

Foto: Rachel Bardy Prado



## Aspectos relacionados ao monitoramento da qualidade da água em áreas rurais sob relevo montanhoso do Rio de Janeiro

Rachel Bardy Prado<sup>1</sup>

A escassez de água mundial tem sido motivo de preocupação em diversas partes do mundo e setores da sociedade, uma vez que se trata de recurso essencial ao abastecimento da população, seja para uso doméstico, nos processos industriais e na agricultura para a produção de alimentos. A escassez relaciona-se tanto ao aspecto quantitativo como qualitativo, uma vez que um curso de água poluído se torna indisponível para o suprimento das demandas humanas (REBOUÇAS et al., 2006).

Muitos são os problemas e conflitos relacionados à escassez hídrica, dentre eles um número elevado de mortalidade. De acordo com o Banco Mundial, mais de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água tratada e 2,6 bilhões não possuem acesso ao saneamento básico. Como consequência, 1,6 milhões de crianças morrem por ano de diarreia mundialmente. Há também previsões de que em 2025, cerca de 3 bilhões de pessoas viverão em países com conflito por falta de água.

Diante do exposto, diversas iniciativas tanto de âmbito nacional como global, vem sendo empreendidas na busca de alternativas e soluções para o enfrentamento dos problemas relacionados a água, podendo-se citar o financiamento de projetos relacionados aos recursos hídricos pelo Banco Mundial em parceria com o Global Environment Facility (GEF), inclusive no Brasil em nível de microbacias hidrográficas e a execução do Projeto Millennium (Projeto das Nações Unidas para que o mundo reverta o quadro de pobreza, fome e doenças opressivas que afetam bilhões de pessoas), tendo como uma das metas reduzir à metade, o percentual de pessoas que não possuem acesso à água potável até 2015. Também o Fórum Mundial da Água - que ocorreu no início de 2009 na Turquia, teve como um de seus principais temários a discussão de políticas públicas e mudanças políticas para efetiva solução dos problemas de gestão de recursos hídricos mundial. Em termos de legislação, é importante ressaltar que o Brasil possui um

<sup>1</sup> Pesquisador A Embrapa Solos. E-mail: rachel@cnpq.embrapa.br.

sistema de gestão de recursos hídricos bastante desenvolvido, inspirado no sistema francês, onde a gestão deve ocorrer em nível de comitês de bacias hidrográficas.

Outro fator importante a se considerar são as mudanças climáticas com reflexos nos recursos hídricos. Os modelos globais do IPCC têm mostrado que entre os anos de 1900 e 2100 a temperatura global poderá aquecer entre 1,4 e 5,8°C, o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele detectado no século XX (MARENGO; DIAS, 2006). Ainda sobre esta questão, no Brasil, no ano de 2009 foi realizado um seminário pela Agência Nacional de Águas (ANA) em São Carlos (SP) intitulado: Recursos Hídricos no Contexto das Mudanças Climáticas, no intuito de discutir os impactos das mudanças climáticas na gestão de recursos hídricos.

Contudo, é sabido que além das mudanças climáticas, ações antrópicas, sem a preocupação conservacionista, como as mudanças contínuas no uso e cobertura da terra e lançamento de esgotos *in natura* nos corpos d'água, são fatores que contribuem para a degradação e consequente escassez dos recursos hídricos.

Diversos são os fatores que levam à deterioração da água, podendo ser classificados em fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais se caracterizam, essencialmente, pelos efluentes domésticos e industriais, já as difusas são caracterizadas pelos resíduos provindos da agricultura (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros), podendo ser citados ainda o escoamento superficial urbano e dos pátios de indústrias. Este tipo de poluição pode ser intensificado devido à irrigação, à compactação do solo, ao desflorestamento (inclusive de mata ciliar), à ausência de práticas conservacionistas do solo, aos processos erosivos, além da interferência de fatores naturais (geologia, geomorfologia, declividade, pedologia, formato e densidade da bacia de drenagem, regime de chuvas, permeabilidade do solo e outros) (PRADO, 2004). A situação é grave visto que existem estimativas (LOAGUE et al., 1998) de que, aproximadamente, de 30 a 50% dos solos da Terra sejam afetados por poluentes provindos de fontes difusas e que estes estão atingindo os cursos d'água gradativamente.

O principal meio pelo qual os poluentes atingem um curso d'água, de maneira difusa, é o escoamento superficial. No entanto, identificar e quantificar esses

poluentes não é fácil, pois para tal, faz-se necessário o conhecimento do comportamento destas substâncias no meio ambiente (meia-vida, percolação, persistência, degradação, deslocamento, dentre outros) e dos fatores naturais e antrópicos mencionados que interferem no transporte e disposição desses poluentes na água. Uma discussão sobre as interferências antrópicas e naturais na qualidade da água, em uma bacia do Noroeste do Estado do rio de Janeiro, foi realizada por Prado et al. (2005).

Sendo assim, diversas metodologias têm sido aplicadas no sentido de simular o escoamento superficial, a perda de solos, bem como identificar as fontes de poluição difusas. Dentre essas metodologias as mais utilizadas são: equação de perda de solos, modelagem matemática e modelagem espacial em SIG.

Como a poluição ocorre gradativamente, é preciso fazer uso de instrumentos capazes de detectar as alterações ocorridas em um determinado corpo hídrico, o que é denominado de monitoramento da qualidade da água. Este se presta a identificar o nível da degradação ao longo do tempo, por meio de parâmetros que podem ser de natureza física, química e biológica.

Os sistemas de monitoramento de qualidade da água podem ser definidos como esforços direcionados a obter informações qualitativas a respeito das características físicas, químicas e biológicas da água, via amostragens dos corpos d'água (SANDERS et al., 1987). Para se estabelecer um sistema de monitoramento, primeiramente é preciso estar bem claro o objetivo do monitoramento, selecionando os parâmetros a serem monitorados e a metodologia de monitoramento a ser adotada.

Em relação à qualidade da água, após se estabelecer o objetivo do monitoramento e os parâmetros a serem analisados, certos cuidados devem ser tomados, sendo alguns deles recomendados por Smith e McBride (1990), a seguir:

- as peculiaridades dos diversos tipos de corpos d'água e trechos dos mesmos com diferentes características devem ser consideradas (rios, lagos, água subterrânea, oceanos, diferentes compartimentos de reservatórios, dentre outros);
- determinação das possíveis estações e períodos de amostragens, visando melhor representatividade espacial e temporal;

- a frequência na obtenção dos dados deve estar também acoplada aos ciclos sazonais e às características hidrológicas da área;
- deve-se considerar a proximidade das estações amostrais das fontes de poluição e uso e cobertura da terra da bacia de drenagem;
- avaliação da acurácia necessária ao programa de monitoramento;
- os operadores de campo devem estar capacitados visando manter a integridade das amostras durante a coleta, transporte e armazenamento;
- a análise das amostras deve ser feita em laboratórios apropriados, assim como os equipamentos de medição em campo devem estar calibrados e em boas condições e os procedimentos analíticos devem garantir a confiabilidade dos resultados;
- no momento das análises dos resultados deve-se considerar o efeito diluição (precipitação e vazão), assim como procurar comparar os valores dos parâmetros com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2010), de acordo com a classe em que o corpo d'água monitorado se enquadra;
- desenvolver sistemas de armazenamento dos dados de forma adequada e segura (Banco de Dados);
- avaliar os custos do programa, e, sempre que possível é importante que o monitoramento de qualidade da água tenha continuidade, dentre outras recomendações.

Quanto à forma como é efetuado e ao tipo de técnicas envolvidas, o monitoramento de qualidade da água pode ser classificado, segundo Prado et al. (2004), em:

- **Convencional:** atualmente com auxílio de sensores portáteis para medição *in situ*, porém, com a maior parte dos parâmetros sendo analisados em laboratório;
- **Participativo e educativo:** monitoramento realizado com o objetivo de educação ambiental e participação da comunidade na gestão dos recursos hídricos, utilizando kits de análise *in situ*. Pode-se citar o caso dos projetos *Observando o Tietê* do Núcleo União Pró-Tietê da SOS Mata Atlântica.
- **Em tempo real ou contínuo (Telemetria):** é feito por estação automática, provida de amostrador contínuo, tendo capacidade para medição de vários parâmetros como oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade, carbono orgânico total, diversos íons,

turbidez e clorofila. A transmissão dos dados é feita via satélite em tempo real.

- **Biológico:** utiliza organismos para uma melhor avaliação e entendimento das condições existentes na água, por meio de vigilância comportamental e medidas em animais, vegetais, algas e fungos, seja *in situ* ou em bioensaios laboratoriais.

O monitoramento da qualidade da água deve ocorrer no nível de bacias hidrográficas, visto que as ações antrópicas ocorridas no território da bacia hidrográfica exercerão influência direta ou indireta nos recursos hídricos da mesma, sejam eles superficiais ou subterrâneos. O monitoramento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica consiste em um dos principais instrumentos para subsidiar o planejamento e gestão da mesma, devendo apoiar a tomada de decisão, principalmente, nos Comitês de Bacias Hidrográficas, instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos. No entanto, destaca-se que as pequenas bacias hidrográficas localizadas em relevo montanhoso do Estado do Rio de Janeiro possuem, de modo geral, pouca atuação nos comitês de bacias, muitas vezes ainda não muito atuantes.

Também o Estado do Rio de Janeiro, por possuir grandes áreas sob relevo bastante montanhoso e diversos fragmentos florestais, remanescentes de Mata Atlântica, requer certas peculiaridades metodológicas em relação ao monitoramento ambiental, mais especificamente os hídricos (Figura 1).

Primeiramente, estas regiões são produtoras de água, pois nelas ficam as principais nascentes de uma bacia hidrográfica, por isto constituem-se em Área de Preservação Permanente (APP), que devem ser obrigatória-



Foto: Rachel Bardy Prado

Figura 1. Relevo montanhoso apresentando fragmento de vegetação de Mata Atlântica. Município de Bom Jardim - RJ (2011).

mente preservadas por Lei. No entanto, no Estado do Rio de Janeiro, em áreas montanhosas, pode-se observar o predomínio da ocupação por pastagens, na maioria das vezes mal manejada, com sérios processos erosivos (Figura 2).

Foto: Rachel Barty Prado

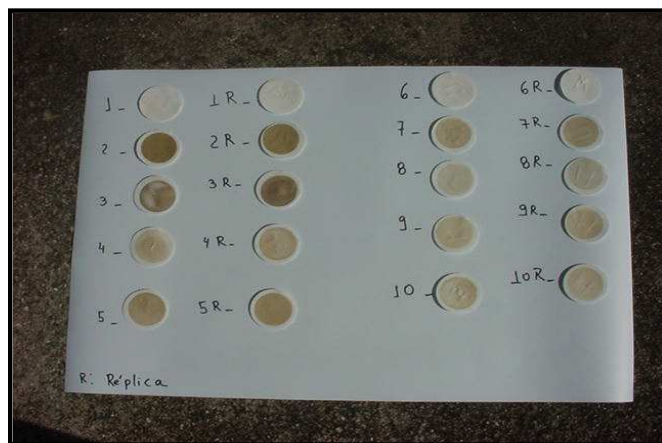


**Figura 2.** Manejo inadequado do solo em relevo montanhoso do RJ. Município de São José de Ubá - RJ (2007).

Desta forma, é preciso que as nascentes sejam mapeadas e monitoradas como ocorreu no Estado de Minas Gerais no Projeto olho d'água - preservação e recuperação de nascentes (DUARTE et al., 2004), no sentido de identificar processos de degradação de sua qualidade ou redução de vazão. Estes processos vem sendo bem comum em municípios do interior do Rio de Janeiro, principalmente na área rural, onde a população recorre aos poços rasos (cacimbas) para abastecimento doméstico, devido ao fato das nascentes terem secado. Por outro lado, estas cacimbas são construídas muitas vezes próximo às fossas sépticas, havendo contaminação por nitratos e coliformes fecais (MENEZES et al., 2009).

Também o monitoramento da água dos rios nestas regiões montanhosas pode indicar o quanto de sedimentos estão atingindo os mesmos, o que poderá também comprometer a disponibilidade da água na bacia hidrográfica. É sempre importante também se estabelecer um ponto de amostragem do corpo hídrico que esteja a jusante de áreas florestadas, pois este será um ponto de referência e servirá também para avaliar o serviço ecossistêmico que a mata está prestando em relação aos recursos hídricos naquele local. A Figura 3 apresenta filtros com material em suspensão retidos (mg/L) a partir da filtragem de amostras de água obti-

das em diferentes posições de uma microbacia hidrográfica do município de São José de Ubá - Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, onde o relevo é bastante montanhoso, predominando pastagens mal manejadas que implicam em um maior acúmulo de sedimentos ao longo dos cursos de água. No entanto, é preciso considerar que fontes pontuais de poluição como os esgotos domésticos também contribuem para a entrada de sólidos nos corpos d'água.



**Figura 3.** Presença de sólidos em suspensão (mg/L) em amostras de água obtidas em diferentes posições de uma microbacia hidrográfica do município de São José de Ubá - RJ.

Outro aspecto a se considerar é que nas regiões montanhosas do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para a Região Serrana, a prática de olericultura e hortifruticultura é bastante comum. No cultivo convencional grandes quantidades de insumos agrícolas, principalmente fertilizantes e defensivos/pesticidas são utilizados, podendo comprometer a qualidade do ambiente bem como a saúde humana. Segundo Peres e Moreira (2007), o consumo de agrotóxicos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro é elevado, podendo chegar a 56,5 kg/trabalhador/ano, valor este cinco vezes superior à média da Região Sudeste e 18 vezes maior que a média do Estado do Rio de Janeiro. A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), através da Estação Experimental de Nova Friburgo, em parceria com a Associação Brasileira da Agricultura Biológica (ABIO), realizou levantamento que demonstrou que dos 32 agrotóxicos mais usados, 17 sofrem sérias restrições em outros países, sendo que oito deles já foram, inclusive, proibidos. Desta forma, o monitoramento de compostos relacionados aos pesticidas é bastante pertinente nesta região, apesar do custo de análise ser bastante elevado e poucas instituições do estado realizarem este tipo de análise.

Um outro aspecto é que as áreas montanhosas são de difícil acesso, principalmente nos períodos chuvosos, o que faz com que o monitoramento não tenha uma frequência regular. Isto alerta para que um programa de monitoramento da água seja bem planejado e com estratégia bem definida de amostragens e transporte, contemplando as diferentes estações do ano. Neste sentido, existem equipamentos que podem ser instalados, apesar de elevado custo, para fazer o monitoramento de alguns parâmetros de qualidade da água em tempo real (sonda multiparâmetro) ou *in situ* (medidores de qualidade da água portáteis). A Figura 4 apresenta um exemplo de medidor de qualidade da água portátil utilizado para o monitoramento da bacia hidrográfica dos rios Guapi-Macacu.



Foto: Rachel Bardy Prado

Figura 4. Monitoramento da qualidade da água *in situ*, utilizando medidor de qualidade da água portátil. Município de Cachoeiras de Macacu - RJ.

Ainda pelo fato das regiões montanhosas possuírem um grande percentual de APP, é preciso que a ordenação adequada da ocupação e do uso das terras ocorra, visando a preservação destas, e que os sistemas de produção agrícola sejam o mais sustentáveis possíveis, assegurando o papel fundamental das regiões montanhosas na produção de água. Podem ser citados: Sistemas Agroflorestais (SAF), agricultura orgânica, sistemas agroecológicos de produção, dentre outros, pois o produto ecologicamente e socialmente correto, tem uma agregação de valor, revertendo em melhoria da qualida-

de de vida no campo. Fato importante também é que estes sistemas são viáveis e recomendados para a agricultura familiar, predominante nas áreas montanhosas do Rio de Janeiro.

Ainda um outro fato interessante do monitoramento dos recursos hídricos em áreas montanhosas é a possibilidade de subsidiar o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), visto que a água é um dos elementos considerados, bem como o carbono e a biodiversidade, nos Programas de PSA. Contudo, monitorar a água, em áreas em que PSA estão sendo desenvolvidos, é essencial para checar se as intervenções estão sendo efetivas na melhoria da qualidade e quantidade da água.

No Brasil, no que tange ao PSA Hídrico, destaca-se o Programa Produtor de Água. Este foi concebido pela Agência Nacional de Águas - ANA tendo como propósito a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade da água e o aumento das vazões médias dos rios em bacias hidrográficas de importância estratégica para o País. É um programa de adesão voluntária de produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas terras, com vistas à conservação do solo e da água (SANTOS et al., 2010). Como os benefícios advindos dessas práticas ultrapassam as fronteiras das propriedades rurais e chegam aos demais usuários da bacia, o Programa prevê a remuneração dos produtores participantes. De acordo com a Agência, o Programa está alinhado à tendência mundial de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), baseada no princípio do provedor recebedor, que prevê bonificação aos usuários que geram externalidades positivas em bacias hidrográficas<sup>1</sup>. Um importante parceiro da ANA neste Programa é a ONG *The Nature Conservancy* (TNC) que tem não somente apoiado as ações relacionadas ao PSA, bem como disseminado o Programa para o país a fora.

No Estado do Rio de Janeiro, algumas iniciativas se destacam, tendo por objetivo a gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, por meio dos Comitês de Bacias e de instituições afins, inclusive com propostas relacionadas à avaliação e PSA como é o caso da bacia hidrográfica do rio Guandu. Um Fórum de discussões foi constituído, coordenado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) com participação de diversas instituições

<sup>1</sup> (<http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/ProgramaProdutorAgua.aspx>)

públicas, relacionadas ao meio ambiente e agricultura, organizações não-governamentais e representantes de comitês de bacias hidrográficas, a partir do I Seminário do Produtor de Água no Estado do Rio de Janeiro, que ocorreu na Embrapa Solos em fevereiro de 2010. Este Fórum tem o propósito de subsidiar a Política e Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e foi responsável pela elaboração do Decreto nº 42.029 aprovado em 2011, que trata dos mecanismos para a implantação dos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais no Estado do Rio de Janeiro.

O monitoramento da qualidade da água também traz informações importantes para serem utilizadas na aplicação de metodologias atuais voltadas à preservação dos recursos hídricos no meio rural, como é o caso do Cálculo da Pegada Hídrica, que já tem sido uma tendência no Brasil, principalmente para as grandes *commodities* (HOEKSTRA et al., 2011).

Ainda é relevante mencionar que os parâmetros de qualidade de água, geralmente monitorados, são muitos, cujos resultados são de difícil interpretação por pessoas não especialistas no tema. Desta forma, é preciso compilar 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. Uma forma de fazer isto é aplicar Índices de Qualidade da Água (IQA) que vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas mundialmente.

O IQA é um instrumento acessório na interpretação de dados, auxiliando na avaliação dos resultados. Dessa forma, torna-se útil no monitoramento e gerenciamento ambiental, servindo como ferramenta na tomada de decisões relativas aos recursos hídricos. Permite comunicação explícita entre profissionais e o público, onde a informação é transmitida em termos compreensíveis da qualidade e localização da poluição (MOLOZZI et al., 2005; AURELIANO et al., 2005; PINHEIRO, 2004).

No Brasil o índice mais utilizado é o desenvolvido por HORTON (1965), que serviu de subsídio para a elaboração de outros índices, dentre eles o de Brown et al. (1970) para a *National Sanitation Foundation* (NSF), que foi adaptado pela CETESB (2010). Em relação aos índices para a avaliação da qualidade da água subterrânea, poucos foram desenvolvidos no Brasil, destacando-se o Índice de qualidade de água subterrânea aplicado em área de aquíferos cristalinos com uso agrícola: bacia do rio São Domingos - RJ (MENEZES, 2009).

Sobretudo, a seleção dos parâmetros de qualidade da água, mais sensíveis às alterações do ambiente, seja por conta da intervenção antrópica ou naturalmente, que são denominados de indicadores, é essencial para a redução de tempo e custos nos monitoramentos. Neste caso, é preciso estar atento às características locais, pois indicadores de uma região podem não se adequar à outra, com características ambientais diferenciadas. No caso de medições automáticas em campo, seja em tempo real ou não, é preciso tomar alguns cuidados em relação à segurança no local de instalação dos equipamentos e estratégia que facilite a coleta, manutenção e organização dos dados.

Finalmente, monitorar a qualidade da água em áreas rurais de ambiente montanhoso do Estado do Rio de Janeiro é um grande desafio e requer cuidados específicos, mas é essencial para direcionar políticas públicas e investimento em saneamento básico e tratamento da água para abastecimento, visto que a maioria dos municípios não possuem sistemas de tratamento de esgoto e água adequados, principalmente nas comunidades rurais. A água também pode ser monitorada para fins de irrigação de culturas agrícolas. E ainda é importante para mostrar o nível de degradação dos recursos hídricos nestas regiões, muitas vezes provedoras de água para as regiões de baixada e nortear a ordenação da ocupação e manejo das terras na agricultura, considerando que as áreas rurais também geram fontes de poluição da água, sejam elas difusas ou pontuais.

Com o propósito de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, destacando neste trabalho a da água e na busca de uma agricultura mais sustentável, pesquisadores da Embrapa Solos, juntamente de seus parceiros, tem inserindo o componente de monitoramento ambiental nos últimos 10 anos em seus projetos, tendo atuado principalmente em microbacias hidrográficas rurais do Estado do Rio de Janeiro.

## Referências

- AURELIANO, J.; FERRAZ, A. C.; CLEMENTE, A.; FALCÃO, D. Monitoramento da Qualidade da Água com Base em Zonas Homogêneas na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 23 de Janeiro 2005. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama](http://www.mma.gov.br/port/conama)>. Acesso em: 14 jul. 2010.
- BROWN, R. M.; McLELLAND, N. I.; DEININGER, R. A.; TOZER, R. G. A. Water quality index - Do we dare? **Water & Sewage Works**, Chicago, v. 117, n. 10, p. 339-343, 1970.
- CETESB. **Índice de qualidade da água**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iap\\_iqa.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp)>. Acesso em: 14 jul. 2010.
- DUARTE, F. V.; FERNANDES, L. A.; MENDES, M. T.; ROCHA, J. M. J.; MONÇÃO, K. M. G.; GOMES, R. D.; FERREIRA, C. S.; VELOSO, J. N.; ALMEIDA, P. P. Projeto Olho D'água - preservação e recuperação de nascentes. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 7., 2004, Belo Horizonte - MG. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2004.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, MESFIN M. **The water footprint assessment manual: Setting the global standard**. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/WaterFootprintAssessmentManual>>. Acesso em 09 de jun. 2011.
- HORTON R. K. An index number system for rating water quality. **Journal WPCF**, v. 37, p. 300-305, 1965.
- LOGUE, K.; CORWIN, D. L.; ELLSWORTH, T. R. The challenge of predicting nonpoint source pollution. **Environmental Science and Technology**, v. 32, n. 5, p. 130-133, 1998.
- MARENGO, J. A.; DIAS, P. L. da S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ª ed. São Paulo, Escrituras Editoras, p. 63-109, 2006.
- MENEZES, J. M. **Índice de qualidade de água subterrânea aplicado em área de aquíferos cristalinos com uso agrícola: bacia do rio São Domingos - RJ**. 2009. 189 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JUNIOR, G.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. S. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos - RJ. **Eng. Agríc.**, v. 29, n.4, p.687-698, out./dez. 2009.
- MOLOZZI, J.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. Qualidade da água utilizada na atividade de rizicultura: caso do Município de Gaspar/SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.
- PERES, F e MOREIRA, J. C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, suppl.4, 2007.
- PINHEIRO, A. Monitoramento e avaliação da qualidade das águas In: ROMEIRO, A. R. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 55-73.
- PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP**, como suporte à gestão de recursos hídricos. 2004. 172 f. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- PRADO, R. B.; MENEZES, J. M.; MANSUR, K. L.; MARTINS, A. M.; FREITAS, P. L. de; SILVA JUNIOR, G. C.; CARVALHO, L. G.; PIMENTA, T. S.; LIMA, L. A. Parâmetros de qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do Rio São Domingos - São José de Ubá, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. 703 p.

SANTOS, D. G.; DOMINGUES, F. D.; GISLER, C. V. T. Gestão de recursos hídricos na agricultura: o programa produtor de água. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; GRANATO, A. A. **Manejo e Conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p.353-376.

SMITH, D. G.; McBRIDE, G. B. New Zealand's national water quality monitoring networks - design and first year's operation. **Water Resources Bulletin**, v. 26, n. 5, p. 967-775. 1990.

### Comunicado Técnico, 60

**Embrapa Solos**  
**Endereço:** Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.  
**Fone:** (21) 2179-4500  
**Fax:** (21) 2274-5291  
**E-mail:** sac@cnps.embrapa.br  
<http://www.cnps.embrapa.br>

**1ª edição**  
1ª impressão (2011): online

### Comitê de publicações

**Presidente:** *Daniel Vidal Perez*  
**Secretária-Executiva:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*  
**Membros:** *Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Mauricio Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.*

### Expediente

**Supervisão editorial:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*  
**Revisão de texto:** *André Luiz da Silva Lopes*  
**Revisão bibliográfica:** *Ricardo Arcaño de Lima*  
**Editoração eletrônica:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*