

Análise de impactos ambientais gerados pela construção de uma barragem na Bacia do Médio Una, Taubaté, SP

Silas Siqueira da Silva¹
Getulio Teixeira Batista²
Marcelo dos Santos Targa²
Nelson Wellausen Dias²

¹Aluno de Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Lavras – UFLA
Campus Universitário - Caixa Postal 3037 - 37200-000 – Lavras, MG, Brasil
Telefone: (35) 3829-1122 - Fax: (35) 3829-1100
e-mail: silasuflla@eagricola.ufla.br

²Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - UNITAU
Estrada Mun. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000 - 12080-010 – Taubaté,- SP, Brasil
{getulio, mtarga, nelson}@agro.unitau.br

Abstract

Based on data available from the Una Project (www.agro.unitau.br/una) this article reports results on the analysis of the impact of a planned dam implantation in the medium Una River, municipal district of Taubaté, SP, especially it presents: mapping and estimate of the flooded area and expected volume of the dam; analysis of permanent preservation areas (APPs) before and after the dam and amount of forests flooded by the water; analysis of the land cover on the new APPs created by the implantation of the dam according to the Brazilian forest code and related regulations. An analysis of all the contributing area is presented.

1. Introdução

Uma visão global da água do planeta revela que 3/4 da superfície da Terra são cobertos por água, dos quais 97% são de água salgada, e apenas aproximadamente 3% de água doce. Já os rios e lagos, que são as principais fontes de abastecimento de água para a população, correspondem a apenas 0,01% desse percentual (CETESB, 2007). Esse fato torna de singular importância uma boa conservação das Bacias Hidrográficas e seu monitoramento e possíveis implementações que contribuam para uma maior quantidade e uma melhor qualidade de água.

Essa pequena quantidade de água disponível em geral está sendo mal utilizada e ainda mal conservada. Rios como o Una estão sendo sufocados, ou seja, sedimentados, e isso ocorre devido às alterações provocadas pela má utilização do solo (CPTI, 2001).

A partir de 1950 o consumo de água, em todo o mundo, triplicou. O consumo médio de água, por habitante, foi ampliado em cerca de 50%. Para cada 1.000 litros de água utilizada pelo homem resultam 10.000 litros de água poluída (STEINE, 2003). Este é mais um fator que contribui para o crescente problema relacionado com a poluição das águas i.e. o desperdício, e a conseqüente falta e encarecimento deste bem da humanidade. Levando em consideração que o consumo de água vem aumentando e sua disponibilidade vem diminuindo não é difícil prever uma catástrofe em um futuro não tão distante.

O Brasil é o 23º país com mais água disponível por pessoa no mundo, com 48.314m³ por pessoa (ANA, 2005). Isso mostra o potencial que o Brasil tem em termos de abastecimento e aumenta as convicções de que é realmente uma boa opção construções de barragens, pois o país tem um grande potencial hídrico. Ao mesmo tempo em que o Brasil apresenta um dos maiores potenciais hídricos mundiais, em contraste ocorre também um grande problema de assoreamento de rios, córregos, lagos e barragens (Guerra et al., 1999).

A proximidade das vias em relação à rede de drenagem em bacias hidrográficas com relevo acidentado, agravada pela ausência do planejamento de dispositivos de drenagem superficial e contenção dos processos de erosão de taludes na construção dessas vias,

potencializa a ação da força hidráulica das enxurradas como elemento de remoção e transporte de material em direção aos cursos d'água (CATELANI et al., 2004).

A devastação de florestas e o mau uso do solo são um dos muitos problemas que contribuem para o assoreamento e aumento da turbidez dos rios. Conseqüentemente uma diminuição na disponibilidade de oxigênio e o encarecimento do tratamento da água para consumo.

As áreas com floresta natural se constituem na principal forma de abastecimento de água para o lençol freático em uma bacia hidrográfica, pois conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990) a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno e seu efeito consiste em dispersão da água de chuva, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo, em proteger o solo contra o impacto das gotas de chuvas, melhoramento da estrutura do solo e diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito da superfície e, conseqüentemente aumentando a infiltração e contribuição para as águas subterrâneas.

Os principais impactos ocasionados por modificações no uso e na cobertura do solo em bacias hidrográficas são: a redução da capacidade de infiltração, o aumento do escoamento superficial e erosão, a sedimentação dos cursos d'água, a diminuição da profundidade dos cursos d'água e, conseqüentemente, o aumento na ocorrência de cheias e inundações (GROVE et al., 1998; CENTURION et al., 2001).

Um dos métodos de amenizar este problema de falta de água (em quantidade e qualidade) e sua poluição, pelo menos no que diz respeito às águas superficiais continentais, é trabalhar em prol da melhor conservação dos reservatórios e bacias hidrográficas, já que essas são as formas de abastecimento mais comum e viável.

A água desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico de qualquer civilização. Sua disponibilidade em quantidade e qualidade compatíveis com a demanda é um dos fatores que determinam o nível de qualidade de vida em um agrupamento humano (CARVALHO, 1994). Tal fator é que induz a construção de barragens. No município de Taubaté, SP está previsto no Plano Diretor a construção de três barragens na bacia hidrográfica do rio Una (PMT, 2006).

Sabe-se que a construção de uma barragem gera muitos impactos ambientais, porém, os resultados favoráveis são grandes. Dessa forma, o impacto ambiental gerado pela construção da barragem deve ser amenizado com medidas preservacionistas e compensatórias.

As possibilidades devem ser estudadas antes do início da implementação da barragem, mas isso só é possível graças às novas geotecnologias que geram informações fundamentais, normalmente armazenadas em banco de dados georreferenciados por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Com o SIG pode-se estudar diversos aspectos que envolvem a implementação da barragem e avaliar o impacto ambiental de sua implantação, permitindo antecipar eventuais problemas que possam vir ocorrer.

A construção de uma barragem pode vir a somar positivamente na melhoria da qualidade e quantidade de água da bacia e ainda ajudar o abastecimento da população.

O volume total de água no planeta é constante e as reservas somam aproximadamente 1.386 milhões de km³. O volume de água doce representa cerca de 35 milhões de km³, ou 2,52% da quantidade total de água no planeta. Deste volume total, os rios representam 0,00009%, os lagos 0,009% e a água contida na atmosfera 0,0009% (WETZEL, 1983). Sendo assim aumenta ainda mais a preocupação com as águas superficiais continentais, pois estas não estão presentes em abundância e o pouco do que resta está sendo mal cuidado.

A construção de barragens não contribui somente para o abastecimento da população, mas também pode contribuir para a preservação e recuperação de recursos hídricos, desde que sejam tomados os devidos cuidados no seu planejamento e implementação. Porém, a construção de uma barragem gera impactos ambientais significativos e sendo assim, estudos e pesquisas que amenizem estes impactos de forma a torná-los menos impactantes devem ser

feitos. Os estudos ambientais para a implantação de barramentos em bacias hidrográficas demandam grandes esforços para a realização completa do estudo ambiental de levantamento em campo. Quando a área de contribuição é muito grande, é fundamental se fazer o levantamento de dados, tais como, área e localização da lâmina da água após o barramento, áreas de APP's inundadas pela lâmina d'água da represa, áreas de florestas que serão inundadas, volume da represa, área e localização das APPs geradas pela barragem, etc., assim como, a situação da cobertura do solo nas áreas afetadas pelo empreendimento. Entretanto, a geração de uma base de dados georreferenciados necessários para esse estudo é custosa, trabalhosa e fundamental. Felizmente, foi realizado para toda a bacia do Rio Una um importante afluente do Rio Paraíba do Sul, uma base de dados ambientais georreferenciados bastante completa (BATISTA et al., 2005).

Em contrapartida, a construção de uma barragem, além de contribuir para o abastecimento do município e controle do fluxo do Rio Una pode ainda diminuir as agressões ao meio ambiente, se devidamente planejada. Com base nos dados do Projeto Una (BATISTA et al., 2005) este artigo apresenta os resultados da análise do impacto da implantação de uma barragem no médio Rio Una, município de Taubaté, SP, em especial: foram feitas análises dos diversos impactos que poderiam resultar da construção da barragem por meio do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) (Câmara et al., 1996) que incluíram a delimitação da lâmina d'água associada à cota máxima de enchimento e a estimativa da área coberta pela lâmina d'água; calculou-se quanto de APP seria coberta pela lâmina d'água, e a delimitação da APP gerada pela construção da barragem, seguindo o Código Florestal (Lei 4771/1965) e resoluções CONAMA 302 e 303 de 2002 (BRASIL, 1965). Foi estimado também o volume de água a ser contido pela barragem, tipos de uso e cobertura dos solos da área de contribuição para a barragem.

2. Materiais e métodos

2.1. Localização da área de estudo

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Una está estimada em 47.676 ha e encontra-se em sua maior parte localizada dentro do município de Taubaté (BATISTA et al., 2005). A área de contribuição para a barragem está contida dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Una, na região do Vale do Paraíba do Sul, localizada no leste do estado de São Paulo, entre a serra da Mantiqueira e a serra do Mar. A Bacia que contribui para a barragem tem uma área de 34.505 ha, e está compreendida pelo quadrante de coordenadas E: 443.591, N: 7.430.948 e E: 470.492, N: 7.456.310 (Figura 1). Dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Una encontra-se a área de Contribuição para a barragem (Figura 2) e a Lâmina d'água (Figura 3).

Os tipos de solos presentes na área de contribuição de acordo com (BATISTA et al., 2005) são: Latossolo Vermelho Amarelo Álico com 21738,0 ha (63 %), Podzólico Vermelho Amarelo Álico com 11064,4 ha (32%), Solos Litólicos com 969.5 ha (3%), Latossolo Amarelo Álico com 657.5 ha (2%) e Solos Aluviais com 75.45 ha (0,2%). A distribuição espacial pode ser observada na Figura 4.

Quanto à cobertura de solo, a área de contribuição da barragem é formada por Pasto: 20.075,64 ha; Mata Capoeira: 8.143,04 ha; Reflorestamento: 2.416,23 ha; Pasto Sujo: 2.183,00 ha; Pasto Degradado: 845,63 ha; Áreas Cultivadas: 249,50 ha; Solo Exposto: 212,09 ha; Reflorestamento Cortado: 185,92 ha; Corpos D'água: 84,80 ha; Atividades Minerais: 42,97 ha; Área Urbanizada: 31,34 ha; e, Área Degradada: 16,26 ha (Figura 5).

O clima da região é do tipo úmido com verões quentes e invernos com média de 18 °C (Cwa) segundo a classificação de Köppen, com precipitações anuais média de 42% do total ocorrendo no verão e apenas 7% do total no inverno (FISCH, 1995).

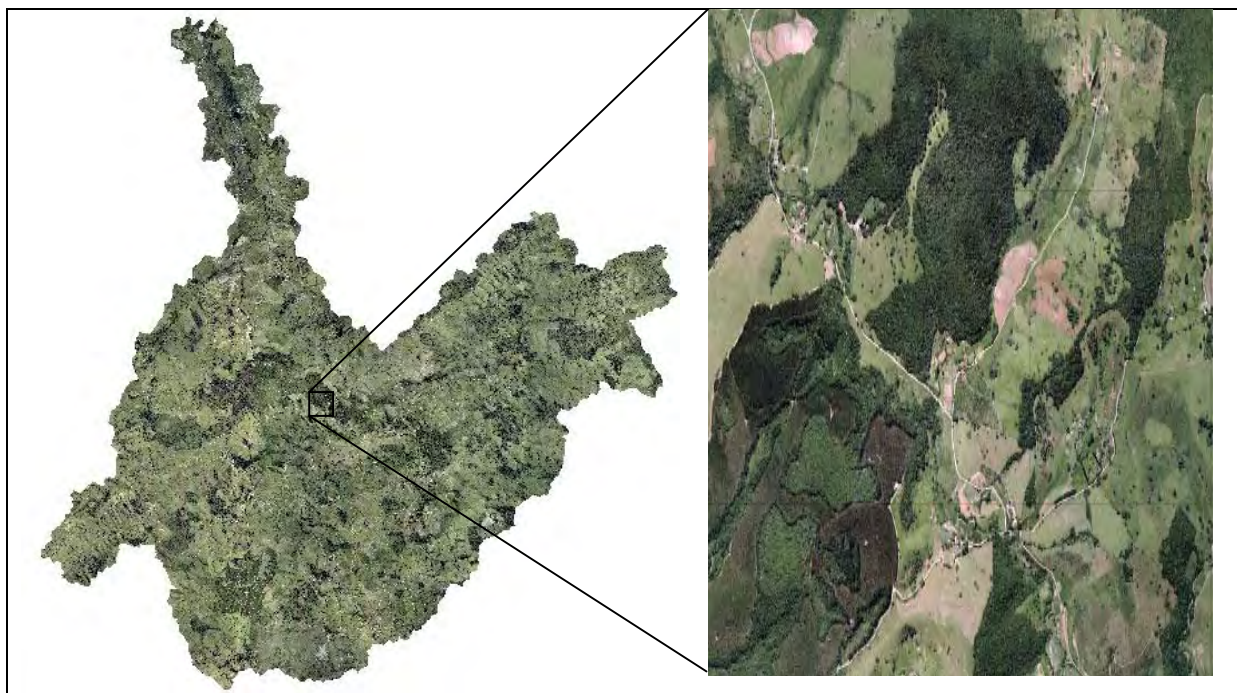


Figura 1. Ortofoto da Bacia Hidrográfica do Rio Una, cobrindo uma área de 476 km².
Fonte: Batista et al. (2005).

2.2. Métodos utilizados para pesquisa

Foram analisados dados armazenados em um Banco de Dados georreferenciados, previamente existente (Projeto Una, BATISTA et al., 2005). Estes dados foram trabalhados usando-se o SIG completo SPRING (Câmara et al., 1996) disponível no (Laboratório de Sensoriamento, Geoprocessamento e Informática Rural (LAGEO) no campus do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté (UNITAU).

Inicialmente, foi localizada nessa base de dados o ponto no rio onde seria construída a barragem (E=448549,03,N= 7448923.42).

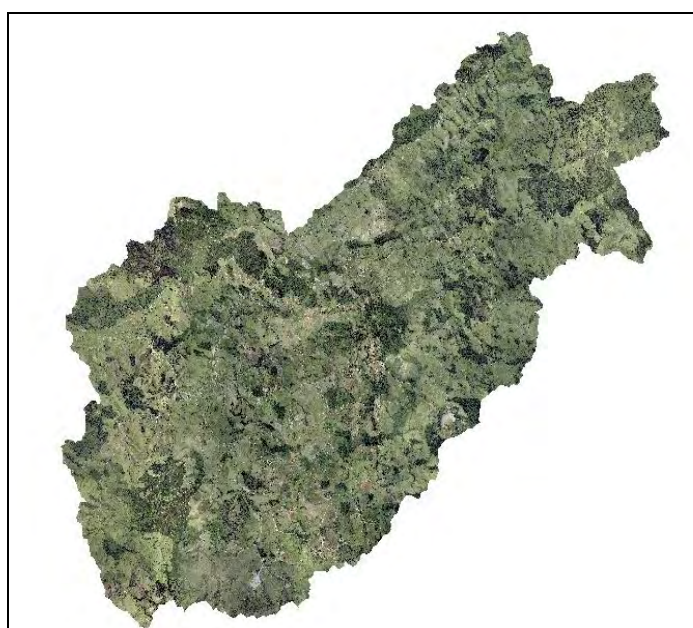


Figura 2. Área de contribuição da barragem, que engloba 5 sub-bacias do Una.

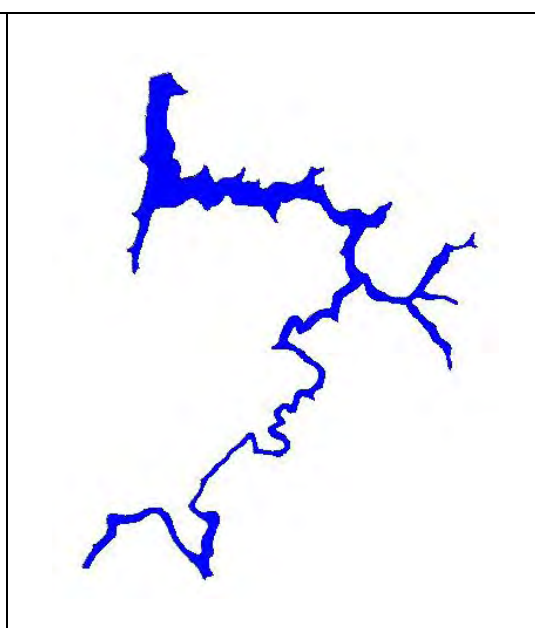


Figura 3. Lâmina d'água da barragem a ser implantada.

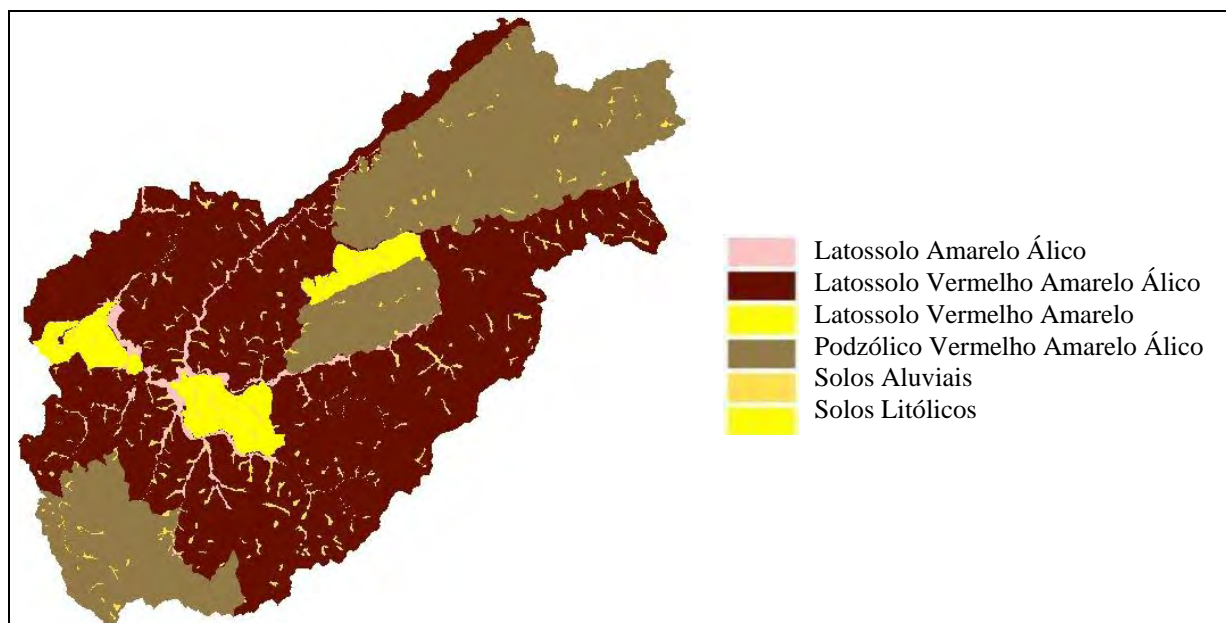


Figura 4. Tipos de solo presentes na área de contribuição da bacia.

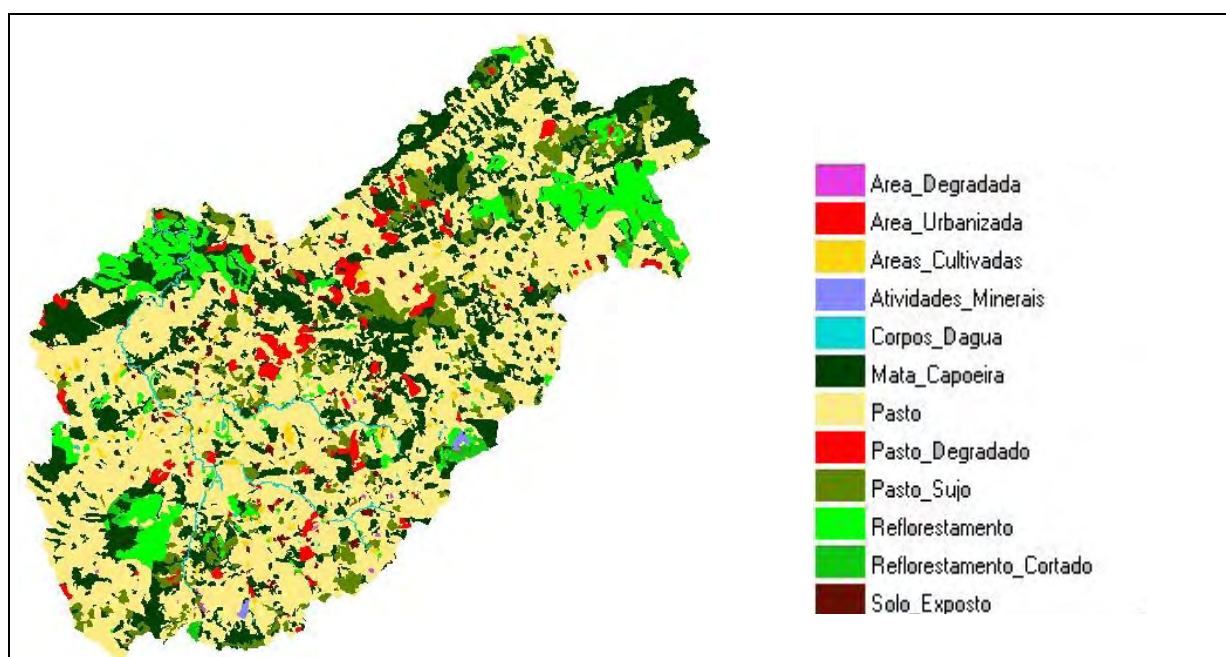


Figura 5. Mapa de uso e cobertura do solo da área de contribuição da barragem.

3. Resultados e discussão

A área de contribuição da barragem está formada por cinco sub-bacias. São elas as bacias do Pouso Frio (8.243,1 ha), do Rocinha (6.770,6 ha), do Médio Una (4.428,7 ha), da Sete Voltas ou das Almas (12.127,5 ha) e das Antas (2.934,7 ha). Estas 5 sub-bacias formam o que se chama área de contribuição para a barragem que foi estimada em 34.504,6 ha com um perímetro de 109.347,6 m.

As áreas de preservação permanente (APP's) existentes presentes na área de contribuição da represa abrangem as seguintes classes: APP de Margem Simples (6.429,8 ha); APP de Nascente (1.502,2 ha); APP de Topo de Morro (1.021,8 ha); APP de Rios com Margem Dupla (rios com mais de 10m de largura: 376,3 ha); APP de Declividade (119,5 ha); APP de Lago,

Lagoa, ou Represa (65,3 ha); e, que somadas geram uma área de APP total igual a 9.654,3 ha (Figura 6).

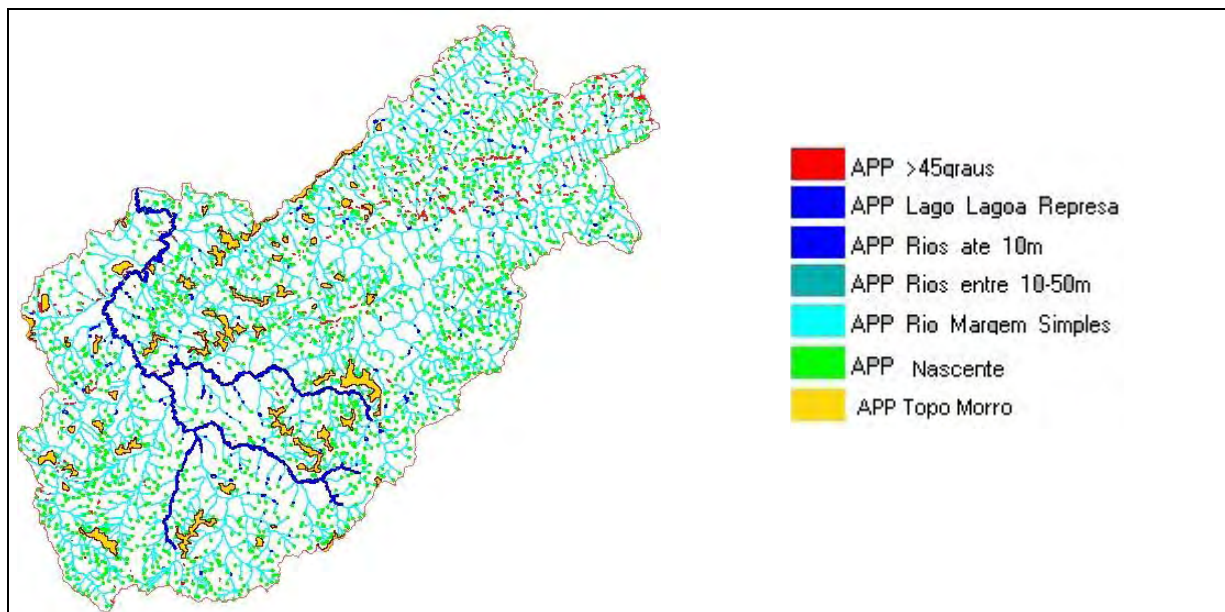


Figura 6. Áreas de Preservação Permanentes (APP's) da Bacia.

Foram calculados também, a área da lâmina d'água (97,19 ha) e seu perímetro (25.399,06 m) (Figura 3).

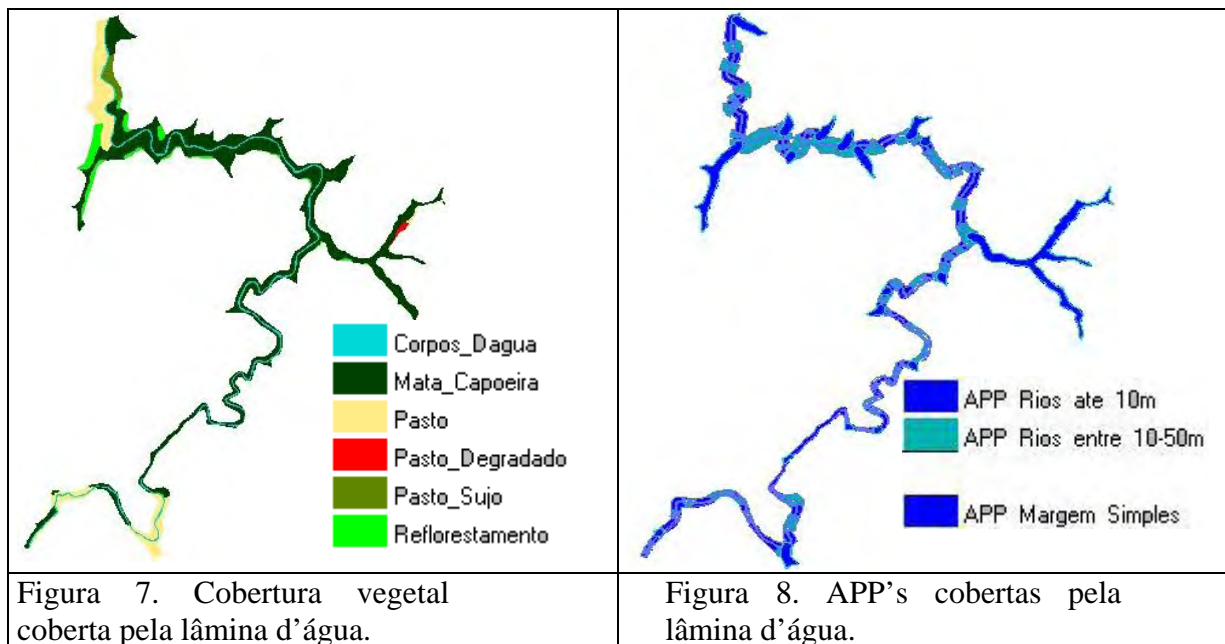
As classes de coberturas do solo que seriam inundadas pela lâmina d'água estão representados na Figura 7 e abrangem as seguintes classes: Mata Capoeira (64,8 ha); Pasto (16,4 ha); Reflorestamento (5,7 ha); Pasto Sujo (2,0 ha); Pasto Degradado (0,5 ha); Corpos d'água (9,5 ha).

Além das coberturas do solo ainda foram estimadas as áreas de APP's que seriam inundadas pela água da barragem. A área de APP inundada pela lâmina é mostrada na Figura 8. Nessa situação, as únicas classes de APP's inundadas foram a APP de Margem Simples (25,1 ha) e APP de Rios Margem Dupla (48,8 ha), num total de 73,9 ha de APP's inundadas.

Conforme mostradas na Figura 9, a implantação da barragem geraria novas APP's de acordo com a Resolução CONAMA 302 e 303/2002, equivalente a uma área de 100 m acompanhando o perímetro da represa o que corresponde a uma área de 244,59 ha e um perímetro igual 23292,51m (Figura 9), portanto aumentaria a área de APP nessa bacia de 73,9 ha para 244,59 ha.

Foi possível também, com base no modelo numérico do terreno, usando-se o SPRING, o cálculo do volume da represa da ordem de 6.577.105,698 m³ ou 6.577.105.698 litros.

Tomando como base dados do ano de 2003, pior ano hidrológico dos últimos 50 anos (SIGRH, 2005), a taxa de evaporação da água superficial da represa utilizando-se metodologia proposta por Reis (2006) chegar-se-ia a 30,4 m³/ha/dia. Levando-se em consideração que a área da lâmina d'água seria igual a 97,2 ha, a evaporação poderia alcançar uma taxa de perda de água diária igual a 2.954,58 m³/dia. Considerando que a média de consumo per capita de água do Estado de São Paulo é de 160,84 l/hab/dia (SNIS, 2001), pode-se estimar que somente com a perda de água diária por evaporação poderia abastecer 18.369 pessoas/dia. Também é possível estimar quantas pessoas a represa poderia abastecer em um único dia (32.885.528 milhões de pessoas). Sabendo-se a vazão do rio, ainda é possível calcular quantas pessoas a represa poderia abastecer, sua taxa de renovação, seu volume de operação mínimo, etc.



Com os dados levantados fica evidente que a construção da barragem além de favorecer o controle do fluxo de água do Rio Una, geraria novas APP's que ocupam uma área bem maior do que as áreas de APP's previamente existentes e que seriam cobertas pela lâmina d'água. Além disso, com a construção da barragem, a bacia ganharia um aumento do potencial hídrico para abastecimento, o que poderia minimizar também o controle de sedimentação e eliminação do abastecimento no Rio Paraíba do Sul que teoricamente teria qualidade pior.

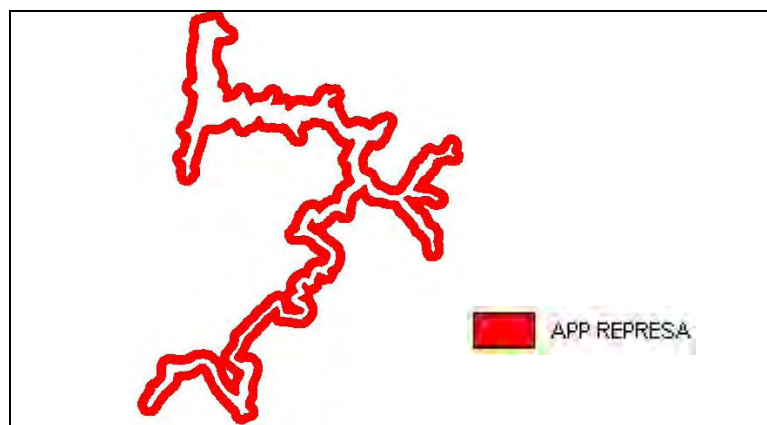


Figura 9. Área de preservação permanente (APP) da represa.

4. Considerações Finais

A implementação de uma barragem de médio porte pode gerar grandes impactos ambientais. Para que esse controle possa ser feito com sucesso é necessário a utilização de um SIG. Dessa forma, pôde-se determinar a abrangência da lâmina d'água, o volume armazenado e o impacto nas APPs, antes e após a implantação da barragem. Além disso, esta ferramenta pode auxiliar na antecipação de futuros problemas antes mesmo que a barragem esteja construída e permite prever possíveis impactos ambientais e sociais.

5. Referências

Agência Nacional de Águas (ANA). Programas Nacionais do PNRH. PRODUTO 03: Avaliação de Programas Nacionais. Versão final – Síntese, Comentários e Recomendações. 2005. 127p. http://www.ana.gov.br/pnrhovo/docs/Avaliacao_Programas_Nacionais.pdf. Acesso set. 2007.

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO. F. Conservação do solo. 1. ed. Piracicaba: Livrocetes, 1985, 392p.
- BATISTA, G. T.; TARGA, M. S.; FIDALGO, E. C.C. Banco de dados ambientais da Bacia do Rio Una, Bacia do Rio Paraíba do Sul. DSPACE. (<http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/handle/2315/51>), Ciência da Informação: 265:1-16. 2005.BRASIL. Lei Federal No 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Institui o Novo Código Florestal Brasileiro), 1965.
- CÂMARA G., SOUZA R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO J. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling". Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- CARVALHO, N. de O. - Hidrossedimentologia Prática - CPRM - Rio de Janeiro, 1994.
- CATELANI, C.S.; BATISTA, G.T.; TARGA, M.S. Geoprocessamento na determinação da proximidade de estradas vicinais em relação à rede de drenagem em uma bacia hidrográfica no Município de Taubaté, SP. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais ... São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005. p. 3723-3730.
- CENTURION, F.J.; CARDOSO J.P.; NATALI, W. Efeitos de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n2, p.254-258. 2001
- CETESB-SP. Água, rios e reservatórios. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. CETESB, São Paulo, 2007. <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em 14/09/2007.
- CONAMA, Resolução Nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, 2002.
- CPTI - Cooperativa de Serviços, Pesquisas Tecnológicas e Industriais. **Plano das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul 2000-2003**. São Paulo: CPTI, 2001. CD-ROM.
- FISCH, G. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (S.P). **Revista Biociências** , v. 1,n.1, p. 81-90, 1995.
- GROVE, M.; HARBOR, J.; ENGEL, B. Composite vs. Distributed Curve Numbers: Effects on estimates of storm runoff depth. **Journal of the American Water Resources Association**. v. 34, n. 5, p. 1015-1023, 1998.
- GUERRA, A.J.T. *et al.* **Erosão e Conservação do Solo: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999
- PMT. Plano Diretor Municipal de Taubaté, 2006, Taubaté- - SP. <http://www.taubate.sp.gov.br/plano_diretor/plan_dir.htm>. Acesso em 14/09/2007.
- REIS, B. J. Avaliação da expansão da atividade de extração de areia na planície aluvial da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul no trecho entre Jacareí e Pindamonhangaba no período de 1993 a 2003. Universidade de Taubaté: 2005. 112 p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais).
- SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, Base Georreferencial Pluviométrica.<<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm>>. <Acesso em 15 de março de 2007>.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2001. <http://www.snis.gov.br/>. <Acesso em 04/05/2007>.
- STEINE, A. Evolving Water Management Initiatives at GEO Launch in Brazil. **Environment for Development**. United Nations Environment Programme (UNEP). ONU. <http://www.unep.org/Documents>. 2003. <Acesso em 14/09/2007>.
- WETZEL, R.G . Recursos Hídricos do Planeta. Núcleo de Economia Agrícola. Projeto Água. NEA/IEA UNICAMP. Campinas - SP, 1983. <<http://www.eco.unicamp.br/nea/agua/rechid.html>>. Acesso em 14/09/2007.