



Preparado em cooperação com o Millennium Challenge Corporation

# Os Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã, Ilha de São Nicolau, em Cabo Verde, África Ocidental

## Resumo do início do estudo das águas subterrâneas

### Por que o estudo foi feito?

Em Cabo Verde, os recursos hídricos subterrâneos fornecem a água para a agricultura, para a indústria e para o consumo humano. Esses recursos são limitados e susceptíveis à contaminação. Recursos hídricos subterrâneos adicionais são necessários para um desenvolvimento contínuo da agricultura, especialmente durante os períodos de seca, mas um aumento no uso e (ou) nas alterações climáticas podem ter efeitos drásticos sobre a quantidade e qualidade da água potável disponível. Nos aquíferos situados nas ilhas vulcânicas, como os de Cabo Verde, veios de água subterrânea potável “flutuam” tipicamente em cima de uma camada de água salobra, na fronteira com a água salgada, e um aumento no bombeamento pode provocar a intrusão da água salgada ou de outras contaminações. Um estudo recente do U.S. Geological Survey (Heilweil e outros, 2006, 2009), avaliou as condições de base da água subterrânea nas bacias hidrográficas em três ilhas de Cabo Verde para fornecer uma base científica para o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, com vista a minimizar a exaustão das águas subterrâneas e prevenir uma contaminação no futuro.

### Localização e abordagem

Cabo Verde é um arquipélago composto de nove ilhas habitadas, situado aproximadamente a 750 quilômetros da Costa Ocidental da África (fig. 1). Três bacias hidrográficas foram selecionadas para o estudo de base das águas subterrâneas: Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã, em São Nicolau (ver ficha), Bacia Hidrográfica dos Mosteiros, em Fogo (Heilweil e outros, 2010a), e Bacia Hidrográfica da Ribeira do Paúl, em Santo Antão (Heilweil e outros, 2010b). Em Cabo Verde, as chuvas variam grandemente de ano para ano e de acordo com a altitude do lugar. As precipitações médias anuais variam grandemente de menos de 50 milímetros ao longo das áreas costeiras povoadas, até 1.000 milímetros nas montanhas. A maioria da população reside em áreas rurais e retira o seu sustento da



Figura 1. Localização das bacias de estudo na República de Cabo Verde, África Ocidental.

agricultura de sequeiro; a chuva irregular torna a agricultura extremamente difícil em todas as áreas, exceto nas mais úmidas.

Poucos riachos são perenes porque a maioria da água da chuva que cai escorre muito rapidamente para o oceano, evapora ou é usada pelas plantas, enquanto que o restante infiltra-se através da rocha permeável e serve para recarregar os aquíferos subjacentes. A água subterrânea se move pelo baixo gradiente, da elevação superior para a parte inferior de cada bacia hidrográfica, infiltrando para poços (furos), nascentes, riachos, galerias, e finalmente em direção aos oceanos pela infiltração submarina (fig. 2). Para avaliar os recursos das águas subterrâneas em cada uma dessas bacias, foram recolhidos dados em muitos destes pontos de descarga. Os níveis das águas subterrâneas resultantes, as medições do caudal e a análise química das amostras foram utilizados para avaliar as disponibilidades das águas subterrâneas, suas fontes de recarga, o tempo de viagem, a vulnerabilidade à contaminação, e a sustentabilidade do bombeamento.

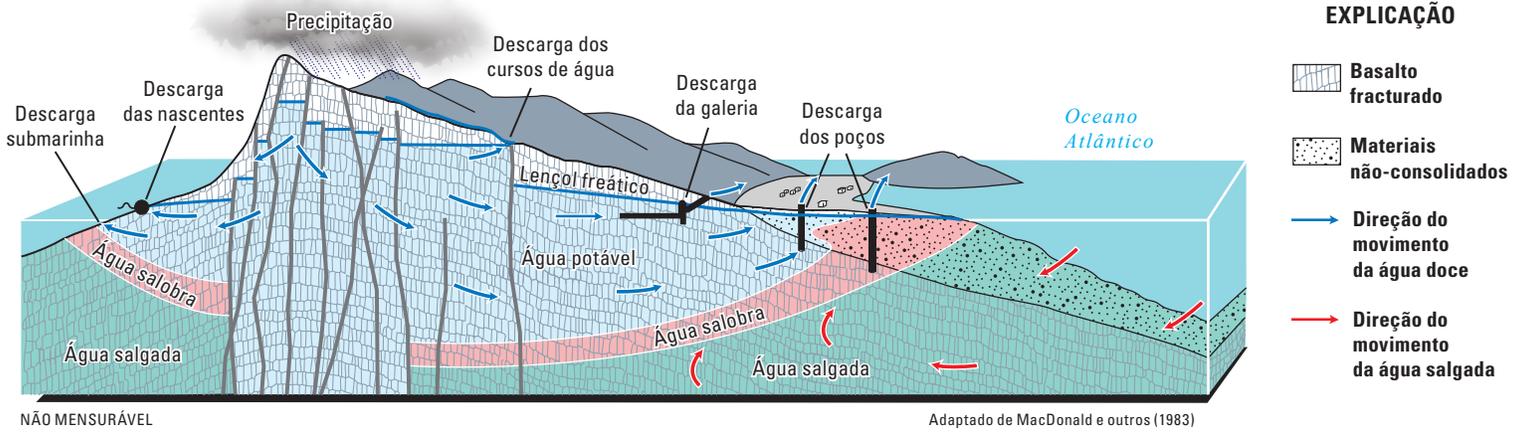


Figura 2. Modelo conceptual genérico da hidrologia nas ilhas vulcânicas.

## Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã, Ilha de São Nicolau

### Resultados - O que foi aprendido?

A Ribeira da Fajã (16 quilômetros quadrados), está situada a uma altitude relativamente mais baixa e é a mais seca das três bacias em estudo, estando localizada a uma altitude média de 480 metros, com uma precipitação média anual estimada em cerca de 300 milímetros. A precipitação anual registada na estação (meteorológica) de medição do Cachaço (fig. 3) mostra a variação entre um mínimo de 100 para quase 700 milímetros. Em Ribeira da Fajã, não há dados de descargas mensuráveis de água subterrânea para as nascentes ou rios. Historicamente, houve nascentes na parte inferior da bacia, mas essas nascentes secaram como resultado da conclusão das obras da Galeria de Fajã em 1985. A drenagem das águas subterrâneas associadas a esta galeria causou igualmente um declínio nos níveis de água para 20 metros ou mais nos poços vizinhos, dois dos quais posteriormente secaram. As descargas a partir da galeria já concluída são hoje a única fonte de água subterrânea na bacia hidrográfica, mas diminuíram de um fluxo diário inicial de 1.400 metros cúbicos, para cerca de 400 metros cúbicos, nos últimos anos. Este declínio foi causado pela seca do aquífero ligado à galeria, ao invés das mudanças nos níveis de precipitação (fig. 4). Com base neste valor de descarga, apenas três por cento da precipitação na bacia hidrográfica alcança as águas subterrâneas, mas esse percentual pode ser ainda maior graças às infiltrações submarinas de águas subterrâneas que ocorrem na costa da Ribeira da Fajã.

Rastreadores ambientais<sup>1</sup> colocados em um dos poços e em mais três localizações distintas dentro da galeria, indicaram que as águas subterrâneas na bacia da Ribeira da Fajã têm mais de 50 anos. Isto é consistente com a baixa pluviosidade e com a pouca

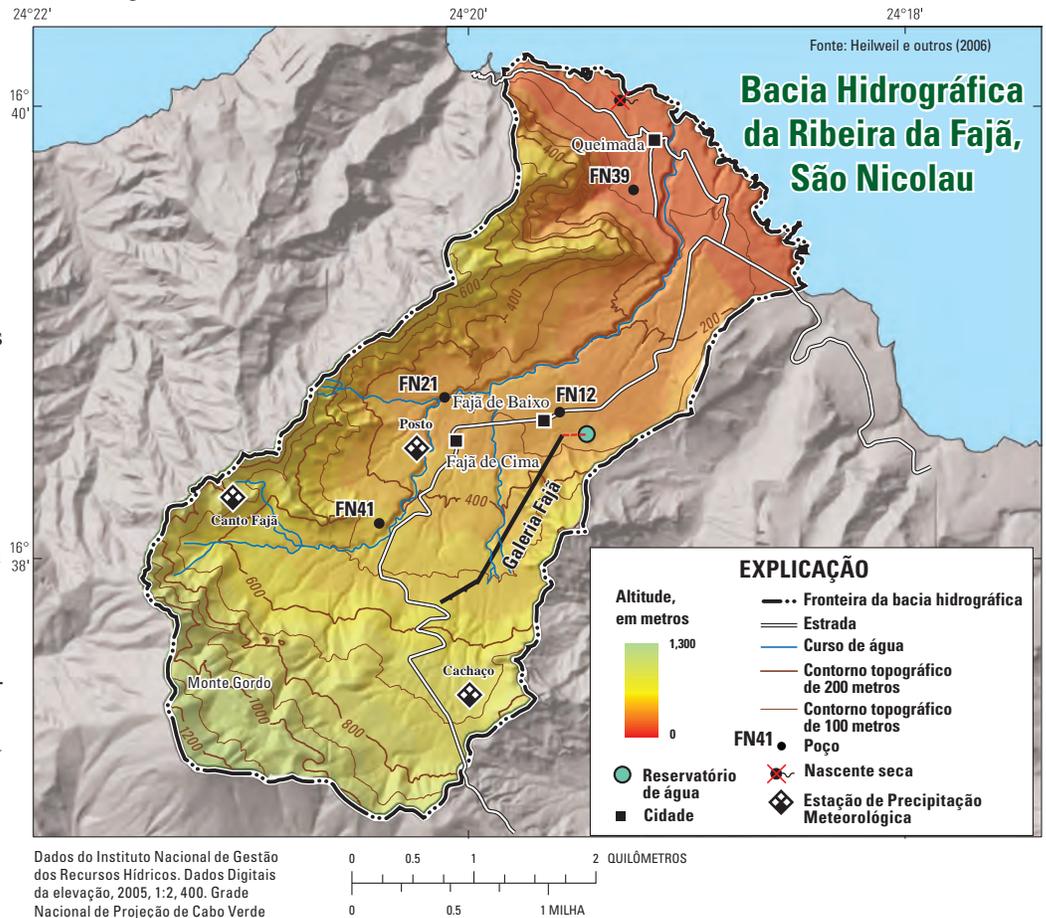


Figura 3. Mapa hidrologico da Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã, ilha de São Nicolau.

descarga de água subterrânea medida nesta bacia se comparada com aquelas verificadas nas outras duas bacias que possuem águas subterrâneas mais recentes. Devido à redução nos índices de precipitação e de recarga, assim como dos níveis mais profundos de águas subterrâneas, o sistema de águas subterrâneas na Ribeira da Fajã pode não ser tão susceptível à contaminação pela agricultura e (ou) sistemas sépticos como nas outras duas bacias. A qualidade das águas subterrâneas na bacia é geralmente muito boa. O nível mais baixo de recarga nesta bacia do que nas outras duas bacias em estudo, indica que sua camada inferior pode ser susceptível à intrusão de água salgada devido ao bombeamento dos poços.

<sup>1</sup> Os rastreadores ambientais usados para determinar a idade da água foram o trítio (<sup>3</sup>H) e o hélio tritogénico (<sup>3</sup>He<sub>trit</sub>). A datação das águas subterrâneas usando o método de trítio/hélio foi parcialmente prejudicada pelas altas concentrações de hélio associadas como vulcanismo ou gases derivados do manto.

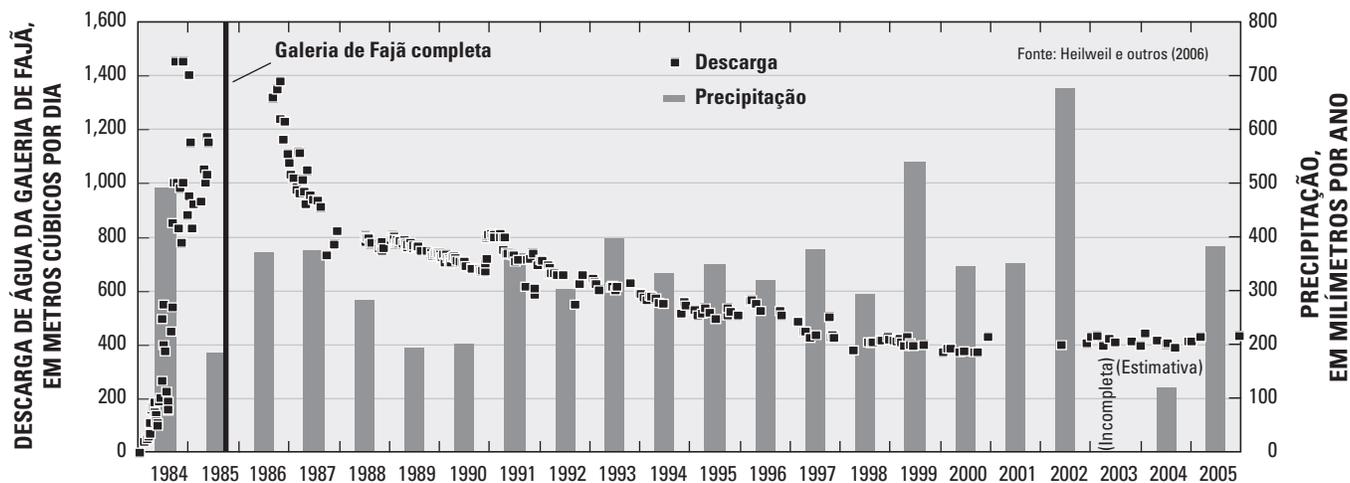


Figura 4. Gráfico da demonstração da descarga a partir da Galeria e pluviosidade da Bacia da Ribeira da Fajã.

## Desafios para o futuro desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã

- Os recursos de água subterrânea na Bacia da Ribeirada Fajã são limitados em comparação com outras bacias hidrográficas de Cabo Verde, que possuem maiores níveis de precipitação e de infiltração.
- A construção da Galeria de Fajã, em 1985, forneceu uma fonte adicional de água na bacia hidrográfica, mas, por outro lado, provocou um rápido declínio nos níveis de água subterrânea, ocasionando a seca nos poços e nas nascentes das proximidades.
- As melhorias na recarga (recarga artificial) numa bacia hidrográfica é um mecanismo possível de ser feito para a reposição da capacidade de armazenagem das águas subterrâneas, mas deve levar-se em conta a permeabilidade dos solos da superfície e das rochas subjacentes.
- A qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica é geralmente muito boa e nenhum dos furos está sendo bombeado atualmente. Para minimizar o risco da intrusão de água salgada,

no entanto, o desenvolvimento das águas subterrâneas nas zonas próximas à costa deve ser limitado no futuro.

- Devido às preocupações com a quantidade e com a qualidade da água na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã, uma gestão cuidadosa e práticas de manejo serão essenciais para proteger os recursos hídricos para as gerações futuras.

*Através da implementação de um processo rigoroso de monitoramento constante na Galeria de Fajã das descargas, da pluviosidade, das mudanças nos níveis freáticos, dos parâmetros químicos (salinidade e nitratos), e de um bombeamento adequado, será possível estabelecer medições científicas para garantir a futura sustentabilidade das águas subterrâneas e o desenvolvimento da agricultura na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Fajã.*

### Agradecimentos

O USGS agradece ao Millennium Challenge Account - Cabo Verde, ao Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, e às agências locais de gestão de água nos Mosteiros, Ribeira do Paúl e Ribeira da Fajã pela disponibilização de informações históricas e pela assistência na coleta de dados hidrológicos e na interpretação dos mesmos.

Victor M. Heilweil, Stephen B. Gingerich,  
L. Niel Plummer, and Ingrid M. Verstraeten

### Referências adicionais

- Haagsma, B., 1995, Traditional water management and state intervention: The case of Santo Antão, Cape Verde: Mountain Research and Development, v. 15, no. 1, p. 39-56.
- Heilweil, V.M., Earle, J.D., Cederberg, J.R., Messer, M.M., Jorgensen, B.E., Verstraeten, I.M., Moura, M.A., Querido, A., Spencer, F., and Osorio, T., 2006, Evaluation of baseline ground-water conditions in the Mosteiros, Ribeira Paúl, and Ribeira Fajã Basins, Republic of Cape Verde, West Africa, 2005-06: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5207, 42 p.
- Heilweil, V.M., Gingerich, S.B., Plummer, L.N., Verstraeten, I.M., 2010a, Groundwater resources of Mosteiros Basin, Island of Fogo, Cape Verde, West Africa: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2010-3069, 6 p.
- Heilweil, V.M., Gingerich, S.B., Plummer, L.N., Verstraeten, I.M., 2010b, Groundwater resources of Ribeira Paúl Basin, Island of Santo Antão, Cape Verde, West Africa: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2010-3070, 6 p.
- Heilweil, V.M., Solomon, D.K., Gingerich, S.B., and Verstraeten, I.M., 2009, Oxygen, hydrogen, and helium isotopes for investigating groundwater systems of the Cape Verde Islands, West Africa: Hydrogeology Journal, v. 17, no. 5, 1157-1174.
- Langworthy, M. and Finan, T.J., 1997, Waiting for rain: Agriculture and ecological imbalance in Cape Verde: Boulder, Colorado, Lynne Rienner Publishers, ISBN 1-55587-709-5, 212 p.
- MacDonald, G.A., Abbott, A.T., and Peterson, F.L., 1993, Volcanoes in the sea: The geology of Hawaii (2nd ed.): Honolulu, Hawaii, University of Hawaii Press, 517 p.

Para quaisquer informações adicionais, contactar:

U.S. Geological Survey,  
International Water Resources Branch  
12201 Sunrise Valley Drive  
Reston, Virginia 20192  
703-648-5230

Esta publicação está disponível online no site:

<http://pubs.usgs.gov/fs/2010/3071>

