

Identificação da Rede de Monitorização da Quantidade de Agua da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca – Cabo Verde. Princípios e Monitorização.

Marize Freitas de Almeida Gominho

Eng.^a em Gestão dos Recursos Hídricos, Tel.: (238)2611900 – mariseg@ingrh.gov.cv

Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

Cabo Verde

RESUMO --- Cabo Verde é um País insular, situado à 500kms da costa Ocidental Africana. Composto por 10 ilhas de origem vulcânicas, pertencentes a zona climática Saheliana árida, onde a precipitação anual é muito limitada e a estação das chuvas vai de Agosto a Outubro. A área do estudo é a bacia hidrográfica de Ribeira Seca, situada na parte nordeste da ilha de Santiago. De acordo com o Censo 2000, a população da bacia é estimada em 14.343 habitantes. Apesar de ser uma das bacias mais exploradas de Santiago, do ponto de vista da extracção da água, não existe um único piezómetro. A obtenção de valores do volume explorado na bacia é uma tarefa bastante difícil, uma vez que a grande maioria dos poços e nascentes não é licenciado. Um conjunto de pontos de observação, onde periodicamente se efectua as medições do nível da água e o caudal das nascentes, constitui a rede de quantidade de água que compreende a rede piezométrica e a de caudais das nascentes. Este trabalho pretende elaborar uma rede de referência de quantidade de água que visa essencialmente a caracterização do recurso e o acompanhamento da sua evolução espaço-temporal para uma adequada gestão do mesmo.

ABSTRACT---The Republic of Cape Verde is an island situated at 500km of West Africa. It comprise 10 volcanic island, belonging to Saheliana zone, where the annual precipitation very is limited and the rainfall season goes from August to October. The area of the study is the basin of Ribeira Seca, situated in the northeast part of Santiago Island (bigger island of the nation). In accordance with Census 2000, the population of the basin is estimated to be 14.343 inhabitants and is divided in three sub-basins: Ribeira de Montanha, Ribeira de Mendes Faleiro Cabral and Ribeira Seca, with a total surface of 71,5Km². Although it is one of the most exploited basins in Santiago, there isn't any observation well. To obtain the discharge of the basin is a very difficult task. A set of points where periodically, the measurements are done to evaluate the water level and the discharge of the springs comprise the piezometric network. The objective of this study is to elaborate a monitoring programme for Ribeira Seca which aims essentially the characterization of the resource and its temporal evaluation for better management of the resource.

Palavras-chave: Sustentabilidade Hídrica, Rede Piezométrica, Evolução Espaço-Temporal.

1. INTRODUÇÃO

A República de Cabo Verde é um País insular, situado à 500kms da costa Ocidental Africana. Composto por 10 ilhas de origem vulcânica, pertencentes a zona climática Saheliana árida, onde a precipitação anual é muito limitada e a estação das chuvas vai de Agosto a Outubro.

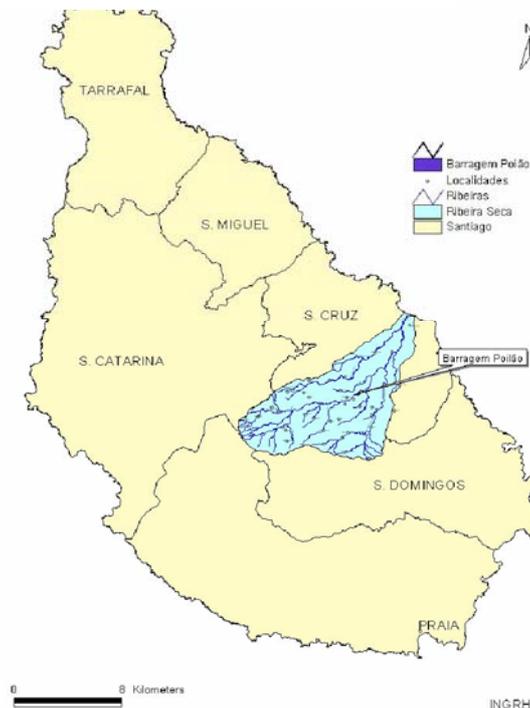
A área do estudo é a bacia hidrográfica de Ribeira Seca (Figura1.), situada na parte nordeste da ilha de Santiago (maior ilha do País). De acordo com o Censo 2000, a população da bacia é estimada em 14.343 habitantes e está dividida em três sub-bacias Ribeira de Montanha, Ribeira de Mendes Faleiro Cabral e Ribeira Seca, perfazendo uma superfície total de 71,5Km².

Apesar de ser uma das bacias mais exploradas de Santiago, do ponto de vista da extração de água, não existe um único piezometro. A obtenção de valores do volume explorado na bacia é uma tarefa bastante difícil, uma vez que a grande maioria dos poços e nascentes não é licenciado.

Um conjunto de pontos de observação, onde periodicamente se efectua as medições do nível da água e o caudal das nascentes, constitui a rede de quantidade de água que compreende a rede piezometrica e a de caudais das nascentes.

Este trabalho pretende elaborar uma rede de referência de quantidade de água que visa essencialmente a caracterização do recurso e o acompanhamento da sua evolução espaço-temporal para uma adequada gestão do mesmo.

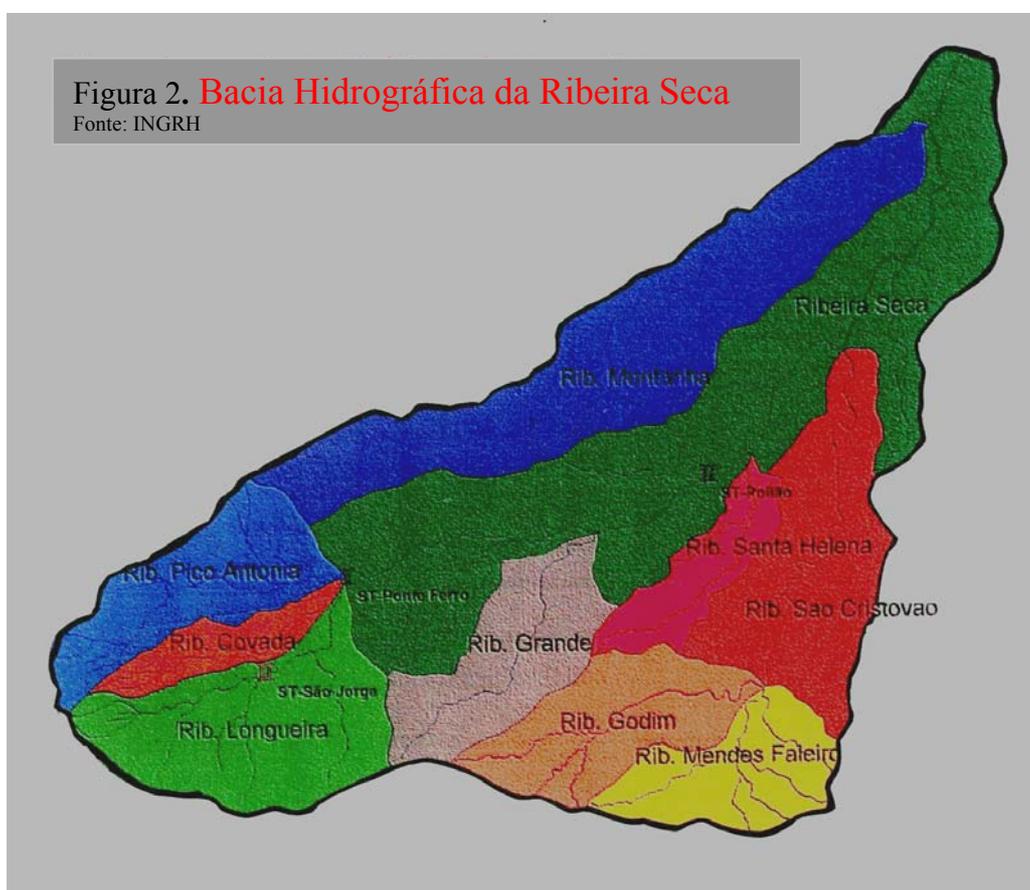
Figura 1. ILHA DE SANTIAGO
Fonte:INGRH



2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA

A bacia hidrográfica de Ribeira Seca localiza-se na parte nordeste da ilha de Santiago, com o comprimento de 18Km e uma extensão total de 71,5 km². Estende-se entre o Pico de Antónia e a zona de Lagoinha e esta dividida em três sub-bacias hidrográficas: Ribeira de Montanha com uma área de 12,50 km², Ribeira de Mendes Faleiro Cabral/São Cristóvão com uma área de 25,50 km² e Ribeira Seca que é o leito principal da Bacia com uma área de 33,5 km² (Figura 2.).

A Ribeira Seca é a maior das Ribeiras da ilha de Santiago, nascendo na Montanha de Pico de Antónia a 1.394m e abrange praticamente três Concelho, o de São Domingos, de Santa Cruz e o do São Lourenço dos Órgãos. Apresenta um relevo bastante acidentado, sobretudo na sub-bacia da Ribeira de Montanha.



A temperatura média anual é de 22°C. Os microclimas da bacia variam do árido (clima do litoral) na parte jusante semi-árido que se estende até ao Poilão à partir do qual se desenvolve a área de transição para a zona sub-húmida (São Jorge dos Órgãos) e sub-húmido seco com grande excesso de água no Verão e pequena concentração térmica – estável. Mais a montante ocorre uma zona sub-húmida que se prolonga até ao Pico de Antónia, com clima de altitude. Esta forte variação da precipitação em espaço curto é característica dos climas insulares.

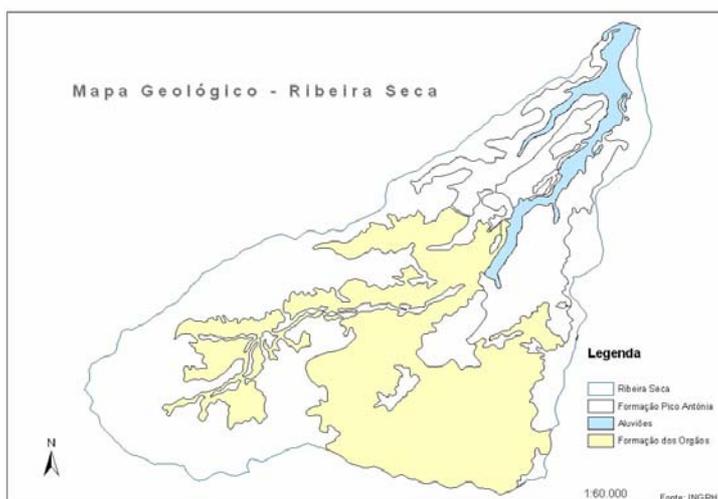
De acordo com o Censo (INE 2000), a população da Ribeira Seca é composta por 14.343 pessoas sendo 6.719 homens e 7.624 mulheres. É considerada jovem uma vez que, 48,3% possui idade inferior aos 15 anos e 77,4% inferior aos 35 anos. Cerca de 17,3% da população é analfabeta tendo como a principal actividade a agricultura.

2.1. Geologia.

Geologicamente, a bacia é composta por três grandes formações, Figura 3:

- **Formação dos Órgãos (CB);** composta por sedimentos de idade Miocénica. Esta camada geológica não permite a formação de um aquífero favorável, pelo facto de as suas rochas, quando molhadas, formarem camadas impermeáveis que impossibilitam recargas significativas. Cerca de 38% da bacia esta coberta por esta formação (estende por toda a bacia a montante de São Cristóvão ate á parte central da bacia de Ribeira Seca.
- **Formação do Pico de Antónia (PA);** constituída por depósitos de pillow-lavas e piroclastos de grande permeabilidade, favorecendo a recarga natural da bacia e está situada na parte média e jusante da bacia, contribuindo grandemente para a recarga do aquífero e os furos executados em pillow lavas tem excelentes caudais.
- **Depósitos Aluvionares ou Aluviões;** encontram-se à jusante da Ribeira Seca. São compostos por materiais grosseiros de elevada permeabilidade. Os aluviões conseguem atingir uma profundidade de 30m e constituem dreño natural das formações vulcânicas permeáveis, como os depósitos dos pillow-lavas. Formam um importante aquífero, favorece a descarga ao mar e por vezes a intrusão salina quando o aquífero é sobre explorado.

Figura 3. Mapa Geológico da Ribeira Seca



A Tabela 1. mostra as condições hidrogeológicas dos aquíferos da bacia hidrográfica de Ribeira Seca.

Tabela 1. Aquíferos da Bacia

Bacia	Espessura do Aquífero (PA)	Distribuição do Aquífero (PA)	Distribuição do Aluvião	Direcção do Fluxo	Gradiente da Água
Ribeira Seca	Fino	Pobre	Abundante	NE	Suave

Fonte: Estudo de Desenvolvimento da Água Subterrânea na Ilha de Santiago 1999

2.2. Relevo

A bacia hidrográfica de Ribeira Seca possui um relevo bastante acidentado, sobretudo na sub-bacia de Ribeira de Montanha e na parte montante da sub-bacia de Ribeira Seca (zona de Pico Antónia e Laje). O declive médio da bacia ronda os 10%, e situa-se na sub-bacia de Ribeira Seca como indica a Tabela 2.

Tabela 2- Relevo da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca

Sub-bacias e Tributários	Superfície (km ²)	Declive médio (%)
Sub-bacia de Ribeira de Montanha	12,5	13,5
Sub-bacia de Mendes Faleiro Mendes Cabral/São Cristóvão	25,5	3,79
Ribeira de Godim	4,79	7,56
Ribeira Mendes Faleiro (montante)	4,10	7,56
Ribeira São Cristóvão	11,65	4,45
Ribeira de Furna	4,96	4,45
Sub-bacia de Ribeira Seca	33,50	7,54
Ribeira de Pico de Antónia/Ribeira Laje	5,10	22,74
Ribeira de Covoada	18,60	13,79
Ribeira de Longueira	1,65	15,50
Ribeira Grande	7,89	10,00
Ribeira Santa Helena	6,01	13,40
Ribeira Seca(restante)	2,14	8,33
Total	71,50	
Media		10,20

Fonte: INGRH, PDH 2001

2.3. Agricultura / Pecuária

A cultura praticada na bacia é principalmente o milho, quase sempre associada com feijões, batata doce, batata comum e mandioca. Essas três últimas são geralmente cultivadas nas zonas húmidas de altitude e por vezes nas zonas sub-húmidas quando as precipitações são abundantes.

Anualmente há uma grande pressão sobre as terras para a prática da agricultura de sequeiro, dificultando a determinação exacta das áreas realmente cultivadas, cujos valores variam em função

do volume e a distribuição das precipitações anuais. Entretanto dados do Plano de Desenvolvimento Hídrico da Bacia da Ribeira Seca, PDH, indicam que a área ocupada por toda a bacia é de 5.120ha.

A agricultura de regadio é outra alternativa praticada pelos agricultores residentes na bacia. As culturas irrigadas são: a cana de açúcar e tomate (cultura dominante), mandioca, banana, batata doce, batata comum, coqueiros, hortaliças e fruteiras. A bacia Hidrográfica da Ribeira Seca dispõe de grandes áreas, 272ha em regime permanente, o que faz dela uma das maiores zonas de regadio da ilha de Santiago e o sistema de rega predominante é do tipo tradicional, ou seja, por alagamento, provocando um consumo bastante elevado de água.

A segunda fonte de rendimento das famílias é a pecuária dedicando simultaneamente à criação de várias espécies de animais entre os quais, caprinos, bovinos, aves, etc. De acordo com o Estudo – Agriculturas e Necessidades Hídricas na Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca (INGRH, Fevereiro do 1999) estima-se que o numero efectivo é de 2634 espécies.

2.4. Pontos de Água da Bacia.

O Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, INGRH, é a entidade responsável pelo controlo da exploração das captações e dos aquíferos da bacia da Ribeira Seca.

As infra-estruturas hidráulicas de captação e de distribuição são exploradas por particulares ou associações de produtores - agricultores, no geral, sem qualquer tipo de pagamento ao Estado, proprietário legal das infra-estruturas.

Os furos, as obras de armazenamento e de distribuição são geridas pelos Serviços Autónomos de Água e Saneamento, pelas Câmaras Municipais, Delegações do MAAP, Associações de Agricultores, através de uma licença de exploração previamente concedida.

Os três concelhos, São Lourenço dos Órgãos, Santa Cruz e São Domingos, através dos seus Serviços Autónomos de Água e Saneamento, são responsáveis pela distribuição de água nas respectivas zonas da bacia, essencialmente para o consumo, mediante o pagamento de uma taxa de exploração por m³ de utilização ao INGRH. Sendo: 15\$00/m³ uso doméstico, 4\$00/m³ rega gota à gota e 8\$00/m³ para rega tradicional. A maioria dos agricultores utiliza água das nascentes e dos poços para agricultura.

De acordo com o Banco de dados do INGRH, existem 111 nascentes, 41 furos e 114 poços; sendo apenas 12 Poços e 19 furos controlados pela Instituição devido a dificuldades de ordem técnica e financeira. As nascentes não são controladas.

È importante realçar a inexistência de piezómetros, apesar de ser uma das bacias mais exploradas de Santiago. A obtenção de valores do volume explorado na bacia é uma tarefa bastante difícil, uma vez que a grande maioria dos poços e nascentes não è licenciado.

A Tabela 3. apresenta a distribuição dos pontos de água e o volume de água explorado na bacia.

Tabela 3. Volume Explorado

Localidades	Furos		Poços		Nascentes
	Nº	Caudal (m³/d)	Nº	Caudal (m³/d)	Nº
Ribeira Seca	12	1713	36	2369	
Pico de Antónia	5	26	6	60	31
João Teves			3	60	6
Órgãos Pequenos	1	41	8	210	6
Santa Helena			4	60	
Covoada	1		2		1
Pedra Janela			1	30	1
Longueira	4	144	3	60	12
Ribeirão Galinha	1	20	3	150	6
Rª Montanha	7	702	20	240	9
Riberão Almaco	2		3	30	2
São Cristóvão	6	32	14	210	13
Godim	1		1		6
Mendes Faleiro	1		10	60	5
Totais	41	2680	114	3539	111

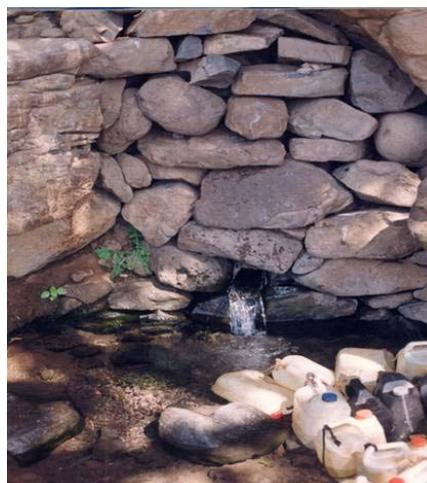
Fonte: INGRH, PDH Documento resume Junho 2001

Não foi possível quantificar o volume das nascentes devido a sua irregularidade. Pressupõe-se que o consumo per capita de água na bacia hidrográfica é de 25l/cap/d (INGRH – 2000).

Poço



Nascente



Fonte: INGRH

Barragem de Poilão

Antes da construção da barragem de Poilão, toda a água utilizada na bacia era de origem subterrânea, devendo a taxa de aproveitamento de recursos hídricos superficial ser quase zero. A barragem tem a capacidade de armazenar cerca de 1,2 milhões de m³ de água, para irrigar uma área de aproximadamente 70 hectares. A área da bacia controlada pelo local da barragem de Poilão é de 28km², ocupa 39% da área total da bacia.

Características Técnicas da Barragem de Poilão de Acordo com as Referências Técnicas da Empresa Construtora.

Fonte: Juvelino



Área da Bacia Hidrográfica	28 km ²
Volume médio de escoamento anual	1.9 Milhões de m ³
Precipitação média sobre a bacia	337 mm
Caudal de Cheia Máxima (30 anos)	320 m ³ /s
Caudal de Cheia Máxima (200 anos)	557 m ³ /s
Altura da Barragem	18 metros
Comprimento da Barragem	153 metros
Capacidade de Armazenagem	1.2 Milhões de m ³
Superfície da Albufeira	17 hectares
Comprimento máximo da Albufeira	1235 metros
Área a irrigar	70 hectares
Financiador	R.P. CHINA

3. REDE DE MONITORIZAÇÃO EXISTENTE

O Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos é a entidade responsável pela implementação da política de gestão dos recursos hídricos em Cabo Verde. O desenvolvimento de sistemas de informação adequados para enfrentar os desafios e os problemas existentes nessa área é uma das prioridades do INGRH.

Neste momento, o INGRH está a elaborar um Banco de Dados sobre os recursos hídricos em Cabo Verde. A recolha sistémica de informações sobre os recursos hídricos vai permitir uma melhor avaliação das disponibilidades hídricas. A rede de monitorização existente precisa ser actualizada pois existe bacias sem um único ponto de controlo.

3.1. Controlo Hidrológico

Actualmente o controlo hidrológico é efectuado pela Divisão dos Recursos Hídricos – INGRH, de acordo com um programa pre-estabelecido. São controlados, essencialmente os caudais, as horas de bombagem e a leitura dos contadores dos furos de exploração, o nível estático dos piezómetros e dos poços, as medições dos caudais das nascentes, assim como a condutividade e a temperatura das águas dos pontos visitados.

Os furos piezométricos, as nascentes e os poços são seguidos 3 vezes durante o ano (1ª medição no início do ano, 2ª medição antes do período das chuvas e 3ª medição no final do ano).

Fazem parte da rede de controlo hidrológico do INGRH, para a bacia hidrográfica da Ribeira Seca, somente 12 poços e 19 furos. A Tabela 4. mostra os pontos de água que fazem parte da rede de controlo do INGRH.

Tabela 4. Pontos de Agua da Rede de Controlo Hidrológico da Bacia da Ribeira Seca

Sub-bacias e Tributários	Furos				Poços		
	Nº	Q (m ³ /hr)	Hr Bom.	Cond. (µS/cm)	Nº	Nível (m)	Cond. (µS/cm)
Sub-bacia de Ribeira de Montanha							
Montanha	FBE-146	8,7	8	1.020	55-213 55-221	12,30 5,20	1.056 1.408
Ribeirão Almaço	FT-374 FT-373 FT-12 FBE-158 FBE-159	7,0 31,0 30,0 18,9 6,0	8 12 12 6 8	1.506 1.229 1.429 5.440 9.840	55-204	17,10	2.370
Sub-bacia de Mendes Faleiro Mendes Cabral/São Cristóvão							
Godim					55-199 55-167 55-157 55-152 55-158	7,10 4,40 9,00 13,30 8,60	2.170 13.86 1.493 1.660 1.320
Mendes Faleiro (montante)	PT-52 FBE-56	1,8 6,2	7 6	* 1.359			
São Cristóvão	FBE-154	*					
Sub-bacia de Ribeira Seca							
Ribeira de Pico de Antónia/Ribeira Laje	FT-21	7,2	8	1.504			
João Teves	FT-80 FT-84 FT-372	8,0 11,2 3,5	8 8 6	1.400 1.557 1.648			
Órgãos Pequeno	FT-371	12,4	5	963			
Covoada	FBE-218	18,0	8	10.950			
São Jorge	FT-23 FT-19 FT-26 FT-145	4,6 7,2 9,7 2,4	8 2 8 1	1.308 * 1.582 1.364			
Santa Helena					55-65	12,80	906
Ribeira Seca(restante)	FBE-169 FT-63 FT-09 SP-17 FBE-186 SP-23 FT-15 SP-03**	12,4 18,0 32,7 13,8 20,0 * * *	10 12 12 8 8 * *	1.275 1.003 1.191 * 5.830 1.308 *	55-55 55-75 52-41 52-42	4,60 11,50 9,10 12,50	1.384 1.766 11.100 6.360
						7,80	9.410

Legenda: * Desactivado ** Furo dentro de um poço Q = Caudal Cond. = Conductividade Hr Bom. = Horas de Bombagem, Data de medição – Dezembro de 2006.

Fonte: INGRH

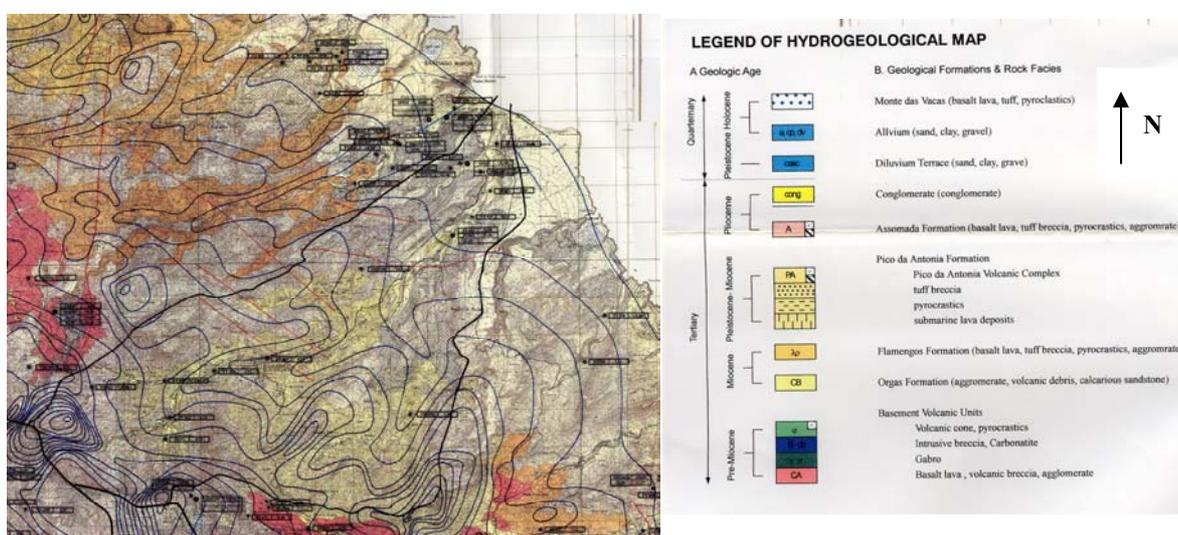
O caudal médio dos furos na Bacia é de 13,0 m³/hr. A maioria dos furos e poços apresentam uma conductividade bastante elevada (concentração de 1.000 a 5.000 µS/cm), tornando grande parte da água imprópria para o abastecimento e para a agricultura.

Estudos (Gominho e Aly de Pina, 2005) apontam as seguintes conclusões para os pontos de água da bacia:

A condutividade eléctrica da água quase sempre superior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e na estação seca, aproxima do valor limite admissível, VMA's. Há inúmeros casos de violação dos VMR's e dos VMA's definidos pela norma da OMS entre os quais, correspondem aos valores de condutividade, cloretos, sulfatos, nitratos e nitritos. A água pertence a classe dura em termos da dureza com concentração a situar entre 150 à 300mg/L em CaCO_3 com valores de cálcio e de magnésio baixos.

Pode-se observar na Figura 4. que a maioria dos furos de exploração estão localizados na parte jusante da bacia, zona litoral e onde se concentra a maior parte da população da bacia, exercendo assim, grande pressão sobre os recursos hídricos.

Figura 4. Localização dos Pontos de Agua - Ribeira Seca



Fonte: JICA 1999

4. REDE DE MONITORIZAÇÃO – PROPOSTA

A rede piezométrica proposta visa, essencialmente, a caracterização do recurso e o acompanhamento da sua evolução espaço-temporal para uma adequada gestão do mesmo, constituindo assim uma rede de referência quantitativa.

A rede piezométrica tem os seguintes objectivos:

- Acompanhar a evolução espaço temporal do nível de água subterrânea e do caudal das nascentes;
- Conhecer a disponibilidade dos recursos subterrâneas da bacia hidrográfica da Ribeira Seca;
- Controlar a evolução dos recursos, principalmente em situações de seca;
- Avaliar as flutuações/modificações das reservas dos recursos hídricos.

O sistema de monitorização a implementar deve permitir a obtenção de informações sobre a evolução espaço temporal dos recursos hídricos de forma contínua, fiável e eficiente.

4.1. Metodologia

A rede piezométrica para a bacia hidrográfica da Ribeira Seca proposta foi desenvolvida baseando-se não só nas grandes orientações da Agência Europeia do Ambiente, mas também na análise de experiências nacionais.

Utilizamos a proposta de rede de monitorização utilizada pela Agência Europeia do Ambiente no qual os dados encontram-se repartido por três meios hidrológicos distintos – meio poro, meio cársico e meio fracturado.

Sendo Cabo Verde um país vulcânico, tomamos os dados do meio fracturado que apontam para a densidade da rede piezométrica - 30Km²/piezômetro.

Esse valor foi ajustado conforme a ocupação do solo, meio hidrogeológico. Assim, por exemplo as zonas onde se verifica uma grande ocupação de solo indicando exploração significativa de água subterrânea têm uma malha de controlo mais densa. Enquanto que uma zona em que a ocupação do solo seja diminuta a malha é mais espaçada.

Na definição dos locais de observação, número de pontos e a distância entre os mesmos foram considerados os seguintes factores:

- Dimensão da unidade aquífero;
- Afastamento dos principais centros de extracção de água;
- Acessibilidade aos locais de amostragem;
- Limitação financeira para suporte de uma rotina de amostragem a longo prazo.

A parte litoral da Ribeira visto que já apresenta problemas de salinização da água apresenta um grande número de pontos a serem monitorizadas.

Para as sub-bacias de pequenas dimensões que tenham apenas um ponto de observação ou mesmo nenhum de acordo com a metodologia seguida, foram proposto no mínimo dois pontos de controlo.

4.2. Rede Piezométrica Proposta

A rede piezométrica proposta compreende um conjunto de pontos de observação onde periodicamente (mensal) se efectuam medições do nível de água e do caudal das nascentes.

Foram escolhidos os furos de pequeno caudal e os abandonados para as medições mensais dos níveis de água.

Apresentam-se nas Tabelas 5. e 7., os resultados da aplicação da metodologia proposta de rede de monitorização piezométrica para Ribeira Seca, sendo 12 pontos piezométricos e 5 nascentes.

Tabela 5. Rede de Monitorização Piezométrica Proposta

Sub-bacias e Tributários	Superfície (km ²)	Nº Piez	Furo
Sub-bacia de Ribeira de Montanha Montanha Ribeirão Almaço	12,5	2 1 1	FBE-146 FT-10
Sub-bacia de Mendes Faleiro Mendes Cabral/São Cristóvão Godim Mendes Faleiro São Cristóvão	25,5	3 1 1 1	FT-33 PT-52 FBE-154
Sub-bacia de Ribeira Seca Pico de Antónia São Jorge João Teves Ribeira Seca (jusante)	33,50	7 1 1 1 1 1 1	FT-21 FT-23 FT-145 FT-15 SP-23 SP-21 FT-04
Total	71,50	12	

Fonte: Banco de Dados do INGRH, 2007

Seleccionamos as nascentes indicadas na Tabela 6. por estas serem as mais significativas. As outras nascentes existentes na bacia são de carácter seasonal.

Tabela 6. Características Técnicas dos Furos Propostos

Furo	Prof (m)	Coordenadas		Dreno (m)		Sistema Aquífero
		Nort	East	Início	Fim	
FBE-146 FT-10	78,0 *	- 1671965	- 226380	25,0 – 29,0 ; 45,0 – 53,0 e 69,0-73,0		PA PA
FT-33 PT-52 FBE-154	* 51,0 50,0	1666800 -	225697 -	8,4 - 17,4 e 20,4 – 38,4		CB CB PA
FT-21 FT-23 FT-145 FT-15 SP-23 SP-21 FT-04	50,0 50,0 76,0 52,0 * * *	- 1665844 1668065 1667476 1673080 1679689	- 219403 216013 221625 227743 227083	4,0 – 34,0 e 37,0 – 46,0 18,0 – 43,0 e 57,0 – 65,0 24,0 – 42,0 e 46,0 – 52,0		PA CB PA CB Aluvião Aluvião Aluvião

Fonte: Banco de Dados do INGRH, 2007

Legenda: * Abandonado - Sem dados

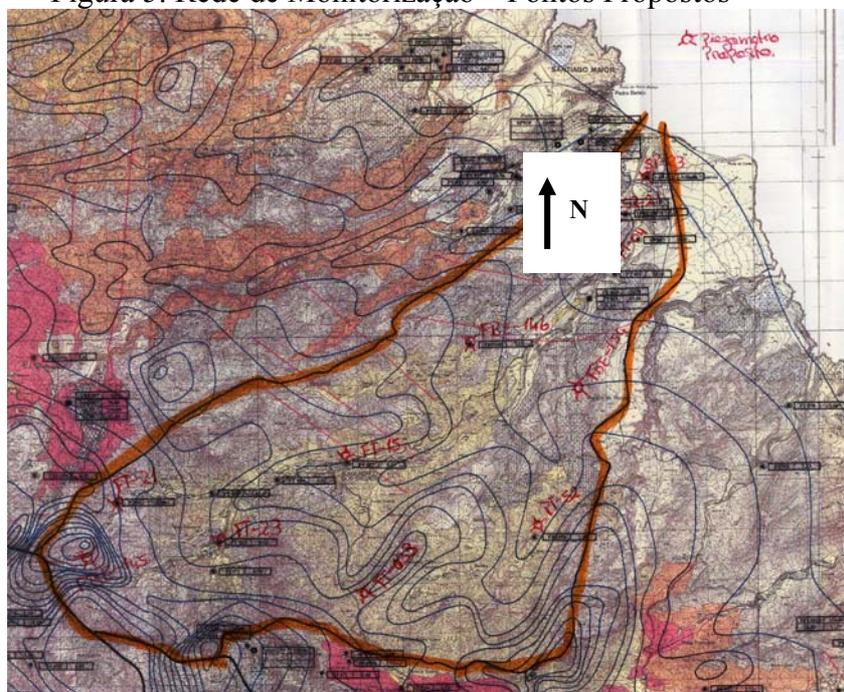
Tabela 7. – Selecção das Nascentes Significativas

Sub-Bacia	Nascentes	Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Q (m^3/dia)
Sub-bacia de Ribeira de Montanha	**	*	*
Sub-bacia de Ribeira Seca Ribeira de Pico de Antónia	54-371	754	*
Ribeira de Longueira	54-491	319	*
	54-366	513	*
Mato Moniz (São Jorge)	54-485	313	15.999
Total de Pontos	5		

Legenda: * Não foi possível medir o caudal das nascentes por estas serem captadas directamente a reservatório. ** Não foi possível obter o código da nascente

A Figura 5. apresenta os pontos que compõem a rede de monitorização proposta.

Figura 5. Rede de Monitorização – Pontos Propostos



Fonte: INGRH, JICA

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

O presente trabalho teve como objectivo principal definir o desenho de rede de monitorização de águas subterrâneas para a bacia hidrográfica da Ribeira Seca. Pretendeu-se obter uma rede piezométrica e de caudal das nascentes, com pontos criteriosamente seleccionados de modo a poder-se ter um conhecimento dos recursos hídricos na bacia.

As redes de monitorização de águas subterrâneas constituem ferramentas essenciais para o acompanhamento da evolução espaço-temporal do recurso, tanto em termos quantitativos como

qualitativos, possibilitando a sua adequada gestão bem como o planeamento do seu uso sustentável e, a verificação do cumprimento dos padrões.

Pretendeu-se obter uma rede piezométrica com pontos de água existentes, de forma que a rede possa começar a operar no início de ano 2008.

Propõe-se assim, que a rede piezométrica para a Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca compreenda 12 pontos de observação distribuídos pelos sistemas aquíferos e meios hidrogeológicos.

Salienta-se, que as redes de monitorização são normalmente dinâmicas que podem sofrer ajustes em função dos resultados; assim o programa de monitorização poderá ser modificado em função dos resultados que se vão obtendo, a periodicidade das medições e a localização dos pontos poderão ser revistos sempre que se considere conveniente.

Não foi possível incluir, nalgumas sub-bacias, pontos de monitorização, contudo esta lacuna poderá ser colmatada mediante o inventario dos pontos de água existentes para possível integração nesta rede e/ou construção de piezómetros.

Urge a necessidade de melhor precisar a localização, coordenadas e cotas, de todos os pontos de água da bacia hidrográfica da Ribeira Seca através de inventários com GPS.

As informações resultantes da rede de monitorização só serão úteis se forem devidamente tratadas. Assim, o INGRH como a entidade responsável deverá criar as condições indispensáveis para fazer face á necessidade de implementar redes de monitorização tendo em conta os meios disponíveis versus necessidades.

BIBLIOGRAFIA

- BERESLAWSKI, Etel (1992) Síntesis Hidrológica de las Ilas du Cape Verde, INGRH.
- BARRY et al. (2002) Plano de Desenvolvimento Hídrico da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca.
- CNAG / INGRH (1992) Schema Directeur pour la Mise en Valeur de Ressources en Eau (1993-2005), Programme des Nations Unies pour le Développement ONU / Département pour le Développement Economic et Social / CNAG, INGRH.
- Directiva Quadro da Água (2000/06/CE) do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro comunitário no domínio da Política da Água. Jornal Oficial da Comunidade Europeia , L327, 22 de Dezembro de 2000.
- HENRIQUE , A.G.; WEST, C.A. e PIO, S. (2000). Directiva Quadro da Agua, Um Instrumento Integrador da Política da Água na União Europeia, 5º Congresso da Agua. 25 a 29 de Setembro, Lisboa 19pp.
- HAIE, Naim e Ferreira da Silva. Planeamento e Gestão Global de Recursos Hídricos Costeiros – Estratégias para a Prevenção e Controlo da Intrusão Salina.
- GOMINHO, Marize e ALY de Pina, António Pedro (2005) Conservação e o Uso Sustentável dos Aquíferos Costeiros da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca. Cabo Verde, Definição e Estratégias de Intervenção.
- INAG (1998) Monitorização de Recursos Hídricos em Portugal.
- INAG (2001) Monitorização de Recursos Hídricos no Linear do Século XXI.
- INGRH (2000) Visão Nacional da Agua, a Vida e o Ambiente, Praia, Cabo Verde.
- INGRH (Junho, 2001) Plano de Desenvolvimento Hidráulico da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca.
- Kokusai Kogyo Co, LTD, JICA, INGRH (1999) The Study of Ground Water Development in Santiago. Vol.1.
- MORENO, Angela et al. (2003) O Regadio de Ribeira Seca, Ilha de Santiago, Cabo Verde. Perspectivas de Desenvolvimento. Apresentação 6º SILUSBA – Cabo Verde.

INDICE

	Pag
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA	2
2.1. Geologia	3
2.2. Relevo	4
2.3. Agricultura e Pecuária	4
2.4. Pontos de Água da Bacia	5
3. REDE DE MONITORIZAÇÃO EXISTENTE	7
3.1. Controlo Hidrológico	8
4. REDE DE MONITORIZAÇÃO - PROPOSTA	10
4.1. Metodologia	11
4.2. Rede Piezométrica Proposta	11
5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO	13

LISTA DOS QUADROS

Tabela1. Aquíferos da Bacia

Tabela 2. Relevo da Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca

Tabela 3. Volume Explorado

Tabela 4. Pontos de Agua da Rede de Controlo Hidrológico da Bacia da Ribeira Seca

Tabela 5. Rede de Monitorização Piezométrica Proposta

Tabela 6. Características Técnicas dos Furos Propostos

Tabela 7. Selecção das Nascentes Significativas

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1. Ilha de Santiago

Figura 2. Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca

Figura 3. Mapa Geológico da Ribeira Seca

Figura 4. Localização dos Pontos de Água - Ribeira Seca

Figura 5. Rede de Monitorização – Pontos Propostos