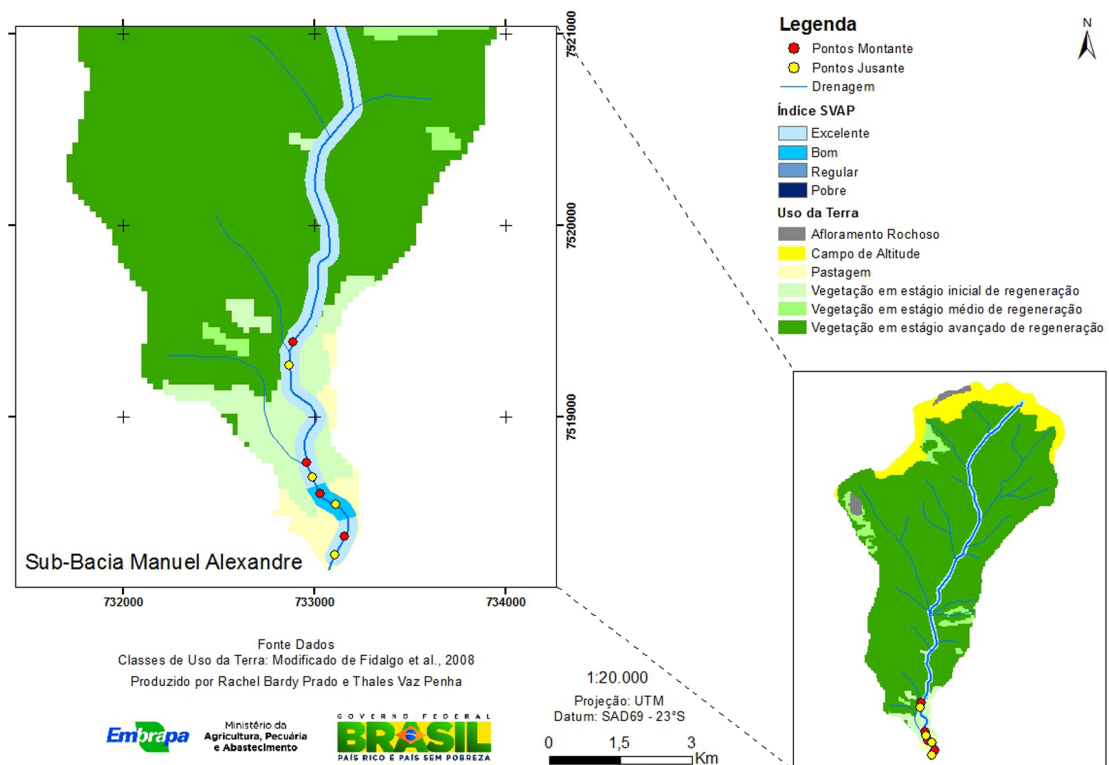


**Figura 1.** Localização das sub-bacias estudadas da bacia Guapi-Macacu – RJ.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do SVAP, foram espacializados utilizando-se o software ArcGIS 10 da ESRI. A projeção utilizada foi UTM/SAD69, fuso 23º Sul. Foram também utilizados dados cartográficos referentes à drenagem do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e uso e cobertura da terra obtido por Fidalgo et al. (2008), na escala 1:50.000. O limite da bacia Guapi-Macacu foi obtido da Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores públicos do Estado do Rio de Janeiro (CEPERJ) a partir do *shapefile* das bacias do Estado do Rio de Janeiro.

Os limites das sub-bacias foram gerados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido e avaliado por Fidalgo et al.(2009) para a bacia Guapi-Macacu, com resolução de 30 metros e também com o traçado de drenagem já mencionado. O MDE foi importado para a ferramenta SWAT (SWAT, 2005) utilizando o software ArcView 3.2 da ESRI. No SWAT, há um pré-processamento sobre o MDE por meio de uma avaliação condicional em cada célula da imagem *raster* do MDE de direção e acumulação de fluxo em conjunto com um traçado de drenagem pré-existente (*shapefile* de drenagem, em geometria de linhas), com um valor *threshold* escolhido pelo usuário, o qual corresponde ao valor mínimo da área de contribuição, que no caso foi de 127 ha.

Os pontos marcados ao longo da zona ripária, georreferenciados em trabalho de campo, foram importados para o ArcGIS 10 da ESRI, obtendo-se um *shapefile* com os mesmos pontos vermelhos e amarelos dos mapas (**Figuras 2, 3 e 4**). Ainda utilizando este software, a partir da drenagem principal dos rios Batatal, Caboclo e Manuel Alexandre, e utilizando-se o módulo *Spatial Analyst* foi gerado um *buffer* de 50 metros para cada lado dos rios.



**Figura 2.** Mapeamento dos resultados da aplicação do SVAP para a sub-bacia Manuel Alexandre.

O passo seguinte foi dividir as zonas ripárias (obtidas por meio da geração do *buffer*) em trechos contínuos, visto que os trechos observados em campo não possuíam continuidade conforme já explicado. Sendo assim, utilizou-se a equidistância entre o ponto de jusante de um trecho observado e de montante do trecho subsequente, traçando uma linha de quebra no ponto equidistante delimitando o trecho, a partir de ferramenta de edição do ArcGIS 10 da ESRI. As áreas próximas às nascentes principais dos rios estudados, como estão em altitudes elevadas, possuem predomínio de vegetação natural e são de difícil acesso. Desta forma, as zonas ripárias aí presentes foram consideradas como um único trecho sendo, portanto, observadas na parte mais a jusante do trecho, onde o acesso foi possível. Também na divisão dos trechos foi levada em conta a entrada dos rios afluentes, uma vez que a entrada do afluente poderá influenciar na qualidade do trecho de rio a jusante e não a montante.

A última etapa foi associar as informações de qualidade da zona ripária, obtidas a partir da aplicação do SVAP (Excelente, Bom, Regular e Pobre), para cada trecho obtido. Esta associação foi realizada a partir de reclassificação na tabela de atributos do *shapefile* de trechos. Para o mapeamento da Qualidade de Zona Ripária das três sub-bacias foi utilizada a cor azul em diferentes tons, sendo os mais claros associados à classe Excelente e Boa e os mais escuros às demais classes (Regular e Pobre).

Também foi realizado um cálculo de área em relação às classes de uso e cobertura da terra (Fidalgo et al., 2008) predominantes nas sub-bacias estudadas, utilizando-se ferramenta do ArcGIS 10. Os mesmos foram utilizados para fundamentar a discussão dos resultados obtidos pela aplicação do SVAP.

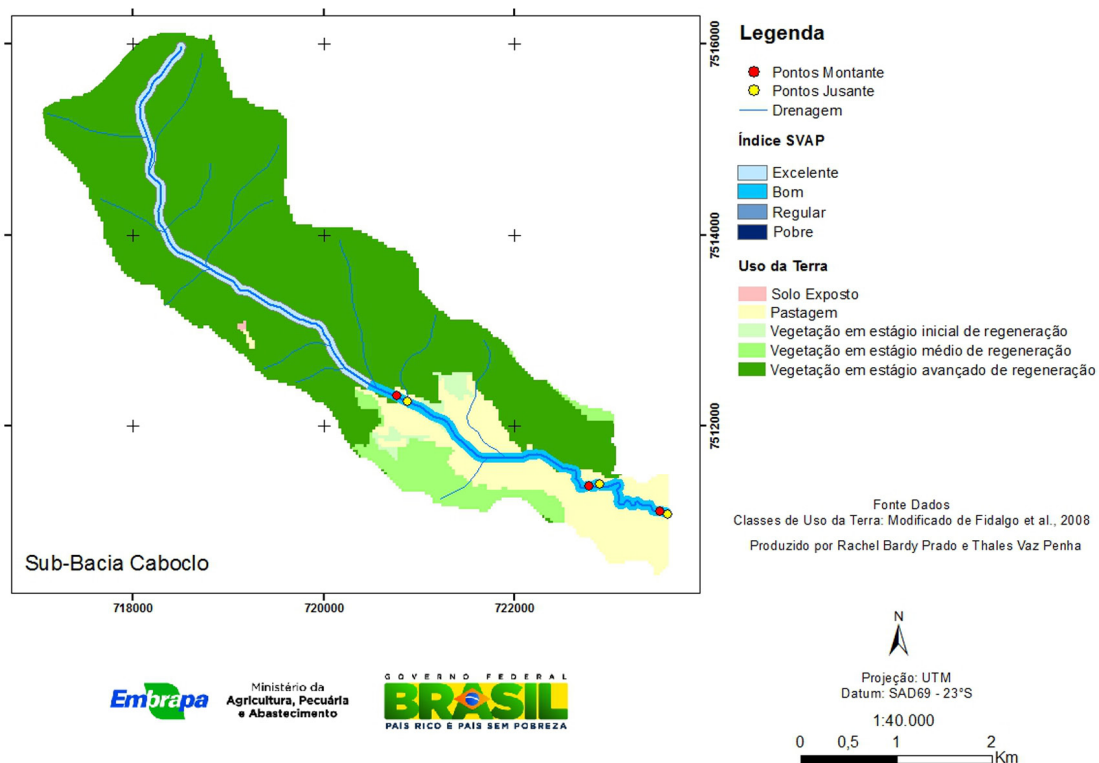
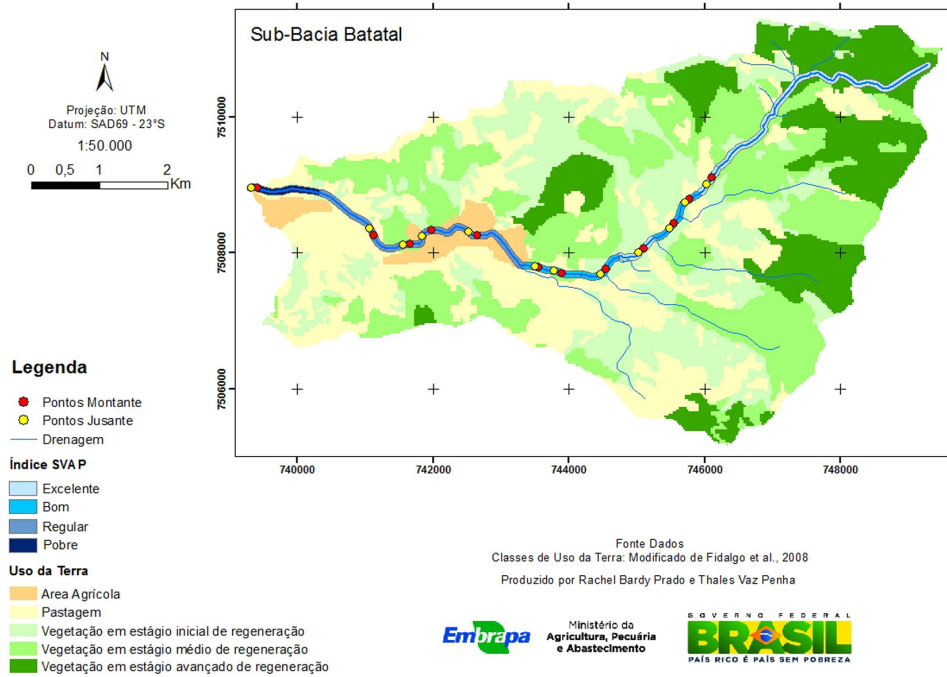


Figura 3. Mapeamento dos resultados da aplicação do SVAP para a sub-bacia Caboclo.



**Figura 4.** Mapeamento dos resultados da aplicação do SVAP para a sub-bacia Batatal.

Este método de avaliação, monitoramento e mapeamento da qualidade de zonas ripárias, a partir da aplicação de um índice, pode ser replicado às bacias hidrográficas de outros biomas, como é o caso do Pantanal, onde se possa ter acesso às mesmas para a realização de observações em campo. Uma correlação deste índice com a área da cobertura vegetal, a ser obtida por imagens de satélite de alta resolução em uma etapa futura deste estudo, poderá ser importante no monitoramento das zonas ripárias por meio de sensoriamento remoto.

#### 4. Resultados e Discussão

Em relação à qualidade das zonas ripárias a microbacia de Manuel Alexandre, localizada ao norte da bacia Guapi-Macacu, obteve os melhores índices para as zonas ripárias, predominando a qualidade de nível Excelente (**Figura 2**). Isto se deve ao fato desta sub-bacia estar situada em uma região que apresenta altitudes elevadas, com menor interferência antrópica, sendo o uso predominante vegetação em estágio avançado de regeneração (15,38 km<sup>2</sup>), com presença também de campos de altitude (1,79 km<sup>2</sup>), aliados à restrita área de pastagem (0,14 km<sup>2</sup>), conforme a **Tabela 1**. Destaca-se que nesta sub-bacia há uma propriedade particular que ocupa grande percentual de sua área, com atividades que visam à preservação da vegetação, sendo denominada de REGUA. Encontram-se as principais nascentes do rio Guapiaçu e as águas são cristalinas.

A sub-bacia Caboclo também obteve resultados satisfatórios em relação ao SVAP. A parte a montante do rio principal onde predomina a vegetação em estado avançado de regeneração (9,59 km<sup>2</sup>) mais uma vez apresentou o índice de qualidade Excelente. Ao passar para a área com predomínio de pastagem (1,96 km<sup>2</sup>) o SVAP teve sua qualidade reduzida para Bom até o exutório da sub-bacia (**Figura 3 e Tabela 1**). No entanto, merece



**Tabela 1.** Área das classes de uso e cobertura da terra predominantes nas três sub-bacias estudadas.

Classes	Área (ha)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>Batatal</b>			
Área Agrícola	130,00	1,3000	3,51%
Pastagem	1040,00	10,4000	28,12%
Vegetação em estágio avançado de regeneração	659,90	6,5990	17,84%
Vegetação em estágio inicial de regeneração	850,10	8,5010	22,98%
Vegetação em estágio médio de regeneração	1019,00	10,1900	27,55%
<b>Total</b>	<b>3699,00</b>	<b>36,9900</b>	<b>100%</b>
<b>Caboclo</b>			
Pastagem	196,30	1,9630	15,71%
Solo Exposto	0,72	0,0072	4,61%
Vegetação em estágio avançado de regeneração	959,70	9,5970	76,81%
Vegetação em estágio inicial de regeneração	17,74	0,1774	1,42%
Vegetação em estágio médio de regeneração	74,94	0,7494	6,00%
<b>Total</b>	<b>1249,40</b>	<b>12,4940</b>	<b>100%</b>
<b>Manuel Alexandre</b>			
Afloramento Rochoso	18,75	0,1875	1,02%
Campo de Altitude	179,80	1,7980	9,75%
Pastagem	15,00	0,1500	0,81%
Vegetação em estágio avançado de regeneração	1538,00	15,3800	83,36%
Vegetação em estágio inicial de regeneração	40,03	0,4003	1,17%
Vegetação em estágio médio de regeneração	53,36	0,5336	2,89%
<b>Total</b>	<b>1844,94</b>	<b>18,4494</b>	<b>100%</b>
<b>Bacia Guapi-Macacu</b>			
<b>Total</b>	<b>126543,00</b>	<b>1265,4300</b>	<b>100%</b>
Batatal	3699,00	36,9900	2,92%
Caboclo	1249,40	12,4900	0,99%
Manuel Alexandre	1844,94	18,4400	1,46%

destacar que esta é uma sub-bacia que, apesar de possuir predomínio de áreas vegetadas a montante fazendo parte inclusive do Parque Estadual de Três Picos, a região de baixada é bastante ocupada com agricultura, conforme já mencionado, apesar de não apresentar a classe Área agrícola, não mapeada devido à limitação de escala obtida pelo satélite Landsat utilizado no mapeamento de uso e cobertura da terra (1:50.000). As atividades agrícolas sem um manejo conservacionista podem ocasionar impactos na qualidade da água, em termos de entrada de nutrientes e sedimentos, no entanto avaliar a qualidade da água não foi o escopo deste estudo.

Por fim, a sub-bacia Batatal foi a que apresentou maior oscilação e piores resultados do SVAP, ao longo do seu rio principal. Esta variabilidade pode ser explicada pelos diferentes usos da terra nesta sub-bacia que variam desde a classe predominante de vegetação em estado de regeneração médio (10,19 km<sup>2</sup>), principalmente, a montante do rio próximo às nascentes, até o seu uso para pastagem (1,96 km<sup>2</sup>) e áreas com produção agrícola (1,30 km<sup>2</sup>) a jusante do rio principal, na baixada (**Figura 4 e Tabela 1**). Como consequência disto, a qualidade das zonas ripárias com influência antrópica intensa, como áreas agrícolas e pastagem, segundo o índice aplicado apresentaram-se como Regular nos trechos da porção média da bacia e Pobre no trecho próximo ao exutório da sub-bacia.

Destaca-se ainda que a sub-bacia Batatal é a que apresenta o maior contingente populacional, não sendo a área urbana mapeada também devido às limitações de escala obtida pelo satélite Landsat utilizado no mapeamento de uso e cobertura da terra (1:50.000). O esgoto doméstico não passa por tratamento prévio e é lançado no rio, comprometendo certamente a qualidade da água.

## 5. Conclusões

O índice de qualidade das zonas ripárias aplicado (SVAP) se mostrou de fácil aplicação em campo e os resultados foram coerentes com o tipo de uso e cobertura da terra predominantes em cada trecho das sub-bacias estudadas. Áreas com predomínio de vegetação em estado de regeneração avançado apresentaram SVAP Excelente. Por outro lado, nos trechos associados a áreas de pastagem e agricultura o índice tende a reduzir, para qualidade Boa e Regular. No entanto, o contingente populacional associado à urbanização foram decisivos na qualidade da zona ripária, o que foi comprovado pelo trecho do exutório da sub-bacia Batatal que apresentou qualidade Pobre. Houve também uma nítida tendência de redução da qualidade dos trechos de montante para jusante em todas as sub-bacias, respondendo ao impacto das ações antrópicas. O mapeamento dos resultados permite melhor visualização do estado de degradação, podendo subsidiar ações de planejamento ambiental pelas comunidades ribeirinhas e órgãos competentes. A próxima etapa do estudo será estabelecer uma correlação entre estes resultados e as classes de uso e cobertura obtidas pelo processamento de imagens de alta resolução. Estabelecendo-se esta correlação é possível monitorar o estado de degradação das zonas ripárias por sensoriamento remoto, sem a necessidade de realização de trabalhos de campos contínuos em áreas de difícil acesso, e assim, reduzindo o tempo e os custos dos estudos nestas áreas. Esta metodologia poderá ser aplicada em estudos de zonas ripárias de outros biomas brasileiros como é o caso do Pantanal.

## 6. Agradecimentos

Ao Sr. Pablo Juan de Azevedo Ferraz, funcionário da Prefeitura de Cachoeiras de Macacu, pelo apoio nos trabalhos relativos à aplicação do SVAP, realizados nas sub-bacias estudadas.

## 7. Referências

Ahrens, S. O "Novo" Código Florestal Brasileiro. Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/o\\_%26quot%3Bnovo%26quot%3B\\_codigo\\_florestal\\_brasileiro.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/o_%26quot%3Bnovo%26quot%3B_codigo_florestal_brasileiro.html). Acesso em: 14 jun. 2012.

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., Stribling, J. B. (1999). **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish** - Second Edition. (U. S. E. P. A. Epa, Ed.). Environmental Protection. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water. Disponível em: <http://water.epa.gov/scitech/monitoring/rsl/bioassessment/index.cfm>. Acesso em 14 jun. 2012.

Bjorkland, R.; Pringle, C. M.; Newton, B. A Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) for riparian landowners. **Environmental Monitoring and Assessment**. Springer Netherlands, v. 68, n. 2, p. 99-125, may 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1010743124570>>. Acesso em: 1 ago. 2012.

Coelho, L. S. **A importância da Mata Ciliar**. Disponível em: <http://www.licenciamentoambiental.eng.br/a-importancia-da-mata-ciliar>. Acesso em dia jun. 2012.

Conservation International (CI). **Pantanal**. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/onde/pantanal/>. Acesso em: 25 jul. 2012.

Fidalgo, E. C. C.; Pedreira, B.C.C.G.; Abreu, M.B; Moura, I.B.; Godoy, M.D.P. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. **Série Documentos 105**. Embrapa Solos, 2008.

Fidalgo, E. C. C.; Carvalho Junior, W.; Godoy, M. D. P. Análise da qualidade do modelo digital de elevação para representação da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal: SBSR, 2009. p. 3785-3791. Disponível em <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.11.15/doc/3785-3791.pdf>. Acesso em 25 jun. 2012.

Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2008-2010**. 2010. 60 p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/32012539/Atlas-de-Desmatamento-da-Mata-Atlantica-2008-2010>. Acesso em 14 jun. 2012.

Galdino, S.; Vieira, L. M. **A Bacia do Rio Taquari e seus problemas ambientais e socioeconômicos**. In: **Galdino, S.; Vieira, L. M.; Pellegrin, L. A. (Ed.). Impactos ambientais e socioeconômicos na Bacia do rio Taquari - Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 29-43, 2005.

Instituto Bioatlântica. **Plano de Manejo - APA da Bacia do Rio Macacu – Projeto entre Serras e Águas**. Instituto Bioatlântica, 2009. 20p.

Moster, C. **Avaliação hidrológica da zona ripária através da análise da água subterrânea ao longo das vertentes de uma microbacia experimental**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

Nosetto, M. D.; Jobbágy, E. G.; Brizuela, A. B.; Jackson, R. B. The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 154, n. 1, p. 2-11, 2011.

Paiva, M. H.; Penedo S.; Kuenne, A.; Prado, R. B.; Schuler, B. E. Qualidade da água e exportação de sedimentos em sub-bacias dos rios Guapi-Macacu – bioma Mata Atlântica – RJ. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2011, Uberlândia. Anais do CBCS, 2011.

Pedreira, B. C. C. G.; Fidalgo, C. C.; Prado, R. B.; Cintrão, R. P.; Benavides, Z. C. Demanda e oferta de água nas bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu em área de Mata Atlântica – RJ. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009**, Campo Grande. Anais do SBRH, 2009.

Prado, R. B.; Di Lullo, L. B. Estudos de índices de qualidade de água na bacia hidrográfica de São Domingos – RJ. Embrapa – **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 125, 2007.

Prado, R. B.; Araújo, R. S.; Poli, R.; Tavares, N. S.; Donagemma, G. K.; Schuler, A. E.; Macedo, J. R.; Gonçalves, A. O.; Justein, R.; Hissa, H. R. Avaliação da qualidade da água em relação ao uso e cobertura da terra em microbacias do Norte e Noroeste fluminenses. In: XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2010, Teresina. Anais do SBSCS, 2010.

Sartor, S. C. B.; Wachholz, F.; Pereira Filho, W., Relação das variáveis TSS e transparência da água com o uso da terra na área de decaptação das sub-bacias do Reservatório Rodolfo Costa e Silva/CORSAN – RS. In: XII Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Florianópolis: INPE, 21-26, abr. 2007. Anais... p. 3549-3551.

Stacey, P. B.; Jones, A. L.; Catlin, J. C.; Duff, D. A.; Stevens, L. E.; Gourley, C. **User's Guide for the Rapid Assessment of the Functional Condition of Stream-Riparian Ecosystems in the American Southwest**. Wild Utah Project, 2006.

Zeilhofer, P.; Lima, E. B. N. R.; Lima, G. A. R. Spatial patterns of water quality in the Cuiabá river basin, Central Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.123, p.41-62. 2006.