



AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DO USO DO SOLO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS - ES

Carolina Goulart Bezerra¹

Engenheira Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ. Especialização em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Atualmente trabalha na Agência Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo na elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo.

Rafael Rezende Novais²

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa e Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo.

Bruno Peterle Vaneli³

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre e Doutorando em Engenharia Ambiental pela mesma instituição.

Rosângela Maioli Langa⁴

Geógrafa (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade Federal do Espírito Santo. Especialização em Educação Ambiental pela Faculdade de Pedagogia de Afonso Cláudio.

Felipe Dutra Brandão⁵

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, especialização em Gestão e Educação Ambiental pela Faculdade de Tecnologia CET-FAESA e graduando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Endereço¹: Rua Desembargador José Fortunato Ribeiro, 95 – Mata da Praia, Vitória – ES – CEP: 29066-070 – Brasil – Tel: +55 (27) 3347-6209 – e-mail: carolinagoulart9@gmail.com.

RESUMO

Nas últimas décadas, a intensificação das atividades antrópicas, de maneira não planejada, ocasionou consequências ao meio ambiente, como a substituição das paisagens naturais pelo desenvolvimento de atividade agropecuária e de silvicultura, pela expansão urbana, entre outros. Conhecer a distribuição espacial do uso do solo é importante para a avaliação do nível de pressão antrópica sobre os recursos hídricos, particularmente nas Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a conformidade com a legislação das classes de uso do solo presentes nas APPs de faixa marginal aos cursos d'água, restinga e manguezal da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. Para a caracterização do uso do solo nas APPs foram identificadas e mapeadas 14 categorias de uso do solo na bacia. Os resultados mostraram que cerca de 70% das APPs estão cobertas por usos antrópicos, com predominância da classe "pastagem". Observou-se que nas porções mais elevadas da bacia ocorre maior não conformidade do uso do solo em relação o Código Florestal. Por outro lado, na região próxima à foz foi verificada maior conformidade. Esse resultado sugere que é necessário investimento em ações estruturais e/ou não estruturais que fomentem a recuperação, conservação das APPs da bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Código Florestal; Usos antrópicos; Gestão Ambiental

INTRODUÇÃO

A explosão demográfica presenciada nas últimas décadas tem provocado a intensificação das atividades antrópicas, de forma a suprir as necessidades de consumo da sociedade. Consequentemente, a substituição das paisagens naturais para o desenvolvimento agropecuário, de atividades de silvicultura e a expansão urbana, de maneira não planejada, pode ocasionar impactos como a erosão dos solos e o arraste dos sedimentos aos cursos d'água e a poluição dos cursos hídricos (BEZERRA et al., 2011; TAVARES, et al 2003).

Segundo Fanton et al, (2008), os ambientes aquáticos estão entre os mais impactados em decorrência desse processo de modificação do uso e cobertura do solo. A partir desse ponto de vista, pode-se apontar a ausência de planejamento na ocupação do solo e a falta de uma visão sistêmica dos processos ambientais como uma das causas da escassez quali-quantitativa dos recursos hídricos (TUNDISI, 2008). Assim, o conhecimento da



distribuição espacial do uso do solo é ferramenta essencial para a avaliação do nível de pressão sobre os recursos naturais, permitindo a identificação de áreas potenciais para a realização de ações estratégicas no âmbito do gerenciamento ambiental e de recursos hídricos.

Nesse contexto é possível identificar, dentre as zonas de maior fragilidade ambiental e prioritárias para o controle e proteção dos solos, os ecossistemas ripários, os manguezais e as restingas. Os ambientes ripários compreendem a zona de transição entre os sistemas aquáticos e florestais e são considerados fundamentais para a manutenção do equilíbrio ambiental e a resiliência da bacia hidrográfica (PIRES et al., 2009; TUCCI; MENDES, 2006). Além de sua função ecológica, servindo de corredor entre diferentes fragmentos florestais, os ecossistemas ripários desempenham relevante papel nos sistemas hídricos, provendo serviços ecossistêmicos como a retenção de sedimentos e espécies químicas resultantes de processos erosivos, aumento da capacidade de armazenamento de água no solo e estabilidade das margens de rios (PINHEIRO, 2011; ATTANASIO et al., 2012).

Por sua vez, as restingas possuem grande importância nos ambientes costeiros, tendo como funções desde a estabilização do substrato e proteção contra os ventos, à manutenção da drenagem natural e preservação da fauna endêmica e exóticas (SANTOS et al., 2016). Já os manguezais desempenham importantes papéis na manutenção da vida natural e humana atuando como área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres; como filtro natural de substâncias poluentes; na proteção das zonas costeiras, diminuindo o processo erosivo e o assoreamento dos corpos d'água adjacentes, além de serem fontes de renda para as comunidades do entorno (BERNINI, 2008).

No Brasil essas áreas são resguardadas legalmente por meio da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro), que define como Áreas de Preservação Permanente (APPs) as faixas marginais aos cursos d'água, os manguezais e as restingas em toda sua extensão, dentre outros. Ainda que exista a restrição legal ao uso antrópico do solo nessas regiões, essas áreas são alvos de interesses conflitantes, por muitas vezes sendo utilizadas para diferentes atividades antrópicas, como cultivos agrícolas, pastagens e ocupação urbana.

Por serem ecossistemas fundamentais para a manutenção dos recursos naturais das bacias hidrográficas, faz-se necessário o entendimento e a classificação das diferentes tipologias de usos do solo presentes nesses sistemas, de forma a subsidiar a gestão do território e dos recursos hídricos de uma bacia. Nesse sentido, esse estudo tem por objetivo avaliar a conformidade com a legislação das classes de uso do solo nas APPs de faixa marginal aos cursos d'água, restinga e manguezal da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus – ES.

Esse trabalho é um dos produtos gerados pelo projeto de pesquisa “Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaúnas, Novo e São Mateus (parte capixaba) como subsídio fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos”, conduzido pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) e a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), em parceria com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo compreende a porção capixaba da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, situada na região norte do estado do Espírito Santo, que possui área de drenagem de aproximadamente 8.237 km². Os principais afluentes da bacia são os rios Braço Norte (Cotaxé) e Braço Sul (Cricaré), que ao se encontrarem dão origem ao rio São Mateus. Essa área abrange, parcial ou completamente, 11 municípios, apresentando uma população de aproximadamente 259.483 habitantes.

Como pode ser observada na Figura 1, a bacia hidrográfica foi subdividida em sete Unidades de Planejamento (UPs): Alto Cotaxé, Médio Cotaxé, Baixo Cotaxé, Alto Cricaré, Baixo Cricaré, Rio Santana e Rio São Mateus. Essa divisão, aprovada pelo Comitê das Bacias Hidrográficas Afluentes dos rios São Mateus Braço Norte e Braço Sul no Estado do Espírito Santo (CBH São Mateus), foi estabelecida com o objetivo de caracterizar melhor a área de estudo e facilitar o processo de planejamento dos recursos hídricos na região.

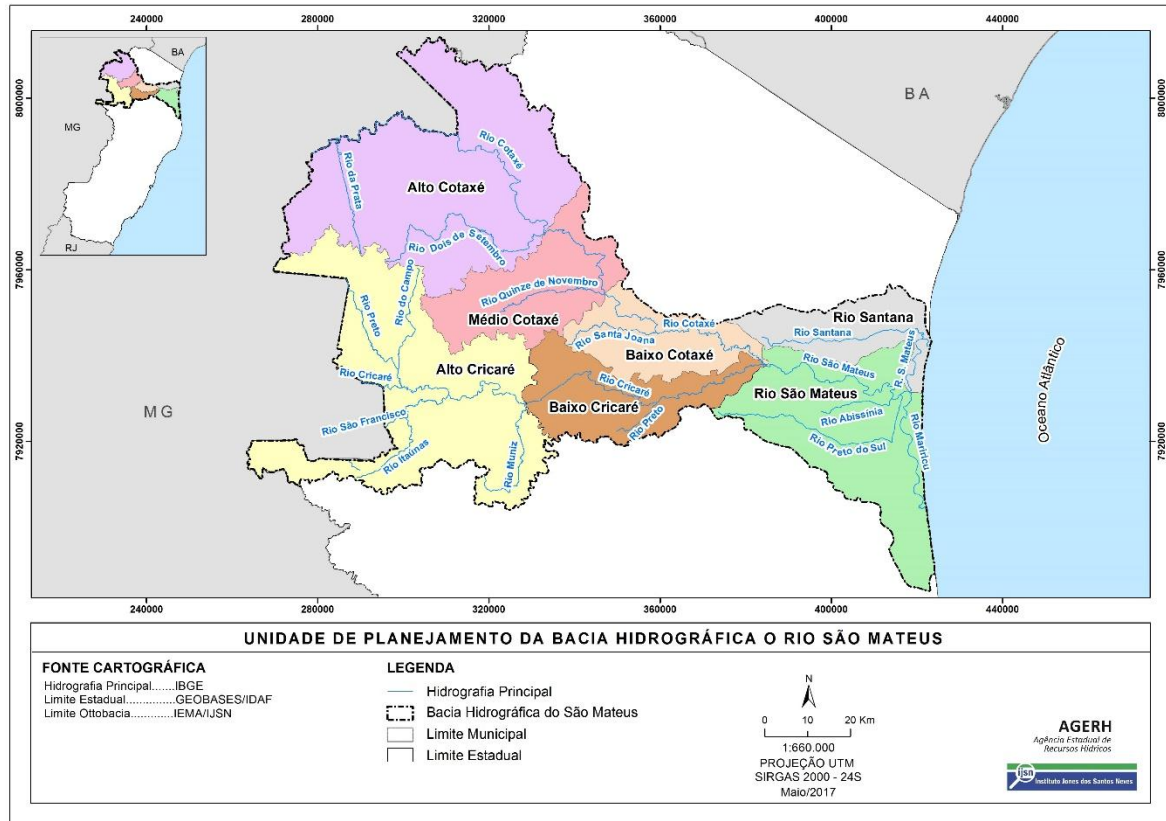


Figura 1 - Localização da porção capixaba da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus e suas Unidades de Planejamento.

Delimitação e mapeamento das APPs na Bacia Hidrográfica

Para a caracterização do uso do solo nas APPs da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus foram utilizados dados obtidos junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) referentes aos levantamentos de uso e ocupação do solo extraídos dos ortofotomosaicos executados entre os anos de 2007/2008 e 2012, ambos na resolução de 1 metro, compatível com a escala 1:15.000. Esses dados foram atualizados e corrigidos a partir de classificação manual em ambiente SIG com a utilização de imagens do satélite Landsat 8, disponibilizadas na plataforma Google Earth Pro, no ano de 2017.

Os termos empregados no presente estudo, como classes de uso, foram adaptados das terminologias utilizadas pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) e pelos levantamentos do uso e ocupação do solo realizado pelo IEMA. Os termos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Classes de uso do solo utilizados para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Nível I	Nível II
Áreas antrópicas não agrícolas	Área Edificada
	Mineração
Áreas antrópicas agrícolas	Cultivo agrícola
	Silvicultura
	Pastagem
Área de vegetação natural	Área florestal
	Restinga



Quadro 1: Classes de uso do solo utilizados para a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Nível I	Nível II
	Manguezal
Água	Corpo d'água
	Área alagada
Outros usos	Afloramento rochoso
	Dunas e praias
	Solo exposto
	Outros

Conforme o Quadro 1, foram identificadas e mapeadas 14 categorias de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. As categorias foram agrupadas em classes maiores (Nível I) a fim de subsidiar a discussão sobre o grau de antropização nessa bacia. Para isso, distinguiu-se o sistema que é antropizado (área antrópica agrícola e não agrícola) e o sistema que é natural (área de vegetação natural, água e outros usos).

Para a delimitação das APPs foram quantificadas cinco categorias: faixas marginais de todos os cursos d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular; áreas no entorno de reservatórios artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais; áreas no entorno de lagos e lagoas naturais; os manguezais em toda sua extensão; as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.

Desta forma, embasada na legislação vigente, a delimitação das APPs e sua espacialização foram realizadas por meio do software ArcGIS 10 de acordo com os critérios definidos nas Figuras 2 e 3.

Lei Federal 12.651/2012			
Faixa marginal dos cursos d'água		Áreas no entorno de lagos e lagoas naturais	
APP	Critério	APP	Critério
	Largura do curso d'água		Área do lago
30 m	Menor que 10 m		
50 m	De 10 a 50 m	100 m	Maior que 20 ha, em zona rural
100 m	De 50 a 200 m	50 m	Menor que 20 ha, em zona rural
200 m	De 200 a 600 m		
500 m	Com mais de 600 m	30 m	Em zona urbana
Manguezais		Restinga	
APP		APP	
Em toda sua extensão		Em toda sua extensão	

Figura 2 – Critérios de faixa de proteção das APPs de acordo com o Código Florestal Brasileiro



CONAMA nº 302/2002	
Área no entorno de reservatórios artificiais	
APP	Critério
	Localização e área
100 m	Reservatório em zona rural
30 m	Reservatório em área urbanas consolidadas
15 m	Reservatório para geração de energia, com até 10 ha
15 m	Reservatórios não utilizados em abastecimento público e geração de energia, com até 20 ha

Figura 3 - Critérios de faixa de proteção das APPs de acordo com a CONAMA nº 302/2002

Por fim, a partir da sobreposição da delimitação espacial das APPs, com as tipologias de uso e ocupação do solo, obteve-se o mapa com as diferentes classes de uso do solo presentes nas APPs da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado com as diferentes classes de uso do solo na porção capixaba da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus é apresentado na Figura 4. Nota-se que a tipologia “pastagem” predomina na bacia, alcançando valores de 57,75% da área total. Entretanto, é possível perceber que à medida que se percorre a bacia no sentido cabeceira-foz, há uma homogeneização das diferentes classes de uso do solo, podendo-se destacar entre as mais representativas em termos de percentual de área: a “área florestal” (13,94%), o “cultivo agrícola” (8,67%) e a “silvicultura” (8,39%). No gráfico da Figura 5 pode ser observada a distribuição percentual das classes de uso do solo existentes na bacia.

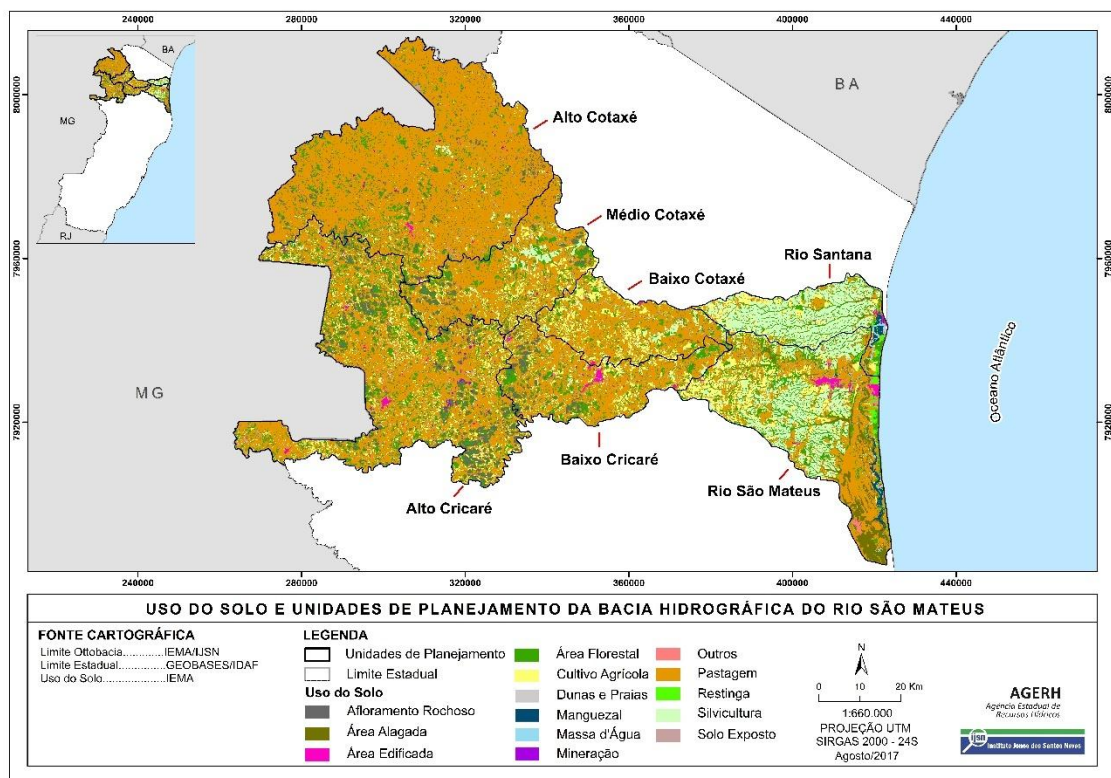


Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus

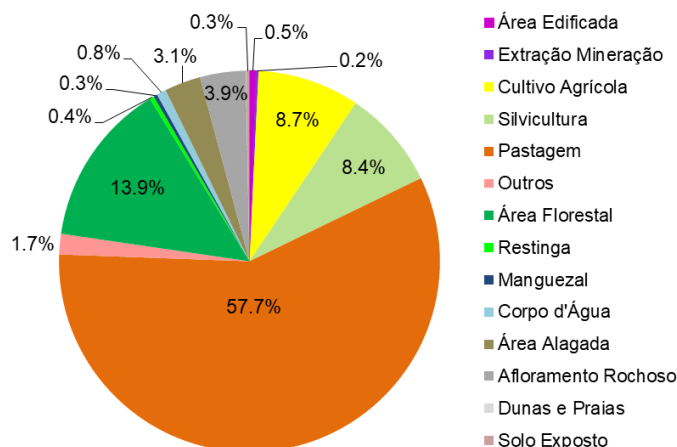


Figura 5 – Distribuição percentual das classes de uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

A partir da sobreposição das delimitações das APPs, com as informações de uso e ocupação do solo foi possível quantificar os percentuais das diferentes tipologias de uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente na bacia. Com isso, na Tabela 1 e na Figura 6 são apresentados respectivamente, os percentuais das tipologias de uso do solo e a distribuição espacial das mesmas nas APPs.

Na Tabela 1, verifica-se a existência de uma área total de 1.242,17 km² dentre as APPs contabilizadas. Desse total, os resultados obtidos mostram que 69,7% (866 km²) da área de APP mapeada na bacia está ocupada pelo sistema antropizado e apenas 30,30% (376,40 km²) pelo sistema natural. Esse resultado pode ser visualizado espacialmente na Figura 6. Nessa figura, nota-se que nas porções mais elevadas da bacia, principalmente nas UPs Alto Cricaré e Alto Cotaxé, ocorre maior não conformidade do uso do solo em relação à legislação vigente, com a predominância da coloração vermelha, indicando a presença majoritária dos usos antrópicos nessa região. Por sua vez, ao se observar as UPs mais costeiras, Rio Santana e Rio São Mateus, percebe-se uma maior adequação das classes de uso com o preconizado na Lei Federal nº12.651/2012, com a presença dos sistemas naturais chegando a alcançar valores de 89% da área das APPs. Salienta-se que dentre as UPs, a do Rio São Mateus é a que possui a maior área conservada de APP (114,85 km²), devido principalmente à cobertura florestal ainda existente (51,58 km²).

Tabela 1 - Valores absolutos e percentuais dos sistemas antropizados e naturais presentes nas APPs da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

Sistema	Classes	Alto Cotaxé	Médio Cotaxé	Baixo Cotaxé	Alto Cricaré	Baixo Cricaré	Rio Santana	Rio São Mateus	Total (km ²)	Percentual (%)
Antropizado	Área Edificada	0,66	0,14	0,06	1,97	0,56	0,21	0,97	4,57	0,37%
	Mineração	0,30	0,04	0,02	1,07	0,12	0,00	0,03	1,59	0,13%
	Cultivo Agrícola	4,21	5,43	1,64	33,87	5,26	0,98	3,43	54,83	4,41%
	Silvicultura	0,46	0,32	0,51	0,96	0,53	1,89	2,60	7,26	0,58%
	Pastagem	323,29	69,85	40,19	211,60	64,21	4,33	35,66	749,11	60,31%
	Solo Exposto	0,90	0,21	0,06	0,77	0,08	0,00	0,11	2,13	0,17%
	Outros	7,01	3,56	2,20	25,97	4,09	0,93	2,52	46,27	3,72%
	Subtotal		336,83	79,56	44,68	276,21	74,85	8,32	45,32	865,77
Natural	Área Florestal	21,13	14,01	7,72	43,53	18,32	29,82	51,58	186,11	14,98%
	Restinga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,79	20,35	30,14	2,43%



	Manguezal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50	17,11	26,61	2,14%
	Área Alagada	37,54	15,52	9,89	11,35	8,67	4,65	25,61	113,22	9,11%
	Afloramento Rochoso	4,59	3,33	0,10	9,54	2,20	0,00	0,00	19,77	1,59%
	Dunas e Praias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,20	0,55	0,04%
	Subtotal	63,26	32,86	17,70	90,39	29,18	54,11	114,85	376,40	30,30%
Total		400,09	112,42	62,39	340,64	104,03	64,43	160,18	1.242,17	-

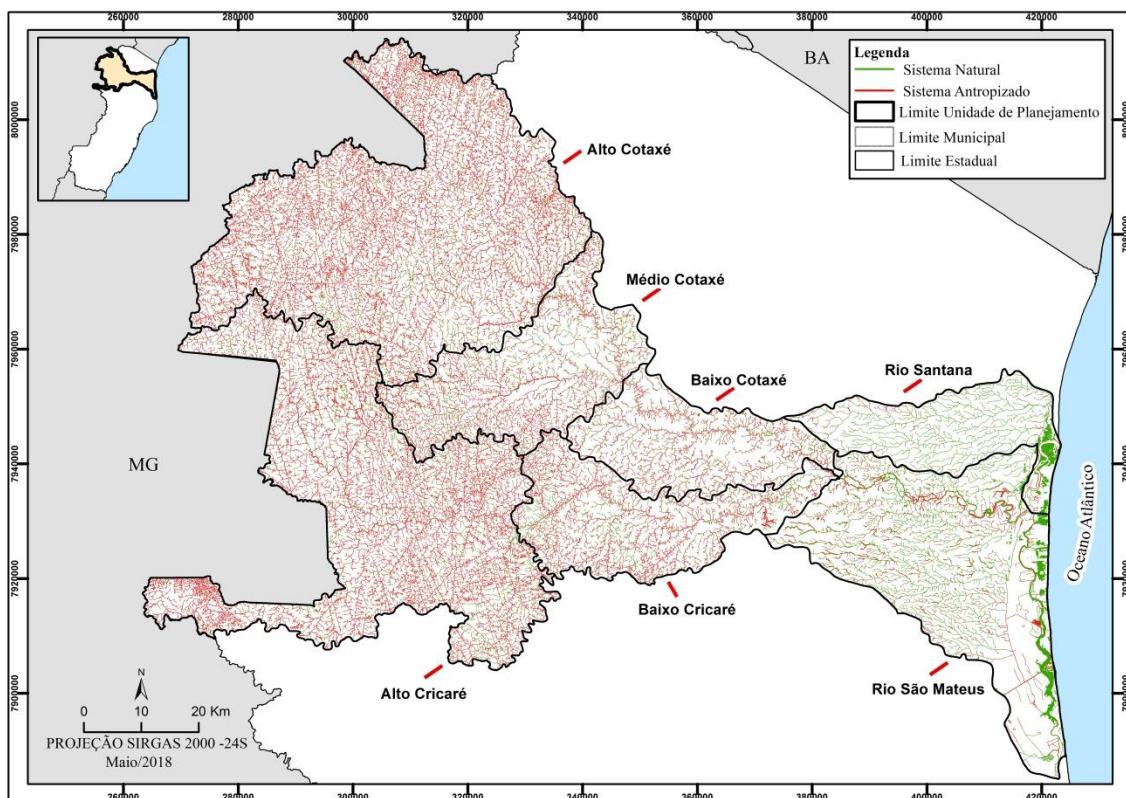


Figura 6 – Sistemas antropizado e natural distribuídos nas APPs da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus

Dentre as tipologias de uso do solo analisadas, aquela que apresentou maior percentual de ocupação (60,3%) e consequentemente maior conflito de uso nas APPs da bacia foi a pastagem (ver Tabela 1). Apesar de representar uma atividade econômica de grande importância e imprescindível para o desenvolvimento regional (AGERH, 2017), caso não manejadas de maneira adequada são responsáveis por intensificar os processos erosivos. Em relação aos conflitos de uso do solo evidenciados nas APPs das Unidades de Planejamento, destaca-se a grande área de pastagem nas UPs Alto Cotaxé (323,29 km²) e Alto Cricaré (211,60 km²) e a área agrícola na UP Alto Cricaré (33,87 km²). Chama-se atenção também para as APPs ocupadas com área edificada. Apesar do valor percentual ser relativamente pequeno na bacia (0,37%), são nessas áreas que ocorrem os maiores problemas de inundações, os quais acarretam prejuízos socioeconômicos graves. Cita-se também que são nessas áreas de conflito que ocorrem lançamentos de esgoto in natura e resíduos sólidos nos corpos de forma a impactar a qualidade das águas. Esse contexto, portanto, explicita uma demanda de articulação entre os instrumentos de gestão ambiental e de ordenamento territorial, para essa bacia.

De forma complementar, ressalta-se que o alto nível de antropização em APPs tende a impactar os serviços ecossistêmicos por elas oferecidos e potencializa a pressão sobre a disponibilidade dos recursos hídricos, em



quantidade e qualidade, haja vista que intervenções antrópicas sobre o meio natural, sem o adequado planejamento, propiciam o surgimento e a intensificação de processos erosivos acelerados, que interferem na qualidade e na quantidade das águas (DE AZEVEDO LOPES *et al.*, 2007). Portanto, é fundamental que existam ações estruturais e/ou não estruturais que fomentem a recuperação, conservação e preservação das áreas de proteção permanente da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, particularmente nas regiões delimitadas pelas UPs Alto Cricaré e Alto Cotaxé.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Neste estudo foi possível realizar uma avaliação da conformidade do uso do solo nas APPs mapeadas na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. Os resultados obtidos indicam o alto grau de antropização presente nas APPs quantificadas dessa bacia, com cerca de 70% em não conformidade com o Código Florestal Brasileiro. Essa não conformidade, correlacionada à presença intensiva de pastagens nas regiões de cabeceira, é preocupante, uma vez que a realização dessa atividade sem o devido manejo pode potencializar o assoreamento dos cursos hídricos, a compactação do solo e impedir a recarga dos aquíferos locais. Além disso a remoção da vegetação nas áreas de cabeceira, associada às elevadas declividades dessa porção da bacia pode intensificar os processos erosivos.

Dessa maneira verifica-se a necessidade do fortalecimento dos instrumentos de gestão ambiental e de ordenamento territorial na bacia, visando a gradual substituição dos usos antrópicos pelos sistemas naturais nas áreas de APP na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATTANASIO, Cláudia Mira et al. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. *Bragantia*, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.
2. BERNINI, E. Estrutura de cobertura vegetal e produção de serapilheira da floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.
3. BEZERRA, Carolina Goulart et al. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES. *Revista Espaço e Geografia*, v. 14, n. 2, 2011.
4. DE AZEVEDO LOPES, F. W. et al. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG. *Anais. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil. INPE, 2007.
5. FANTON, G.; NECKEL, A.; BONATTO, D. Condições ambientais do espaço urbano do Município de David Canabarro-RS. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, v.6, n. 2, p. 75-92, abr. 2008.
6. _____. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 13 de novembro de 2017.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Manual Técnico do Uso da Terra*. 3ª Ed. Rio de Janeiro. 2013
8. Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). *Diagnóstico dos recursos hídricos do estado do Espírito Santo. Relatório Técnico sobre condicionantes*. Vitória, 2017. Disponível em: <https://perh.es.gov.br/biblioteca-de-arquivos>. Acesso em: 08/05/2018.
9. PINHEIRO, Adilson et al. Uso do solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno a médio porte. *Revista Árvore*, v. 35, n. 6, 2011.
10. PIRES, Luiz F. et al. Riparian forest potential to retain sediment and carbon evaluated by the ^{137}Cs fallout and carbon isotopic ratio techniques. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 81, n. 2, p. 271-279, 2009.
11. SANTOS, Robson dos et al. Vegetação arbustivo-arbórea em uma restinga de Jaguaruna, litoral sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, v. 12, n. 1, 2017.
12. TAVARES, Arthur Costa Falcão et al. Expectativa de degradação dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas com auxílio de sistemas de informação geográfica. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 25, n. 2, p. 417-424, 2003.
13. TUCCI, Carlos E. M.; MENDES, Carlos André. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica*. Ministério do Meio Ambiente, 2006.
14. TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.