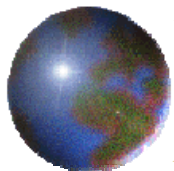


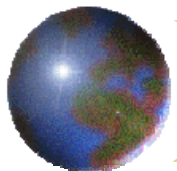
Experiência Cabo-verdiana como Instrumento de Gestão das Bacias Hidrográficas dos Mosteiros, Ribeira do Paul e Ribeira Fajã servindo de apoio a Agricultura Irrigada.

ANTONIO PEDRO Said Aly de PINA



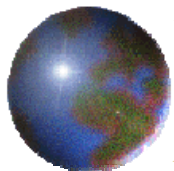
PLANO DE APRESENTAÇÃO

- INTRODUÇÃO,
- ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO,
- DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS,
- PERFIL DE VULNERABILIDADE,
- PROCESSO DE FORMAÇÃO DE SOLOS SALINOS,
- PARÂMETROS AVALIADOS,
- QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO,
- RECOMENDAÇÕES, E
- CONCLUSÃO

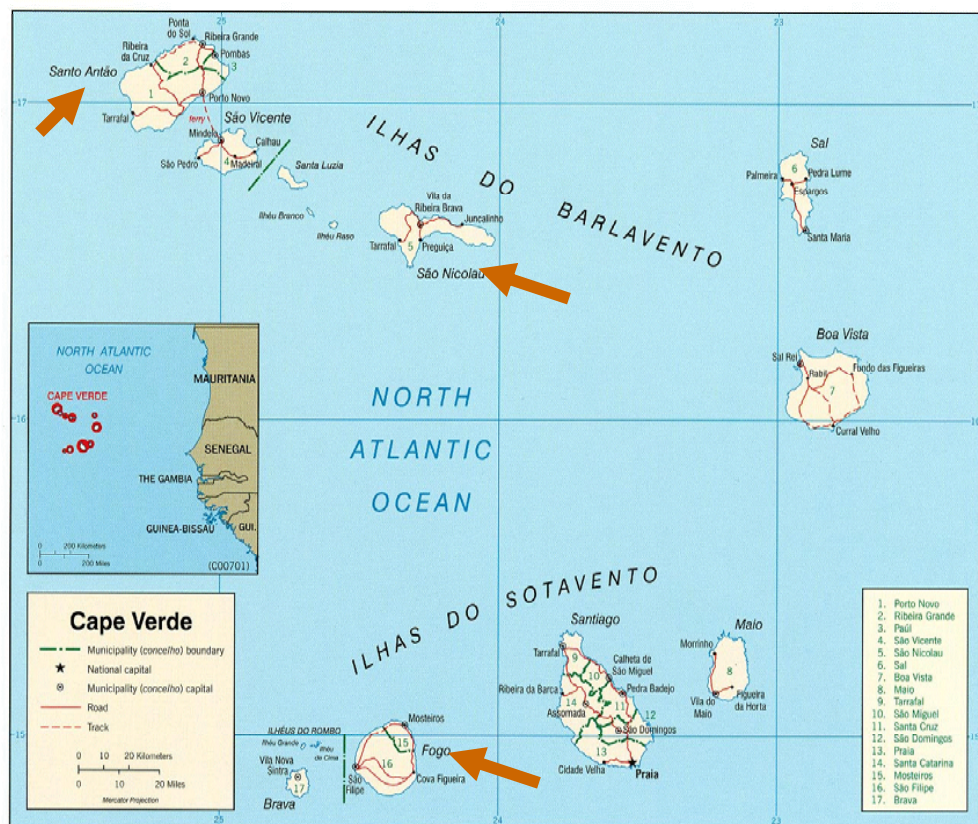


INTRODUÇÃO

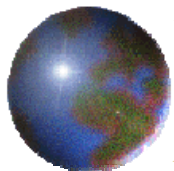
- ▶ A experiência Cabo-verdiana neste campo é recente e a filosofia adoptada é fortemente marcada pela participação da sociedade na elaboração dos planos, como forma de dar-lhes maior legitimidade, na medida em que eles passam a incorporar as reivindicações, anseios e propostas da comunidade.
- ▶ Os estudos desenvolvidos buscam a elaboração de um diagnóstico da situação actual dos R.H. que possibilite traçar diferentes cenários, analisando alternativas de crescimento demográfico, da evolução de actividades produtivas e das modificações dos padrões de ocupação do solo.
- ▶ Para consecução desses objectivos definiu-se um termo de referência abrangente, o qual é adequado à realidade de cada bacia hidrográfica.



ENQUADRAMENTO

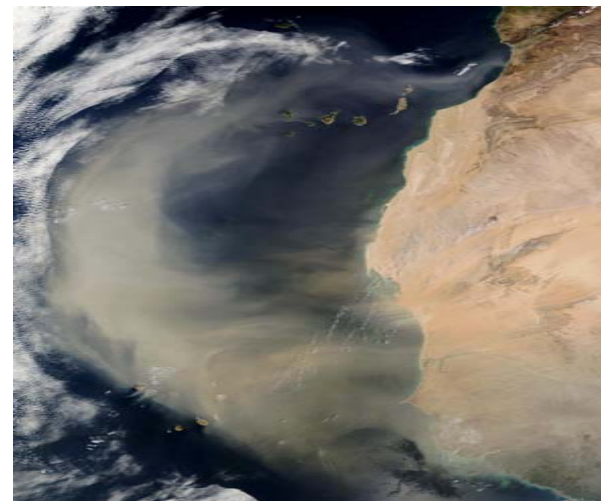


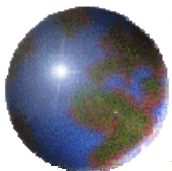
- Area Total: 4.033km²
- 10 ilhas de origem vulcânica
- Linha da Costa: 1.020km²
- População Total: a estimativa apontam para uma população de 501.569hab-2005 e de 573.226hab em 2010 (INE, 2002)
- População Urbana: excedeu o ano de 2000 a população rural, passando os centros urbanos a albergar 53,9% da população.
- PIB 2004: 5,5%



CLIMA

- Árido e Semi - Árido (tropical seco amenizado pela influência oceânica) alternado com os ventos alísios do nordeste (Outubro a Junho).
- Longa estação seca (8 – 10) meses. $T_m = 27^\circ\text{C}$
- O clima, a drenagem intermitente, a proximidade do lençol freático, são factores isolados e directamente responsáveis pela ocorrência de solos salinos (holomórficos) no território e nas zonas com altitudes inferiores a 10m em relação ao nível do mar.
- Curta estação das chuvas com uma pluviosidade média anual que não ultrapassa 300mm para 65% do território.
- Num bom ano de chuva as precipitações podem atingir 650mm.
- Zonas Bio – Climáticas
 - Zona Árida
 - Zona Semi - Árida
 - Zona Sub - Húmida
 - Zona Húmida



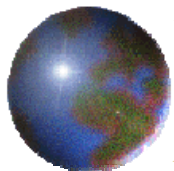


PERFIL DE VULNERABILIDADE

- Ecol
- Vuln
antró
dese
- As il
sobre
FRIED
lavas
gran
Em m
de m
- Perí
caus
econ



11-04-2008



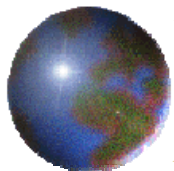
DESCRICAÇÃO SUMÁRIA DAS ILHAS

❖ O arquipélago de Cabo Verde ocupa posição geológica de destaque entre as ilhas atlânticas, facto que resulta, principalmente, de aparecerem ali formações da idade mesozóica. Nos outros arquipélagos do atlântico Norte as rochas mais antigas são, talvez, mio cénicas. A geologia foi estudada por BACELAR BEBIANO entre 1926 e 1931, ANTONIO SERRALHEIRO, JOAO MANTA

i. ILHA DO FOGO

- Vulcão activo e dominado por ecossistemas de montanha contribuindo contudo para a sua vulnerabilidade.
- Da última erupção, (1995) estudos completos, o cone central está, actualmente, 1200m acima de Chã, atingindo a altitude de 2829m. A cratera principal tem 500m de diâmetro e cerca de 180m de profundidade. Dentro há sulfataras activas.
- Num dos cones adventícios de 1951 aparecem fumarolas, quando chove, por a temperatura do solo é ainda superior a 100°C.

11-04-2008



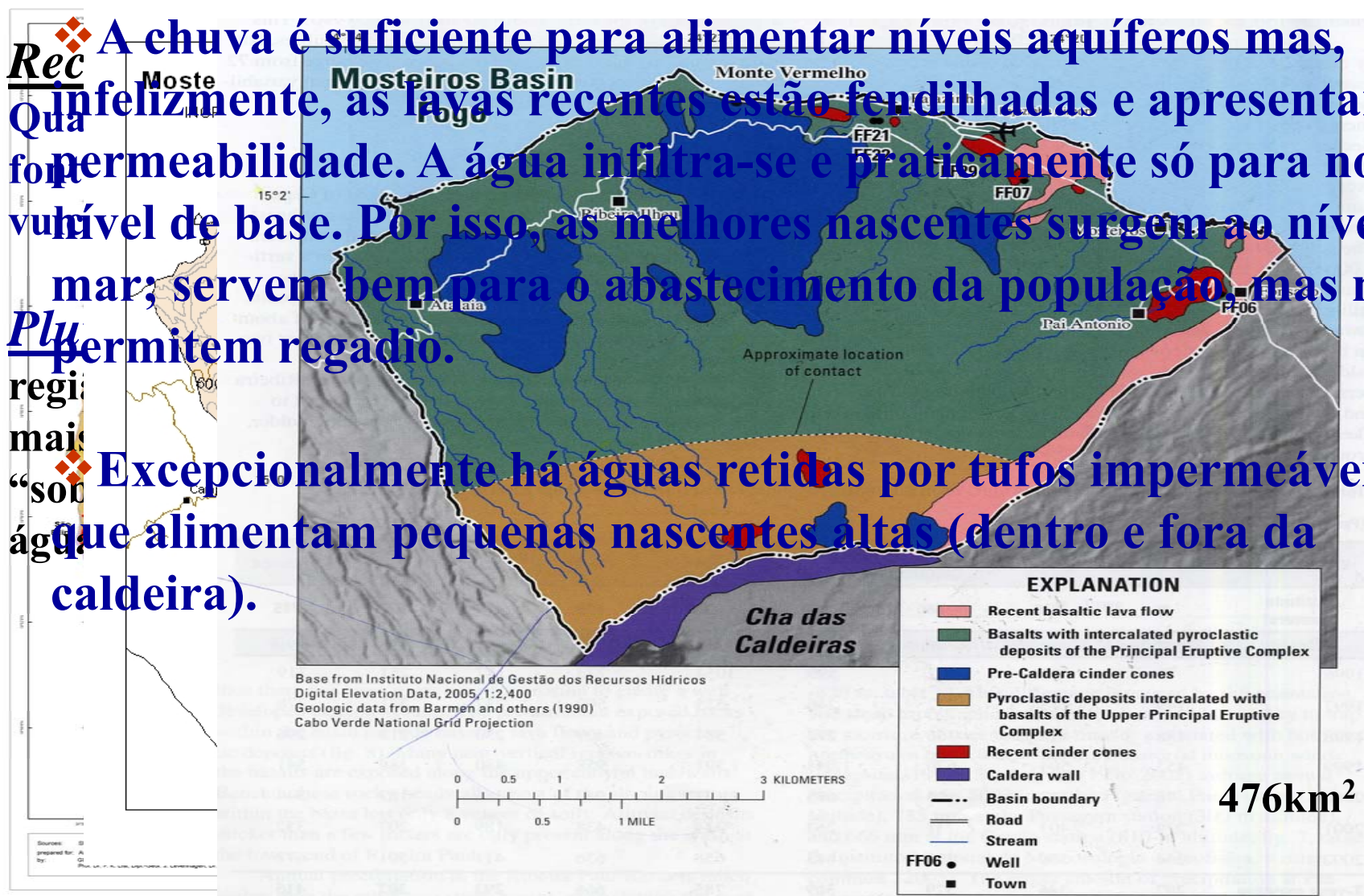
i. CARACTERÍSTICAS – Ilha do Fogo

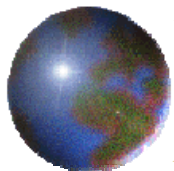
Rec
Qua
for
vul
Ply
regi
ma
“so
águ

♦ A chuva é suficiente para alimentar níveis aquíferos mas, infelizmente, as lavas recentes estão fendilhadas e apresentam baixa permeabilidade. A água infiltra-se e praticamente só para no nível de base. Por isso, as melhores nascentes surgem ao nível do mar; servem bem para o abastecimento da população mas não permitem regadio.

♦ Excepcionalmente há águas retidas por tufos impermeáveis que alimentam pequenas nascentes altas (dentro e fora da caldeira).

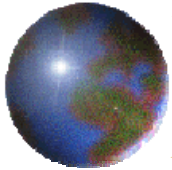
A
e
ste,
e da





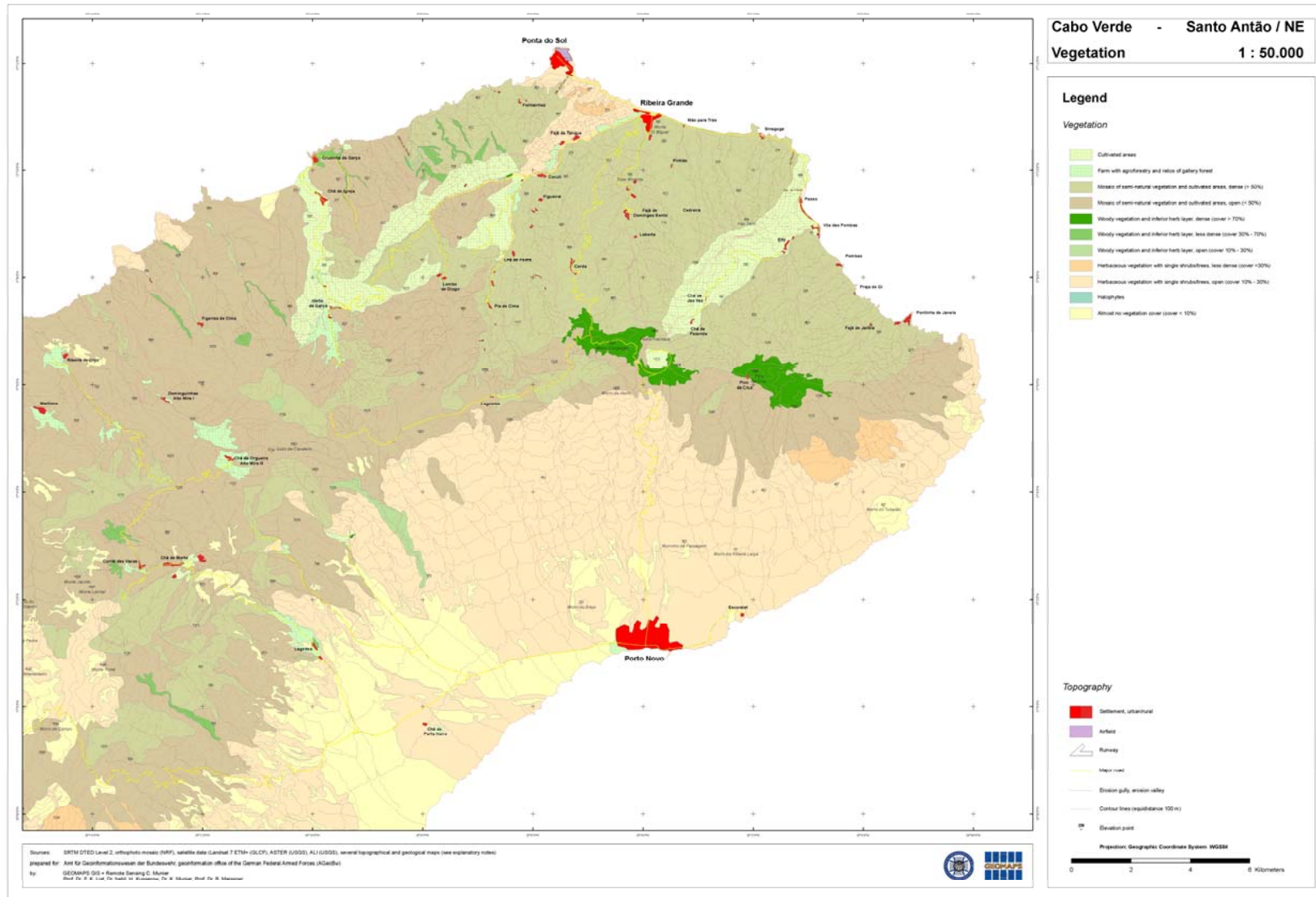
II. SANTO ANTAO

- ❑ **Santo Antão e Santiago são as ilhas mais antigas, onde a erosão torrencial talhou profundos vales. Estas ilhas parecem não ter estado submersas (em graus significativos) depois da actividade vulcânica que construiu os elevados dorsos montanhosos ali existentes.**
- ❑ **A pozolana de Santo Antão é explorada industrialmente (servindo como correctivo do cimento de construção). Talvez é a única ilha de Cabo Verde onde não afloram rochas granulares.**



ii. CARACTERISTICAS – S. Antão - Ribeira do Paul

ma
ab
co
en
su
m
fo
Pl
ág



mas de

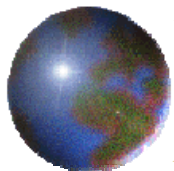
S.

aste

os não

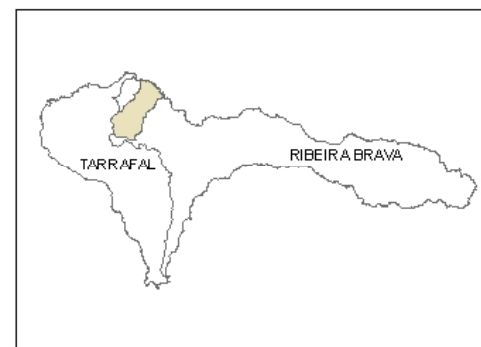
e certa
ilha.

de



III. São NICOLAU

☐ A
 atr
 ad
☐ C
 mo
☐ A
 ou
☐ I
 no
 dre
☐ I
 soh
 pre



Legenda

Furos de Exploração

◆ a Executar, Rega,

Furos de Control

● a Executar

● Existente

Nascente de Controlo

● existente

— Curvas Níveis

— Estradas

■ Localidades

■ Bacia

WGS84 - UTM26

1:35.000

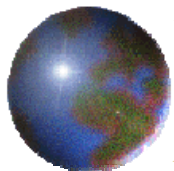
e é
 32)
 go.
 já

cos e

e corre
 nento)

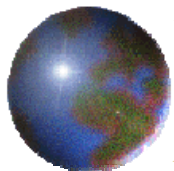
343Km² a 450mm
 e
 1L/m²





PROCESSO PEDOGÉNICO DE FORMAÇÃO DE SOLOS SALINOS.

- ❑ A génese de solos salinos (holomórficos) está associada grandemente com a formação geológica predominante na paisagem, e com a drenagem. O Homem, como eterno modificador de ambientes, contribui decisivamente para acelerar ou diminuir o processo.**
- ❑ Durante o processo de intermediação das rochas, dependendo da geomorfologia da região, os sais podem ser carregados para horizontes inferiores através da percolação ou levados a lugares distantes por escoamento superficial.**
- ❑ Problemas de salinidade na agricultura cabo-verdiana têm ocorrido devido à elevação do nível do lençol freático. Em áreas áridas, onde a evaporação é intensa e suplanta a precipitação, pode ocorrer a inversão sazonal da infiltração, quando parte da água subterrânea tem movimento ascendente por capilaridade, atravessando a zona não saturada para alimentar a evaporação da superfície do solo.**



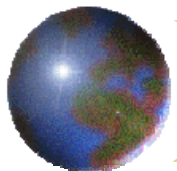
EFEITOS DOS SAIS NO SOLO

❑ Ao se irrigar um solo de drenabilidade deficiente a nula, situado nas regiões de baixa precipitação médias anuais e alto deficit hídrico, este se torna salino num período de tempo bastante curto, porque as plantas removem basicamente água do solo, enquanto que a maior parte dos sais fica retida. Nestas condições, o solo tende a se tornar salino caso não seja drenado artificialmente.

EFEITOS NA PLANTA

❑ Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de iões específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indirectos), reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas.

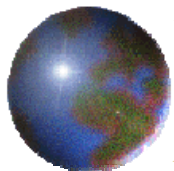
❑ A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico, e, dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá até perder a água que se encontra no seu interior.



PRINCIPAIS PARÂMETROS PARA A AVALIAÇÃO DA SALINIDADE.

- ❑ O laboratório de salinidade dos Estados Unidos da América classifica os solos quanto à salinidade em função da Condutividade Eléctrica do Extracto da Saturação (CE), da Percentagem de Sódio Trocável (PST) ou da Razão de Absorção de Sódio (RAS) e do pH.
- ❑ A linha divisória entre o solo salino e não salino tem estabelecido o valor de 4dS m^{-1} para extractos de pasta saturada do solo.

SOLO	CE T=25°C (mmhos/cm)	RAS (%)	pH
NORMAL	<4	<13	<8,5
SALINO	>4	<13	<8,5
SÓDICO	<4	>13	$\geq 8,5$
SALINO/SODICO	>4	>13	<8,5



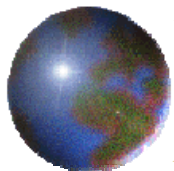
O pH

❑ O pH do solo é influenciado pela composição e natureza dos catiões trocáveis, composição e concentração dos sais solúveis e a presença ou ausência do gesso e carbonatos de cálcio e magnésio.

CONDUTIVIDADE ELECTRICA DO EXTRACTO DA SOLUÇÃO.

❑ A determinação da CE geralmente envolve a medição da resistência eléctrica da solução, a qual é inversamente proporcional a sua área seccional e directamente proporcional ao seu comprimento. A CE de um solo pode ser determinada por meio de um extracto de uma pasta de solo saturado ou em suspensão mais diluída.

❑ Para a preparação da pasta de saturação, recomenda-se, bom conhecimento técnico e certas precauções com a textura do solo devem ser tomadas.



% DO SÓDIO TROCÁVEL (PST).

- Representa a percentagem do Sódio em relação aos demais cátions absorvidos. Seu valor é dado pela seguinte expressão, Nomograma de Richards, 1954:

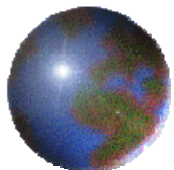
$$PST = \frac{Na}{(Ca + Mg + Na + H + Al)} 100$$

RAZÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS).

- É um índice que expressa a possibilidade da água de irrigação provocar a sodificação do solo, no que depende a proporção do Na^+ em relação aos demais cátions, em $mmol\ L^{-1}$.

$$RAS = \frac{Na^+}{\left[\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2} \right]^{0.5}}$$

$$PST = \frac{100(0,01475 \times RAS)}{1 + (0,01475 \times RAS)}$$



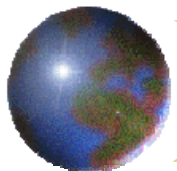
NÍVEIS DE TOLERÂNCIA A TEORES DE SAIS NO SOLO E NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.

Produtividade Potencial									
	100%		90%		75%		50%		0%
	CEes	CEi	CEes	CEi	CEes	CEi	CEes	CEi	CEes (Máximo)
FEIJÃO	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	07
MILHO	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10
BETERRABA	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15
REPOLHO	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12
MELÃO	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1	16
CENOURA	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1	08
PEPINO	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10
ALFACE	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4	09
CEBOLA	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	08
PIMENTA	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	09
ESPINAFRE	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15
BATATA DOCE	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11
TOMATE	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13

FONTE: Irrigation and drainage paper, n. ° 24 – FAO; CROP, Ayers e Bestunto, 1976

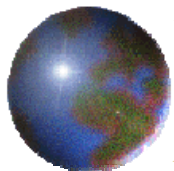
CEes: Cond. Elect. do extrato de saturação do solo em dS/m.

CEi: Cond. Elect. da água de irrigação em dS/m.



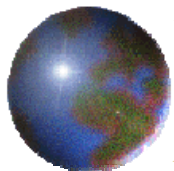
QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.

- ☐ Em 1976, a FAO desenvolveu um novo guia para uma rápida avaliação do uso destas águas. Este guia foi parcialmente reformulado por Ayers and Westcot, em 1985.
- ☐ A relação entre a composição química da água e a salinidade do solo, o efeito do sódio na taxa de infiltração e a especificidade tóxica de vários iões e outros efeitos específicos são levados em conta nestes guias.
- ☐ A variação na qualidade das águas para a irrigação depende da zona climática, fonte de água, trajecto percorrido, época do ano, geologia da região e desenvolvimento da irrigação. Em C.V., águas das zonas áridas ou em épocas mais secas do ano apresentam maior teor de sais; águas subterrâneas são mais salinas do que as águas dos rios e estas próximas da foz, contêm mais sais do que próximas da nascente.



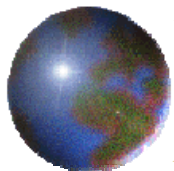
PRINCIPAIS PRÁTICAS CULTURAIS RECOMENDÁVEIS PARA PREVENÇÃO DA SALINIDADE.

- ☐ **C.V., caracterizado por baixa precipitação e alto deficit hídrico climático aliado a má drenabilidade, tende a tornar salino, com a irrigação, mesmo que esta seja feita com água de boa qualidade.**
- ☐ **A evolução do processo de salinização pode ser evitada, em caso mais favoráveis, através de uma irrigação eficiente ou meio da instalação de sistema de drenagem subterrânea e colectores, para desta forma facilitar a percolação profunda de parte das águas das chuvas ou excedentes de irrigação e assim promover a lavagem de sais do solo.**
- ☐ **A CE da água de irrigação $> 0,7 \text{ dS m}^{-1}$, em C.V., certos procedimentos visando reduzir os problemas de salinidade devem ser tomados. Os mais usuais são: frequência da irrigação e necessidade de irrigação, por ex.**



... /... PRINCIPAIS PRÁTICAS CULTURAIS RECOMENDÁVEIS PARA PREVENÇÃO DA SALINIDADE.

- ☐ **Escolha do método de irrigação:** porque afectam a eficiência de aplicação da água e a salinidade.
- ☐ **A Drenagem Subterrânea:** As águas de alta salinidade requerem maior quantidade de água para lixiviar os sais acumulados, aumentando, conseqüentemente, o risco de nível de lençol freático alto, tornando praticamente impossível manter-se a longo prazo, a agricultura irrigada, sem adequado sistema de drenagem. Se a drenagem for suficiente, o controle da salinidade exigirá apenas bom manejo para assegurar a água necessária às culturas e à lixiviação dos sais dentro dos limites de tolerância das plantas.
- ☐ **Adubação:** Os fertilizantes naturais e químicos e os correctivos contêm concentrações altas de muitos sais solúveis. Quando são colocados nas proximidades das sementes ou plantas, esses produtos provocam ou intensificam os problemas de salinidade e/ou toxicidade.

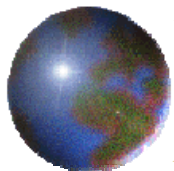


RESULTADOS

❑ Com base nos dados do Programa de Monitoramento, realizado pelo INGRH, foram analisados os parâmetros necessários para avaliar a qualidade da água para irrigação.

Pto	Local de colheita	Data	PARÂMETROS ANALISADOS							
			Na ⁺ (meq/L)	Ca ²⁺ (meq/L)	Mg ²⁺ (meq/L)	HCO ₃ ⁻ (meq/L)	CEa (μS/cm)	PST %	RAS (mmol/L) ^{1/2}	RAS ⁰ (mmol/L) ^{1/2}
Nascente	Ilha do Fogo	Maior/07	0,99	0,76	0,60	1,37	303	0,75	1,20	1,01
FF - 21	Ilha do Fogo	Maior/07	2,53	1,08	1,87	2,08	653	4,20	3,80	3,61
Fajã Galeria	Ilha do São Nicolau	Maior/07	2,23	0,82	0,89	1,64	446	2,60	2,70	2,17
FA - 57	S. Antão	Maior/07	1,42	0,70	0,86	1,81	412	3,50	3,55	2,77

❑ 3 pontos de colheita para cada bacia em estudo. As amostras no geral; início, mais ao meio e mais ao final da bacia hidrográfica.



ANALISE DOS RESULTADOS

❑ **Junho de 2006, a classificação da água das amostras caracterizadas (Nascente da ilha do Fogo e do Furo de exploração FF – 21, da Galeria de Fajã – S. Nicolau e do furo FA -57 em S. Antão) é a seguinte:**

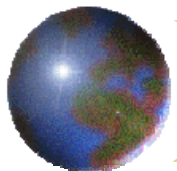
❖ **Baixo risco de Salinidade e de Sodicidade $\leftrightarrow C_1 S_2$**

❖ **Em Maio de 2007, tiveram a mesma classificação.**

Portanto, uma melhoria considerável na salinidade, com concentrações de Ferro, Cloretos e de Sódio dentro dos padrões para a irrigação.

❑ **Não houve diferença significativa na interpretação do Risco de Salinidade e de Sodicidade quando analisados diferentes pontos de colheita na mesma data.**

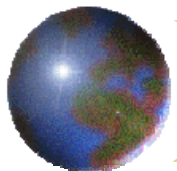
❑ **Observou-se uma relação directa entre os meses sem precipitação e com alta evaporação, e o alto risco de salinidade. A irrigação por sulco de baixíssima eficiência, é um factor que tem contribuído com grande intensidade para a evolução do processo.**



RECOMENDAÇÕES

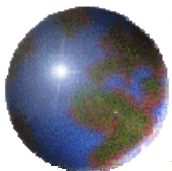
❑ A avaliação dos riscos de salinização de uma determinada área mediante a água de irrigação não poderá ser realizada simplesmente pela qualidade da água, pois seus efeitos dependem das características do solo, da tolerância das culturas a serem exploradas, das condições climáticas locais e do manejo da irrigação e drenagem, além de suas características físico-químicas. Desse modo, **a qualidade da água de irrigação** pode ser considerada como um importante factor, mas nunca deve ser esquecido que ela **é tão-somente um dos factores** e que não é possível desenvolver um sistema de classificação que possa ser utilizado sob todas as circunstâncias.

❑ Uma irrigação mesmo com baixos teores de sais (CE entre 0,1 a 1,0 dS/m) podem surgir problemas de salinização, não pela água utilizada mas devido a elevação do lençol freático provocado pela aplicação de lâminas excessivas de água, perdas de água em canais de distribuição e drenagem deficiente.



CONCLUSOES

- ☐ As ilhas atlânticas apresentam uma grande diversidade de aquíferos, de condições hidrodinâmicas e de ambientes hidroquímicos. Assim, a vulnerabilidade das formações hidrogeológicas e o risco de poluição também são diversos.
- ☐ A qualidade da água dos sistemas aquíferos ainda é, satisfatória, regra geral. Preocupações no entanto, com a sobre exploração.
- ☐ A protecção dos sistemas de aquíferos e das captações é, por isso, uma tarefa imperativa e urgente. Esta protecção poderá recorrer de instrumentos de natureza instrumental, económica, tecnológica, entre outros;
- ✓ educação ambiental em geral, e em particular, a divulgação e o ensino do modo de ocorrência a propagação das águas subterrâneas,
- ✓ Os perímetros de protecção constituem um instrumento legal cujo principal objectivo consiste em otimizar o compromisso entre a protecção necessária e suficiente dos R.H. subterrâneos e o respeito pela actividade socioeconómica,



MUITO OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO!



11-04-2008