

Geoprocessamento no auxílio à preservação das águas no Sistema Cantareira

Antoniane Arantes de Oliveira Roque¹, Carlos Reys Vukomanovic², Mario Ivo Drugowich³, Eduardo Ribeiro da Silva⁴

¹ Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), antoniane@cati.sp.gov.br; ² CATI, carlos.reys@cati.sp.gov.br; ³ CATI, drugo.cati@gmail.com; ⁴ CATI, eduardo.ribeiro@cati.sp.gov.br

RESUMO

Apesar de o Brasil possuir 8% de toda a água doce existente no planeta Terra, a crise de abastecimento de água já é uma realidade brasileira e os seus efeitos podem ser observados em diversas localidades. Preservar a água perpassa um correto ordenamento do uso rural e da preservação das Áreas de Preservação Permanente. O presente estudo procurou estudar as Áreas de Preservação Permanente do sistema hídrico Cantareira, responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Para tal, fez-se uso de diferentes fontes de sensoriamento remoto da localidade, em ambiente de SIG, processadas via software ArcGIS 10.2. Constatou-se um total de 20.255 ha de áreas de APP, das quais 44,6% encontram-se em estágio de degradação. Da agricultura realizada na área de estudo, 248 propriedades merecem atenção quanto a práticas de conservação do solo e da água. A priorização de trabalhos adotada indicou a bacia formadora do Jacaré como prioritária.

Palavras-chave — APP, mapeamento, irrigação, geoprocessamento.

ABSTRACT

Although Brazil owns 8% of all fresh water on Earth, the water supply crisis is already a Brazilian reality and its effects can be observed in several localities. Preserving the water goes through a correct ordering of the rural use and the preservation of the Permanent Preservation Areas. The present study sought to study the Permanent Preservation Areas of the Cantareira water system, responsible for supplying the Metropolitan Region of São Paulo/Brazil. To this end, different sources of remote sensing of the locality were used in a GIS environment, processed through ArcGIS 10.2 software. A total of 20,255 ha of APP areas were found, of which 44.6% are in the degradation stage. Of the agriculture carried out in the study area, 248 properties deserve attention on soil and water conservation practices. The prioritization of works adopted indicated the Jacaré formation basin as a priority.

Key words — APP, mapping, irrigation, geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira produz metade da água consumida pelos 19 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo. Considerado um dos maiores sistemas produtores de água do mundo, tem uma área de aproximadamente 228 mil hectares e abrange 12 municípios, quatro deles no Estado de Minas Gerais. As águas produzidas pelo Sistema são provenientes, em sua grande maioria, da bacia do Rio Piracicaba e transpostas para a região da bacia do Alto Tietê, onde se localiza a Grande São Paulo [1].

O Sistema Cantareira passou por uma crise de abastecimento no ano hidrológico de 2013/2014 com a ocorrência de um dos períodos mais secos dos seus 80 anos de existência. Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), de outubro de 2013 a março de 2014, choveu cerca de 50% do previsto, sendo que de outubro de 2014 ao final de março de 2015 choveu 25% abaixo da média [2]. Por sua vez, a estiagem veio associada a temperaturas médias elevadas, as mais altas registradas nos últimos 70 anos [3]. A estiagem de 2014 foi um evento excepcional, sem precedentes na longa série histórica de observações, sendo que a vazão média afluente aos reservatórios do Sistema Cantareira no ano de 2014 foi a menor da série de 85 anos [4].

Entretanto, a crise da água não é consequência apenas dos fatores climáticos e geográficos, mas principalmente do uso pouco eficiente dos recursos hídricos. Dentre os setores que utilizam a água, o agropecuário é um dos maiores consumidores. A irrigação é o uso que mais demanda água no Brasil. A vazão retirada pelo setor é de 1.270 m³/s e representa 54% do total retirado. A irrigação, o abastecimento urbano, o uso industrial, a dessedentação animal e o abastecimento rural são, nessa ordem, os usos que mais demandam recursos hídricos no Brasil [5].

Além do uso eficiente da água, outro fator diretamente relacionado à disponibilidade hídrica é o da perda dos solos agrícolas pela erosão. Esse problema é o mais importante da agricultura paulista e compromete os recursos naturais, pondo em risco a produção econômica. Além de degradar o solo, tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água em decorrência da poluição, do assoreamento de mananciais e reservatórios, e de enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem [6].

Dessa forma, a adoção de práticas adequadas de conservação do solo promoverá a infiltração e o enriquecimento dos lençóis freáticos, assim como a redução

drástica dos sedimentos carreados para os espelhos d'água, refletindo na oferta de maior volume e sensível melhoria da qualidade da água.

O objetivo do presente trabalho foi realizar um diagnóstico da condição das Áreas de Preservação Permanente do Sistema Cantareira e Jaguari, e os principais fatores relacionados à erosão rural nas bacias de captação, geoespacializando e priorizando as Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) na área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo, levando em conta os fatores de uso de irrigação e probabilidade de ocorrência de erosão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Localizado ao norte da Grande São Paulo, o Sistema Cantareira produz 33 mil litros de água por segundo e abastece 8,8 milhões de pessoas (46% da população da Região Metropolitana de São Paulo), residentes nas zonas norte, central, parte da leste e oeste da capital e nos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Osasco, Carapicuíba e São Caetano do Sul e parte dos municípios de Guarulhos, Barueri, Taboão da Serra e Santo André. A bacia do Cantareira no Estado de São Paulo é formada por 5 bacias formadoras (Figura 1) abrange 12 municípios, sendo oito no Estado de São Paulo (55,2% de seu total de área) e quatro no Estado de Minas Gerais (44,8% da área). Para produzir essa quantidade de água, o Sistema Cantareira faz a transposição entre duas bacias hidrográficas, importando água da Bacia Hidrográfica do Piracicaba para a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê [1].

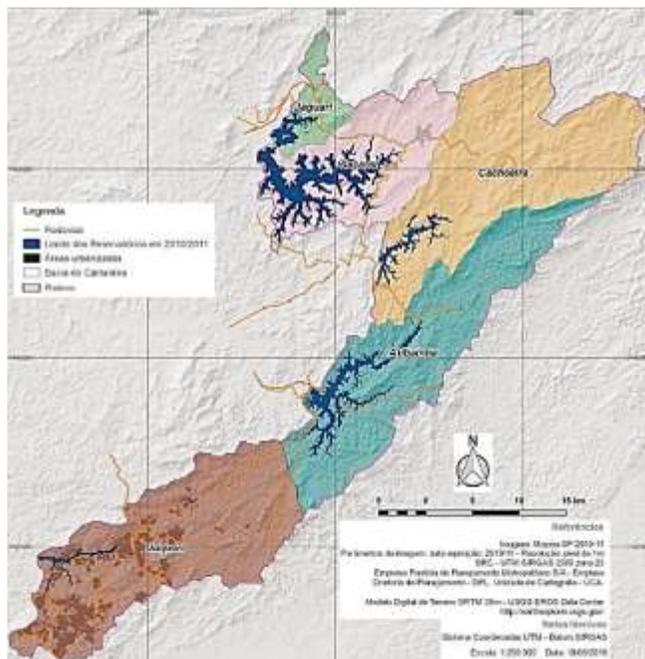


Figura 1. O Sistema Cantareira em São Paulo e suas bacias formadoras.

O levantamento da hidrografia da área de foi efetuado a partir das ortofotos do Projeto Mapeia São Paulo, na área abrangida pelas bacias formadoras do Sistema Cantareira no Estado de São Paulo. A escala empregada foi a de 1:10.000. A hidrografia foi segmentada em rios com largura inferior a 10 metros, cuja representação foi a de linhas (unifilar), enquanto rios com largura superior a 10 metros juntamente com as lagoas e reservatórios tiveram representação por polígonos (bifilar). Para dirimir dúvidas nos traçados da hidrografia, foram utilizados como base a hidrografia levantada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:50.000, e o fluxo hidrográfico, gerado pelo software ArcGIS 10.2.1 for Desktop com a ferramenta Spatial Analyst, sobre o modelo digital de terreno AsterGDEM [7].

Após o levantamento da hidrografia, as Áreas de Preservação Permanente foram obtidas com auxílio do software ArcGIS 10.2. Para tanto, as Áreas de Preservação Permanente foram delimitadas de acordo com os seguintes critérios estabelecidos pela legislação ambiental [8]:

- no raio de 50 m em torno das nascentes;
- no entorno dos reservatórios (com área superior a 20 ha), em faixa de 100 m de largura (Pela legislação, a Área de Preservação Permanente em torno das represas pode variar de acordo com o licenciamento ambiental e a data de implantação do mesmo, sendo que para este trabalho adotou-se o valor de 100 m.);
- no entorno de lagoas (com área maior que 1 ha e menor que 20 ha - nas áreas rurais), em faixa de 50 m de largura;
- nas faixas marginais dos cursos d'água unifilares (largura menor que 10 m), com 30 m de largura;
- nas faixas marginais dos cursos d'água bifilares (com largura maior que 10m e menor que 50 m), com 50 m de largura.

A priorização das UPAs foi realizada utilizando-se o software ArcGIS 10.2. Inicialmente foram separadas as UPAs que apresentaram as explorações agrícolas de maior ocorrência de erosão, ou seja: pastagens e cultivos anuais. Estas foram combinadas com as propriedades que utilizaram irrigação. Posteriormente aplicou-se um filtro para selecionar, dentre as tais, aquelas situadas no entorno dos reservatórios – 1.000 metros. As UPAs foram selecionadas a partir do Levantamento Censitário das Unidades de Produção de Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA) 2007/2008 [9].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia do Sistema Cantareira dentro do Estado de São Paulo tem 2.389,83 km de rios unifilares, 47,73 ha de rios bifilares, 321,92 ha de lagos e 81,65km² de represas e reservatórios, conforme Tabela 1. Esta hidrografia da área de estudo está dividida em vários mananciais e seus afluentes, descritos na forma de linhas (hidrografia unifilar, ou rios com largura inferior a 10 m), ou polígonos (hidrografia bifilar, lagos e reservatórios/represas).

Nome	Rios unilíneos (km)	Rios bilíneos (ha)	Represas ou reservatórios (km²)	Lagos (ha)
Jaguari	118,77	15,34	5,95	13,87
Jacaré	325,49	0	42,67	32,08
Cachoeira	799,30	4,73	8,07	74,95
Atibania	586,32	0	20,51	78,28
Juqueri	559,95	27,66	4,45	122,74
Total	2.389,83	47,73	81,65	321,92

Tabela 1. Hidrografia do Sistema Cantareira em São Paulo.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram levantadas conforme a legislação ambiental [8], restringindo-se àquelas associadas à rede de drenagem, e são apresentadas no Mapa da Figura 2.

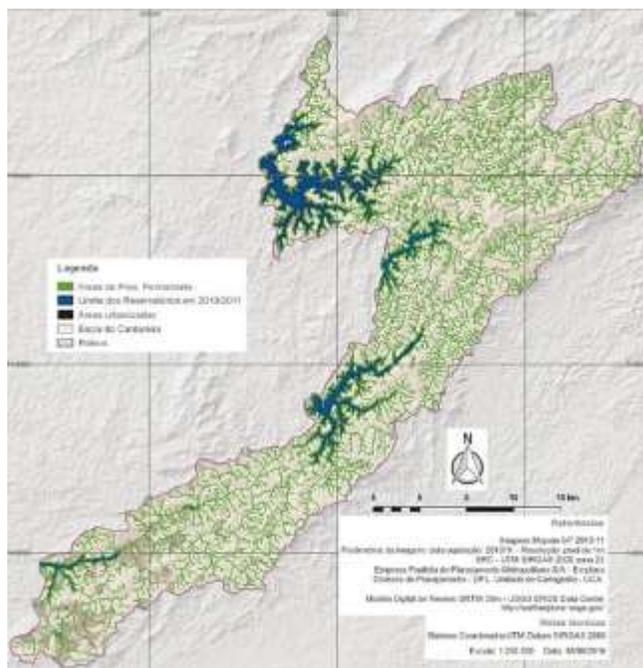


Figura 2. Mapa de Áreas de Preservação Permanente.

As APPs são áreas cobertas ou não por vegetação nativa, conforme Tabela 2, e possui função ambiental de preservar a paisagem, os recursos hídricos, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Localizam-se nas margens de rios, córregos, lagos, represas e outros corpos d'água em faixas de largura variável nas encostas íngremes, nos topos de morro, além de outros locais especificados pelo Código Florestal [10].

Tipo	Área ha	%
Predomínio gramíneas/pastagem	7.318	36,1
Espécies arbóreas/reflorestamento	11.206	55,3
Solo exposto	1.282	6,3
Áreas urbanizadas	450	2,2
Total	20.255	100

Tabela 2. Cobertura do solo nas APPs associadas à drenagem.

Verifica-se que do total de 20.255 ha de APPs, 44,6% caracterizam-se como degradadas, ou seja, as com predomínio de gramíneas/pastagem e solo exposto, ou são urbanizadas.

As bacias formadoras do Sistema Cantareira possuem 2.266 UPAs. Como critério de priorização, optou-se pelo critério das UPAs com maior ocorrência de erosão e aquelas que utilizam a irrigação. No caso da maior ocorrência de erosão, ou seja, envolvendo pastagens e cultivos anuais, a escolha foi corroborada pelos resultados apresentados por [11], onde 83,5% das áreas erodidas estavam sendo utilizadas por pastagens ou cultivos anuais. Para a escolha final das UPAs priorizadas, estes resultados foram geoespacializados, sendo selecionados os que se situavam no entorno de 1.000 metros dos reservatórios (Figura 3).

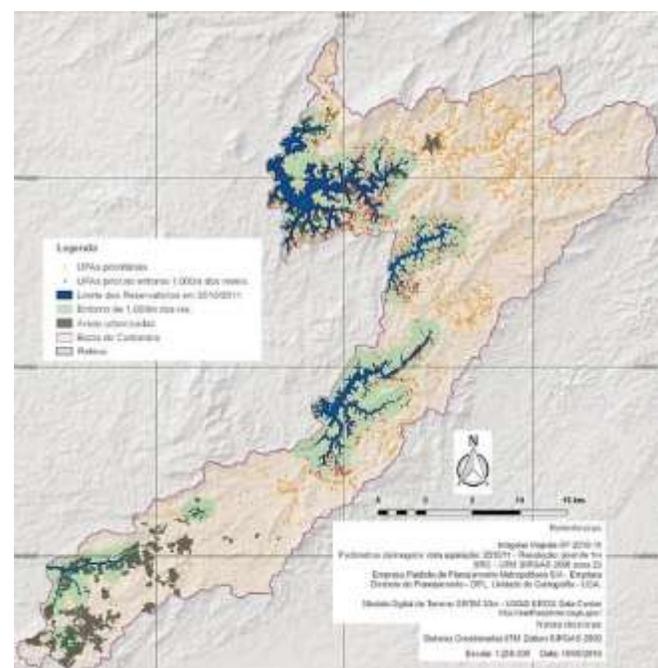


Figura 3. Mapa de UPAs prioritárias.

Desta forma, pode-se constatar que a bacia do Juqueri é a que possui maiores características não rurais, apresentando a menor densidade de UPAs/km² (0,39), como também se verifica pelos 10,5% de áreas urbanizadas. Em contraste, as demais possuem menos de 1% de áreas urbanizadas, exceto as bacias Jacaré e Jaguari, que embora apresentem 2% e 3%, estas se caracterizam predominantemente por condomínios de chácaras de lazer.

As UPAs priorizadas, segundo critério definido, encontram-se relacionadas na Tabela 3. Pela sua análise, verifica-se que as densidades das UPAs mais suscetíveis à erosão, pelo enquadramento em três classes, de acordo com o método de Jenks (quebras naturais), correspondem às bacias de Cachoeira, Jacaré e, a menor, de Juqueri.

UPAs	Juqueri	Atibainha	Cachoeira	Jacareí	Jaguari
Utilizam irrigação - unidades	33	36	25	14	6
Utilizam irrigação- UPAs/km ²	0,1	0,11	0,07	0,07	0,12
UPAs com maior ocorrência de erosão (1) – unidades	85	525	790	469	94
UPAs com maior ocorrência de erosão – UPAs/km ² (1)	0,25	1,67	2,28	2,34	1,81
UPAs prioritárias dentro do entorno dos reservatórios(2)	10	121	138	248	31

Tabela 3. UPAs prioritárias por bacias de formação.

Em síntese, pelo agrupamento da soma das UPAs prioritárias segundo o método Jenks, foram definidos três níveis de prioridades das bacias do Sistema Cantareira. Destaca-se que as bacias de Juqueri e Jaguari apresentaram baixa prioridade, Atibainha e Cachoeira prioridade média e apenas a bacia Jacareí prioridade alta.

5. CONCLUSÕES

Verifica-se que 8.599 ha na Área de Preservação Permanente possuem uso do solo com predomínio de gramíneas/pastagem ou solo exposto, indicativo de degradação ambiental, tendo em vista que não são de ocorrência natural da região, cujo bioma Mata Atlântica caracteriza-se pela presença de florestas ombrófilas densas.

Na maior parte dos casos, podem-se indicar as seguintes intervenções: condução da regeneração natural, plantio direto ou a implantação de espécies arbustivo-arbóreas nativas regionais.

Assim, assumindo que em 60% a área a recuperação será conduzida pela regeneração natural e o restante pelo plantio de mudas de espécies arbóreas, cujo espaçamento do plantio será de 3m x 2m, serão necessárias 5.733.000 mudas para completar a recuperação em toda a bacia formadora dos reservatórios do Sistema Cantareira.

A APP possui um papel secundário na função de promover a infiltração de água de chuva, a alimentação do lençol freático e regularização do fluxo hídrico, uma vez que essa função é exercida pela bacia de drenagem como um todo e as APPs, na maioria das situações, se localizam à jusante, nas cotas mais baixas, possuindo uma área proporcionalmente menor em relação à área total da bacia de drenagem.

O impacto decorrente da ocupação nas bacias formadoras do Sistema Cantareira é agravado pelo fato de essa ocupação acontecer sem qualquer planejamento e se concentrar em áreas ambientalmente mais frágeis. A análise da ocupação das áreas consideradas como de preservação permanente pela legislação permite chegar a este tipo de conclusão.

Resultado da compartimentalização entre as prerrogativas e responsabilidades de cada órgão direta ou indiretamente envolvido na gestão da água, a discussão sobre “quem realmente manda” no uso dos recursos hídricos implica na falta de comprometimento para a efetiva solução do problema. O resultado é muita discussão e pouco

pragmatismo. A garantia para assegurar o controle quantitativo e qualitativo destes recursos perpassa a necessidade de se alterar a política de governança para encarar o desafio de forma multifacetada, interdisciplinar e sistêmica, para que a gestão ocorra de forma integrada e indissociável.

Assim, necessário se faz a articulação entre todos os envolvidos no processo, desde os gestores até os consumidores finais, dentre eles os produtores rurais, visando compatibilizar e equilibrar a demanda com a disponibilidade hídrica, estabelecendo, assim, mecanismos que permitam potencializar a captação e retenção da água que a natureza nos disponibiliza, de forma cada vez mais diferenciada, como pode ser verificado pelo incremento dos eventos extremos de clima.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Whately, M.; Cunha, P. “Cantareira 2006: Um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo”. São Paulo: Inst. Socioambiental, 2007. 68p.
- [2] Orsi, C. “A era dos extremos”. *Jornal da Unicamp*, Campinas, n. 623, abril/maio de 2015.
- [3] SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. “Governo do Estado e Sabesp iniciam captação de água da reserva técnica do Cantareira”. Comunicado Técnico. São Paulo: SABESP, 2014.
- [4] SABESP. “Crise Hídrica, estratégia e soluções da SABESP”. *Documento Técnico*. São Paulo: SABESP, 2015.
- [5] FGV – Fundação Getúlio Vargas. “Estudo sobre eficiência do uso da água no Brasil...”. *Sumário Executivo*. Rio de Janeiro: FGV, 2016.
- [6] CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. “Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas”. *Manual Técnico*. Campinas: CATI/CECOR, 2001.
- [7] ASTER-GDEM. “Aster Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer”. Jet Propulsion Laboratory. Disponível em: <<https://asterweb.jpl.nasa.gov/latest.asp>>.
- [8] Brasil. “Lei Federal nº 12.651 de 25/05/12”. Palácio do Planalto da Presidência da República, 2012.
- [9] São Paulo (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento/CATI & IEA. “Levantamento censitário de unidades de produção agropecuária do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008”. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008.
- [10] Do Valle Junior, R.F.; et al. “Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Tijuco, Ituiutaba - MG, utilizando tecnologia SIG”. *Engenharia Agrícola*, Joticabal, v.30 n.3, p. 495-503, 2010.
- [11] Drugowich, M.I. [org.]. “Projeto Água Viva”. *Documento Técnico*. Campinas: CATI, 2016. 84p.