

# PLANEJAMENTO DO USO AGRÍCOLA DAS TERRAS NAS ÁREAS DE AFLORAMENTO DO AQUÍFERO GUARANI: USO DA FERRAMENTA DE SIG

*Maria Leonor Lopes Assad*

Universidade Federal de São Carlos - Araras-SP

*Emília Hamada, Marco Antonio Ferreira Gomes*

Embrapa Meio Ambiente - Jaguariúna-SP

*João dos Santos Vila da Silva*

Embrapa Informática Agropecuária - Campinas-SP

O Sistema Aquífero Guarani é considerado a maior reserva estratégica de água doce da América Latina e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, com aproximadamente 70% de sua área localizada no Brasil. As faixas de recarga ou afloramento e áreas adjacentes são regiões de infiltração natural das águas, com elevada vulnerabilidade. Nessas áreas estão presentes diferentes sistemas de produção agrícola e alguns desses sistemas são de agricultura intensiva. Planejar o uso das terras na área de abrangência do Aquífero Guarani constitui tarefa fundamental para garantir a qualidade do ambiente para as gerações futuras.

É indiscutível que as atividades agrícolas causam impacto ambiental, que geram conflitos entre a necessidade de manutenção da qualidade do ambiente e a necessidade de produção, cada vez mais pressionadas por demandas sócio-econômicas. Por isso, estudos de planejamento de uso agrícola envolvem interações complexas entre natureza e sociedade, e exigem uma abordagem integrada da atividade agrícola e do gerenciamento dos recursos naturais, visando conciliar preservação e desenvolvimento.

Essa integração é facilitada com a utilização da tecnologia de sistemas de informações geográficas (SIG), apoiada no uso intensivo da informática, que consiste, conforme Silva (1999), em uma base integrada de dados georreferenciados, com controle de erro e funções de análise de álgebra cumulativa (operações de soma, subtração, multiplicação, divisão, etc) e não cumulativa (operações lógicas) de dados.

O SIG é bastante útil nos estudos relacionados às questões ambientais, apresentando como vantagem mais comum que os dados, uma vez inseridos no sistema, são manipulados com rapidez. Com isso as análises (especialização e cruzamento de dados) podem ser feitas de forma mais eficiente, com emprego de ferramentas matemáticas e estatísticas sofisticadas, o que resulta em produtos com menor subjetividade do que se fossem obtidos de forma manual. Além disso, o SIG pode integrar grandes bancos de dados de diferentes setores, facilitar a disponibilidade, a atualização dos dados e a produção de mapas com rapidez, e permite também a simulação de diferentes cenários.

No SIG ocorrem, em geral, processos de entrada, gerenciamento, armazenamento e análise de dados. A partir daí, são geradas informações, que em sua forma mais usual são produtos cartográficos (mapas, cartas, gráficos e tabelas), que auxiliam ou dão subsídios aos usuários para tomar decisões. Com o consenso na decisão escolhida, ela é então colocada em ação, agindo sobre o mundo real e eventualmente modificando-o, necessitando, então, de novas aquisições de dados de uma realidade diferente e assim por diante. Utilizar um SIG envolve aprender a pensar: sobre os padrões, sobre o espaço e sobre os processos que agem no espaço. À medida que se aprende sobre os procedimentos específicos, eles frequentemente serão encontrados no contexto das aplicações específicas e geralmente serão designados por nomes que sugerem essas aplicações típicas. Porém, deve-se resistir à tentação de categorizar essas rotinas. A maioria dos procedimentos têm aplicações muito mais gerais e podem ser utilizados de muitos modos inesperados e inovadores.

Nos estudos visando o planejamento do uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani, a organização de informações em um SIG foi de grande importância, tanto pelas inúmeras variáveis que foram consideradas, quanto pelos procedimentos adotados, visando facilitar sua aplicação por parte do usuário não especializado (HAMADA et al., 2007), e pela possibilidade de se atualizar os produtos gerados por meio da agregação de novas informações.

O Aquífero Guarani encontra-se confinado em 90% de sua superfície, e os 10% restantes têm características de aquífero livre, constituindo sua principal área de recarga direta (CAMPOS, 2000). As faixas de recarga direta ou de afloramento do pacote arenoso e as áreas de recarga lenta, são regiões de infiltração natural das águas, com elevada vulnerabilidade, sendo imperativo o controle das fontes de poluição aí existentes para que o aquífero possa ser utilizado ao longo das gerações (ROCHA, 1996). Nas áreas de recarga direta do Guarani ocorrem afloramentos de arenito, associados aos seus produtos de alteração. No Brasil, nas áreas de recarga direta estão presentes diferentes sistemas de produção agrícola (arroz irrigado, cana-de-açúcar, milho, soja, entre outros). Alguns desses sistemas são de agricultura intensiva, que utilizam grande quantidade de insumos. Desta forma, é necessário o estudo da adequação do uso agrícola das terras, analisando de forma integrada a vulnerabilidade dos recursos naturais, de modo a subsidiar a gestão ambiental das áreas críticas quanto aos riscos de contaminação do aquífero.

Um exemplo é o estudo de avaliação da aptidão agrícola da microbacia hidrográfica do Córrego do Espraiado, Ribeirão Preto-SP, compatibilizada com a exploração racional das águas, realizado considerando o sistema de produção agrícola intensivo predominante na microbacia, ajustado para a vulnerabilidade das áreas de recarga do aquífero e para a metodologia de emprego de SIG (HAMADA et al., 2006; HAMADA et al., 2008).

A área de estudo se estende por aproximadamente 4.131 ha, com ocupação predominante da lavoura de cana-de-açúcar. São encontradas também pequenas áreas de matas ciliares marginais aos cursos d'água e campos higrófilos nas áreas mal drenadas das

planícies de inundação. Nessa área predominam relevos planos a suaves ondulados (0 a 8%), seguidos por relevos ondulados (8 a 20%), e o material de origem predominante é constituído de basaltos (76%), seguido de basaltos e arenitos associados em proporções semelhantes (12%). Na microbacia predominam Latossolos e Nitossolos, que possuem aptidão boa ou regular para culturas em sistemas de produção intensivos (Figura 1). Constata-se também a presença de Neossolos Quartzarênicos, que ocorrem em pequena faixa (123 ha). Esses solos desempenham um importante papel na recarga direta do aquífero, devido à sua elevada permeabilidade. Entretanto, eles apresentam teor de argila muito baixo (< 15%), o que lhes confere reduzida capacidade de retenção de cátions e ânions. Portanto, o uso agrícola intensivo desses solos deve ser restrito (Figura 1), pois aumenta a vulnerabilidade do aquífero. Ou seja, a avaliação de aptidão agrícola de terras, em particular na área de abrangência do Aquífero Guarani, deve considerar tanto as potencialidades do solo, quanto o impacto que o uso agrícola pode causar na quantidade e na qualidade da água infiltrada.

Outro exemplo é a determinação da aptidão agrícola da área de recarga do Aquífero Guarani na região das nascentes do rio Araguaia. Nesse estudo, considerou-se a manutenção da qualidade das águas subterrâneas e foram definidas áreas críticas de maior vulnerabilidade. A drenagem principal é o próprio rio Araguaia, sendo que na sua margem esquerda, no município de Alto Taquari (MT), os principais cursos d'água são os Córregos Araguinha e Furnas. Na margem direita, no município de Mineiros-GO, os principais cursos d'água são os Córregos Buracão, Queixada, Cabeceira Alta e Ribeirãozinho.

É essencial, no estudo da adequação do uso agrícola das terras, analisar de forma integrada as informações dos recursos naturais, de modo a subsidiar a gestão ambiental das áreas críticas quanto aos riscos de contaminação do aquífero. Desta forma, foram estabelecidos mapeamentos na escala 1:50.000 das curvas de nível, da morfoestrutura, da litoestrutura (Figura 2), da geomorfologia e dos solos. Além disso, essas mesmas informações foram levantadas na escala de 1:25.000 em três áreas consideradas críticas, localizadas na Fazenda Babilônia, Fazenda Olho d'Água e Fazenda Dallas. O uso atual foi obtido em escala de 1:25.000 para toda a área, dada a alta resolução da imagem Ikonos. O SIG elaborado subsidiou o ordenamento agroambiental das áreas de afloramento do Aquífero Guarani proposto em Gomes et al. (2008).

Pode-se concluir que o emprego da ferramenta de SIG em estudos como esses é muito importante, pois permite a integração de diversas informações de recursos naturais e a análise complexa delas. No entanto, destaque-se que, aliada à ferramenta, é essencial a adoção de uma metodologia eficiente, de forma a se obter ganhos de conhecimentos, análises e integrações relativas ao ambiente. A importância do SIG é enfatizada como resultado da implementação de um bem projetado sistema de banco de dados.

Cabe ainda destacar que apesar do grande desenvolvimento tecnológico do SIG, existe ainda no Brasil um grave problema de falta de informação ou de base de dados espaciais confiáveis, por diversas razões. Portanto, estudos como os apresentados aqui

são de grande importância, não somente por disponibilizar essas informações, mas também para o avanço do conhecimento nos estudos de planejamento do uso agrícola das terras nas áreas de recarga do Aquífero Guarani.

### Referências Bibliográficas

CAMPOS, H. C. N. S. *Modelación conceptual y matemática del Acuífero Guarani*, Cono Sur. Acta Geologia Leopoldensia, São Leopoldo, v. 23, n. 4, p. 3-50, 2000.

GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C.; PEREIRA, A. S.; ASSIS, M. C. de; HAMADA, E.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C. *Ordenamento agroambiental das áreas de afloramento do Aquífero Guarani*. In: GOMES, M. A. F. (Ed.). *Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental*. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, parte 3, cap. 1, p. 343-362.

HAMADA, E.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; PEREIRA, D. A. *Aptidão agrícola na área de recarga do Aquífero Guarani: caso da microbacia hidrográfica do Córrego do Espraia-do, Ribeirão Preto-SP*. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 1, p. 62-71, 2006.

HAMADA, E.; LOPES-ASSAD, M. L.; PEREIRA, D. A.; BOSCHI, R. S. *Operações de álgebra de mapas em sistema de informações geográficas para estimativa*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007.

HAMADA, E.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; SILVA, J. S. V.; GOMES, M. A. F. *Geoprocessamento como ferramenta integradora para o planejamento do uso agrícola das terras e a manutenção da qualidade das águas subterrâneas nas áreas de afloramento do Aquífero Guarani*. In: GOMES, M. A. F. (Ed.). *Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental*. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, parte 3, cap. 2, p. 363-376.

ROCHA, G. A. *Mega reservatório de água subterrânea do Cone Sul: bases para uma política de desenvolvimento e gestão*. Curitiba: UFPR, 1996. 25 p.

SILVA, A. B. *Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos*. Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 236 p.