FOL 6711
interc

ISSN 0100-9729

EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)
BR - 428 Km 152 Rod. Petrolina/L. Gde.
Fone: (081) 961 - 0122
Telex (081) 1878
Cx. Postal, 23
56.300 - PETROLINA - PE

DOCUMENTOS

Nº 48, março/88, p.1-16

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINOS NO PERÍMETRO IRRIGADO DE VAZA-BARRIS - COCOROBÓ, BA[1]

Carlos Reeder Valdivieso Salazar[2]
Sandoval Gonçalves Félix[3]
Gilberto Gomes Cordeiro[4]

EMBRAPA

INTRODUÇÃO

A salinização dos solos é um problema sério em regiões áridas e semi-áridas, limitando a produção e reduzindo a produtividade a níveis que levam às vezes a abandonar os terrenos.

BRASIL/DNOCS, s.d. constatou que dos 8.992ha levantados na bacia do rio Vaza-Barris, mais de 50% eram classes IV e VI, segundo sua aptidão para irrigação, sendo a salinidade um dos fatores restritivos importantes.

As principais fontes da salinização dos solos do Perímetro Irrigado de Vaza-Barris (PIVB), são a ascensão capilar de um lençol freático altamente salino, principalmente nos períodos secos e de fluxos subterrâneos ("Seepage"). procedentes de lotes vizinhos (BRASIL/DNOCS 1977). A água de irrigação (CE = 0,62mmho/cm), complementa os sais presentes no solo (origem primária), com aportes da ordem de 4ton de sal/ha-ano, em 10.000m³ de água aplicada. De 1972 a 1981, a salinidade na camada superficial do solo se elevou de níveis de 1,0mmho/cm, até valores médios superiores a 15mmho/cm (Félix 1981).

O único meio econômico de controlar a salinidade, é manter um fluxo de água de boa qualidade no sentido vertical descendente, através da zona das raízes (Rhoades 1974). Isto implica a necessidade da prática de lavagem, que constitui na aplicação extra de água, além da requerida pelas culturas (uso consuntivo), para manter um equilíbrio de sais e evitar salinização. O requerimento de lavagem é determinado na base de um balanço de sais, no perfil do solo.

---

[1] Contribuição conjunta IICA/EMBRAPA-CPATSA/DNOCS, 4ª DR.

[2] Eng. Agrícola, M.Sc., Consultor em Irrigação e Drenagem, Convênio IICA/EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE. End. Atual: SUDENE - Sala 129 (Convênio IICA/SUDENE), Pça. J.G. de Souza s/n Cidade Universitária, CEP 50000 Recife, PE.

[3] Eng. Agr., Chefe da Divisão de Irrigação-DNOCS, 4ª DR. Salvador, BA.

[4] Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-CPATSA.

ident.
8428

No processo de desalinização de solos com alto teor inicial de sais, a salinidade cai gradualmente no tempo e em função da quantidade da água de lavagem, numa função aproximadamente exponencial. O modelo teórico mais simples que descreve o processo de desalinização, é o do reservatório simples, derivado do princípio de conservação de massas (sais), assumindo mistura parcial (Molen 1974).

Segundo o nível de salinidade do solo, pode-se optar por culturas tolerantes, tais como: algodão, soja, sorgo, que sofrem 10% de redução da produtividade com CEe de 9,6; 5,1 e 5,5mmho/cm, respectivamente ou para níveis menores de salinidade, tais como as culturas de: tomate, milho, arroz, que sofrem 10% de redução da produtividade com CEe de 3,5; 2,5 e 3,8mmho/cm, respectivamente (Ayres & Westcot 1976), sendo que o arroz se adapta mais à lavagem por inundação contínua ou intermitente. As lavagens podem ser contínuas, tão freqüentes como a irrigação ou sazonal, de preferência na época de menor demanda evaporativa. Portanto, a água de chuva é muito importante no processo de lavagem (Ayres & Westcot 1976).

Drenagem adequada é condição imprescindível para a evacuação da água de lavagem e com ela os sais lixiviados (Rhoades 1974).

A drenagem subterrânea no Setor I do PIVB, foi instalada com a finalidade de recuperação dos solos salinizados, segundo o projeto de drenagem elaborado pelo DNOCS (BRASIL/DNOCS 1977).

O propósito do presente trabalho, é detalhar os custos envolvidos na instalação do sistema de drenagem; avaliar o potencial de desalinização dos solos e apresentar uma avaliação econômica ex-ante da recuperação de solos salinos no PIVB, que dê uma idéia da viabilidade das práticas em questão.

MATERIAIS E MÉTODOS

INFORMAÇÃO FÍSICA

Localização e Área

O PIVB está localizado no município de Euclides da Cunha, Estado da Bahia, aproximadamente 300km de Juazeiro, BA, na estrada BR 235 (coordenadas geográficas: Latitude-Sul 09°38', Longitude-Oeste 04°00').

A área total do perímetro é de 5.700ha, distribuídos em cinco setores às margens do rio Vaza-Barris. O Setor I, em operação desde 1971, no qual foram realizados os trabalhos de recuperação, tem uma área de 465ha dos quais somente 180ha estavam em operação na época dos trabalhos, devido aos problemas de salinidade.

Clima

O clima da região é semi-árido, com períodos quente e seco, de maio a de

zembro. A temperatura média anual é de 26°C, a precipitação média anual é de 350mm, a evaporação total anual é de 2.000mm e a umidade relativa média é de 75% (Valdivieso et al. 1986).

Solos

Os solos são aluviais e profundos com textura média leve (arenosa), próxima do rio e mais pesada (argilosa), afastando-se do rio, até o pé da montanha. Segundo BRASIL/DNOCS (1977), estes são vertissolos Torrets com Entissolos e Aridissolos. A permeabilidade dos solos é menor que 0,45m/d na área problema, chegando até valores tão baixos quanto 0,04m/d, onde a taxa de infiltração é menor que 3mm/h.

Irrigação

A irrigação é por gravidade, sendo que os canais principais e secundários são de concreto pré-fabricado e os terciários e regadeiras são de terra. A entrega de água no lote, é feita por comportas de módulos que têm uma capacidade máxima de 30ℓ/s. A água de irrigação é relativamente de boa qualidade: CE = 0,62mmho/cm, RAS = 2,6 (BRASIL/DNOCS 1977), classificada como C_2S_1, segundo o sistema de classificação do laboratório de salinidade de Riverside dos Estados Unidos (Richards 1954).

TRABALHOS DO PROJETO

A seguir detalham-se os trabalhos executados para efeito do projeto, com a finalidade de facilitar a dedução dos custos envolvidos.

Irrigação

Foram realizados trabalhos de restauração da infra-estrutura de irrigação. principalmente as regadeiras, deterioradas pela falta de uso, em virtude do abandono da área salinizada.

Drenagem

A drenagem da área, anterior ao programa de recuperação, era efetuada por um sistema de valas abertas, com funções de coleta de águas superficiais, procedentes de excessos de irrigação e de chuva. Os drenos principais e secundários foram aprofundados 40cm em média, para funcionar como sistema coletor de drenagem subterrânea e um sistema de drenos subterrâneos foi instalado em 106ha do Setor I, como primeira etapa do processo de recuperação, objetivo do projeto.

Os drenos subterrâneos, constituídos por manilhas de cerâmica de 30cm de comprimento e 7,5cm de diâmetro interno, foram instalados mecanicamente, paralelos e espaçados entre 9 a 15m. A profundidade limitada por deficiência de gradiente (pequena diferença entre o nível do terreno e da água no rio), variou entre 1,4 a 1,70m. A declividade se estabeleceu entre 0,2 a 0,4%.

Foi instalado um total de 80,9km de drenos entubados, que representam em média 763 metros de dreno por hectare.

A equipe de instalação era composta do operador da máquina drenadora e quatro operários, com as seguintes funções: um colocador de tubos, um alinhador de tubos e dois alimentadores. Uma equipe auxiliar de topografia, formada por um topógrafo e dois ajudantes, que tinham por função o alinhamento e o controle da declividade, na orientação do trabalho da máquina.

Tubos de PVC rígido de 6m de comprimento e 10cm de diâmetro, foram instalados na chegada de cada dreno no coletor, com a finalidade de oferecer uma maior estabilidade do dreno neste ponto. Em virtude do tipo de solo (argiloso), de aceitável estabilidade, foi dispensado o uso de material de envelope.

Salinidade

A distribuição da salinidade na camada superficial de 25cm de espessura nos 465ha do Setor I, em 1982 era a seguinte:

CEe mm/cm	% - área
0 a 1	9%
< 1 a 5	44,3%
< 5 a 10	9,7%
<10	37,0%

A percentagem de sódio trocável na mesma camada foi menor que 5%, com exceção de até 15%.

PLANO DE RECUPERAÇÃO

Baseado nos níveis de salinidade atual e para fins de planejamento dos trabalhos de recuperação, os solos foram divididos em três grupos:

Grupo	Salinidade
A	< 4mmho/cm
B	4 - 10mmho/cm
C	>10mmho/cm

Os solos do grupo A não têm restrições quanto ao tipo de cultura a ser implantada. Estes solos receberão uma lavagem (calculada em 28% do déficit hídrico), em cada irrigação. Os solos do grupo B, poderão aceitar só culturas tolerantes, e deverão receber também lavagens em cada irrigação. Os solos do grupo C, deverão receber lavagens prévias para baixar a salinidade em pelo menos 5% e em seguida, introduzir culturas tolerantes e lavagens em cada irrigação.

TESTES DE LAVAGEM

Com a finalidade de avaliar o potencial de recuperação dos solos, foram realizados alguns testes de lavagem em aproximadamente 2,0ha dos lotes 13 e

73 (pertencentes aos grupos B e C), aplicando uma lâmina de 75mm antes da implantação de uma cultura de sorgo e testes de lavagem em cilindros infiltrômetros nos mesmos lotes (Valdivieso et al. 1986).

O requerimento de lavagem foi calculado com a seguinte equação, baseada no balanço de água e sais para condições de equilíbrio, deduzida por Molen (1979):

$$RL = \frac{CEi}{f(2CEe - CEi)}$$

RL = requerimento de lavagem;
Cei = condutividade elétrica da água de irrigação-mmho/cm;
CEe = condutividade elétrica tolerável do extrato de saturação na zona de raízes-mmho/cm;
f = eficiência de lavagem, variando de 0,2 a 0,5 para solos pesados (argila) e médios (barro, argilo-siltoso, barro argilo-arenoso), (Molen 1979).

A quantidade de água e o tempo necessário para a desalinização de um solo até níveis toleráveis, foram determinados com a ajuda dos resultados dos testes e a aplicação da seguinte equação, que resume o modelo teórico de desalinização do reservatório simples:

$$C = Ci + (Co - Ci)\, e^{-ft/T}$$

onde:

C, Co = concentração salina na solução do (reservatório), solo final e inicial, mg/ℓ;
Ci = concentração salina do influente (água de irrigação/lavagem), mg/ℓ;
e = base logarítmo natural;
f = eficiência de lavagem;
t = tempo, dias;
T = V/Q, dias;
V = capacidade do (reservatório)-solo, mm;
Q = taxa de aplicação de água de lavagem, mm/d.

Antes da lavagem é necessário realizar as seguintes atividades:

- Sistematização ou regularização do terreno;
- Fechamento das valetas abertas pela máquina drenadora na instalação das manilhas;
- Limpeza da regadeira;
- Subsolagem até 60cm ou mais de profundidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

LAVAGEM

Os testes indicaram que nas condições atuais, a lavagem só era efetiva até 40cm de profundidade, manifestando-se maior dificuldade de penetração da água a profundidades maiores. A baixa capacidade de infiltração dos solos faz com que a maior parte das águas de chuva, de intensidade relativamente alta, se perca por escoamento superficial e não contibua à lavagem. Por isso, há necessidade de trabalho de subsolagem ou drenagem torpedo, antes de cada série de lavagens.

Os testes de lavagem com cilindros infiltrômetros, indicaram a necessidade de passar uma lâmina superior a 150mm no perfil para reduzir a salinidade do solo em 50%, numa camada de 60cm.

Aplicando o modelo teórico de lavagem com a seguinte informação básica:

Ci = 0,62mmho/cm;
f = 0,3;
V = 180mm (cc=30% peso; profundidade de solo = 60cm);
Q = 3mm/h.

obtém-se necessariamente, seis dias efetivos para reduzir a salinidade até a metade do seu valor inicial.

A produtividade média do sorgo nos lotes em processo de recuperação, foi de 1.811,8kg/ha.

CUSTOS DE RECUPERAÇÃO

Irrigação

Os trabalhos de recuperação de regadeiras, acéquias e drenos parcelares, foram feitos manualmente, e o custo global destes trabalhos nos 106ha, foi de 1.140,74 OTN ou 9,5 OTN/ha.

Drenagem superficial

O aprofundamento dos drenos abertos em 40cm, resultou na movimentação de aproximadamente 50.000m^3 de material usando retroescavadeira, com um custo total de 2.566,67 OTN, para toda a área do Setor I ou 5,5 OTN/ha.

Drenagem subterrânea

Materiais: manilhas de cerâmica a 13,97 OTN o milheiro, num total de 320 milheiros, foram instaladas com um custo total de 4.470,40 OTN ou 41,90 OTN/ha.

Tubos plásticos para entrada dos drenos subterrâneos no coletor, foram 440 unidades de 6m de comprimento e 10cm de diâmetro. O preço unitário foi 7,42 OTN com um custo total de 3.277,5 OTN ou 30,92 OTN/ha.

Mão-de-obra: equipe de instalação: esta equipe acompanhou o trabalho da máquina drenadora, que precisou de 180 dias efetivos de trabalho.

Maquinista: 39,22 OTN/mês, durante sete meses, num total de 243,80 OTN para os 106ha ou 2,3 OTN/ha.

Colocador, alinhador e alimentadores: num total de quatro homens, durante quase sete meses de trabalho efetivo da máquina, resultou num custo total de 215,2 OTN ou 2,03 OTN/ha.

Equipe de topografia: constituída pelo topógrafo e dois ajudantes, a um custo estimado de 360 OTN ou 3,4 OTN/ha.

Maquinaria: máquina drenadora (GSS Hollanddrain).

Transporte: o transporte da máquina até o local de trabalho (aproximadamente 1.000km), custou 570,4 OTN; com o transporte da volta da máquina ao local de origem, resultou num custo de 10,76 OTN/ha.

Consumo de óleo (9 a 13ℓ/h): uma média de 11,0ℓ/h a 0,04 OTN/ℓ, durante as 667 horas de trabalho nos 106ha, dá um custo de 2,77 OTN/ha.

Lubrificação: estimada em 20% do combustível, ou 0,55 OTN/ha.

Peças de reposição: o requerimento das peças estimou-se tomando por base experiências anteriores em condições semelhantes: 50 facas de escavação, duas juntas universais de esteira e um conjunto de peças pequenas (fusos, anéis, chumaceiras, etc.), a um custo de 65,0 OTN ou 0,61 OTN/ha.

Custo de reparação: estimado em 20% do preço das peças ou 0,12 OTN/ha.

Amortização: estimada em 20% por ano, a amortização do preço da máquina (34.642 OTN), será de 6.928,4 OTN por ano ou 65,36 OTN/ha.

Perda do interesse do capital investido: estimada em 4% do capital não amortizado (preço da máquina) ou 1.138,7 OTN e 11,5 OTN/ha.

Trator de lâmina: para o aterro das valetas da instalação dos drenos subterrâneos, estimam-se 10h/ha. a um custo unitário de 1.27 OTN/ha resultando em 12,7 OTN/ha.

O custo de drenagem subterrânea foi de 184,57 OTN/ha ou 1.418,9 US$/ha, concordante com os custos em outros locais. Exemplo: Hermsmeier (1978), avaliou os custos de drenagem do Vale Imperial nos Estados Unidos, entre 1.480 e 2.980 US$/ha.

Apoio científico

Entre materiais e mão-de-obra utilizados para instalação de poços de observação, amostragem de solos e análises de laboratório preliminarmente realizadas, houve um custo de 995,0 OTN para a área total do Setor I ou 2,14 OTN/ha.

Lavagem

Mão-de-obra: para cada lavagem, estima-se 1,5 homem-dia por hectare ou 0,44 OTN/ha.

Custo da água: sendo necessário 1.500m³/ha para cada lavagem, e o custo da água é 0,11 OTN por 1.000m³, o custo ficou em 0,17 OTN/ha. (PLANO DE EXPLORAÇÃO 1984).

Maquinaria: precisa-se de uma hora de trator de lâmina por ha, para levantar pequenos diques para retenção da lâmina da água de lavagem, na superfície do solo, evitando escoamento superficial direto no dreno. Isto foi feito a um custo de 1,27 OTN/ha.

Cada subsolagem, implica um custo aproximado de 12,7 OTN/ha.

Os custos de cada lavagem somam 1,88 OTN/ha. Assumindo em média três lavagens, o custo totalizará 5,64 OTN/ha-ano, e considerando a subsolagem, o custo será de 18,34 OTN, incluído na operação, nos cinco primeiros anos.

Custo de produção

A Tabela 1, resume os custos de produção por hectare, de tomate e sorgo, principais culturas da área, obtidas do PLANO DE EXPLORAÇÃO 1984.

TABELA 1. Custos de produção por hectare para tomate e sorgo:

Item de despesa	Tomate	Sorgo
Maquinaria	6,84 OTN	8,24 OTN
Adubos e corretivos	22,98 OTN	10,24 OTN
Defensivos	25,01 OTN	4,63 OTN
Água de irrigação	1,07 OTN	0,86 OTN
Mão-de-obra	62,38 OTN	21,39 OTN
Total	118,28 OTN	45,36 OTN

Custo de manutenção

Será necessário anualmente, no mínimo, uma limpeza dos drenos abertos, para controle da vegetação e retirada de material de assoreamento. Esta atividade estima-se demandar um custo de 2,1 OTN/ha. A drenagem subterrânea deverá receber um serviço de limpeza uma vez, a cada cinco anos, cujo custo será de oito homens-dia por hectare ou 2,3 OTN/ha-cinco anos.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos custos por ha.

TABELA 2. Resumo de custos em OTN/ha.

Custos	Parciais		Subtotais	Totais
I. Custos de recuperação:	-		-	220,07
1. Infra-estrutura				9,5
2. Drenagem coletor				5,52[1]
3. Drenagem subterrânea				184,57
Materiais:			72,82	
- Manilhas	41,90			
- Tubos PVC	30,92			
- Mão-de-obra			7,33	
- Maquinista da GSS	2,3			
- Equipe de instalação	2,03			
- Equipe de topografia	3,0			
Maquinaria:			104,42	
- GSS Hollanddrain		91,72		
- Transporte	10,76			
- Óleo combustível	2,77			
- Lubrificação	0,55			
- Peças de reposição	0,61			
- Recuperação	0,12			
- Amortização	65,36			
- Perda de juros do capital	11,55			
- Trator de lâmina		12,7		
4. Apoio científico				2,14[1]
5. Lavagem		1,88[2](3x)		18,34
- Mão-de-obra	0,44			
- Água	0,17			
- Maquinaria Trator lâmina	1,27			
- Subsolagem		12,7		
II. Custos de produção:	-		-	163,64
Tomate			118,28	
Sorgo			45,36	
III. Custo de manutenção:				4,4
Drenos abertos	2,1[1]			
Drenos subterrâneos	2,3			

Nota: Custos de recuperação correspondentes à área com drenagem subterrânea:
1. distribuição na área total do setor;
2. custo de cada lavagem.

BENEFÍCIOS

Anteriormente à instalação dos drenos (ano 1983), a área aproveitada (plantada), era de 180ha onde o tomate ocupava 38%, o sorgo 32%, e outras culturas (principalmente o feijão). 30%. Os rendimentos obtidos foram de 20.000, 2.000 e 700kg/ha para o tomate, sorgo e feijão, respectivamente, sendo o valor da produção de 25,95; 21,27 e 106,09 OTN/ton (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS 1985), sendo o valor total da produção 41.960,10 OTN. Com os trabalhos de drenagem realizados, espera-se um aumento da produtividade na área anteriormente plantada e a incorporação gradual de outras áreas praticamente improdutivas, com aumento crescente de sua produtividade.

A produtividade do sorgo e tomate na área salinizada em cada ano, é estimada tendo por base as informações do decréscimo da produtividade, segundo o teor de sais, obtidas por Ayres & Westcot (1976). A área drenada, 106ha, é constituída principalmente por solos do grupo C, lotes abandonados sem produção. A exploração das áreas recuperadas só começará efetivamente a partir do segundo ano, quando então será possível o plantio do sorgo, esperando-se uma produtividade da ordem de 60%, da produtividade máxima potencial do sorgo, estimada em 3t/ha. No terceiro ano, com a salinidade reduzida até a metade, poderá ser introduzido o tomate como cultura moderadamente tolerante, esperando-se produtividade de 60% do tomate e 80% do sorgo. O máximo potencial de produtividade do tomate na área, é estimado em 30t/ha. No quarto ano, espera-se que o nível de salinidade do solo seja tal, que permita produtividade de 70% de tomate e 90% de sorgo e no quinto ano, poderá contar com 80% e 100% da produtividade potencial do tomate e do sorgo, respectivamente.

O plano de cultivo para a área, deve considerar no máximo duas coletas por ano, uma de sorgo na época de chuvas (janeiro a abril), e outras de tomate no período pós-chuvas (junho a setembro). Assim, as receitas seriam 0; 4.059,8; 54.929,2; 63.854,4 e 72.779,6 OTN, nos anos: primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto, respectivamente.

Um benefício não quantificável e por isso não considerado, é a reativação de um capital "morto", constituído pela inversão de capital na implantação do perímetro (infra-estrutura de irrigação, sistematização de terras, etc.).

AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Esta avaliação pode ser considerada correspondente à avaliação durante o projeto, isto é, terminada a primeira fase (instalação dos drenos subterrâneos) e iniciada a segunda fase (lavagens e reabilitação), no processo de recuperação de solos salinos. Uma real avaliação "ex-post", poderá ser feita alguns anos, quando atingido o potencial total de reabilitação, como no caso de um projeto de irrigação em plena operação (Bergmann & Boussard 1976). Os custos do projeto são constituídos pelos custos de capital (fixos), e pela inversão nos trabalhos de instalação de drenos e de reabilitação da in-

fra-estrutura existente. Os custos de operação e manutenção incluem só os relacionados à conservação dos sistemas instalados por ocasião do atual projeto (drenos e lavagens) e os custos de produção referem-se às áreas ocupadas pelas culturas consideradas. O valor do incremento da produção são os benefícios estimados, decorrentes da implantação do projeto.

Todos estes valores de custos e benefícios estão expressos em OTN, para manter o valor real intrínseco, sendo desnecessária a correção monetária para comparações equivalentes no tempo. Estes valores são só atualizados em função do custo de oportunidade do capital, com uma taxa de atualização ou de rentabilidade, às vezes constituída pelo custo marginal do dinheiro, neste caso, tomado a 4% que é a taxa na qual são fornecidos os empréstimos, como sugerido por Gittinger (1984).

Segundo a análise feita com o esquema de plano de cultura assumido, começando a produzir no ano segundo, os custos são superados no ano terceiro (Tabela 3), e no período de dez anos a relação benefício/custo (B/C) é de 2,98 e a taxa interna de retorno (TIR) é 88,4%.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Alguns parâmetros básicos da avaliação têm certo grau de incerteza que limitam a sua validez. Assim, a área plantada cada ano e a produtividade de cada cultura, depedem da efetividade do processo de desalinização. Por outro lado, a ocupação dos lotes pode também atrasar, devido a problemas de organização ou disponibilidade de recursos (custeio) e o valor da produção variar, se mudar o esquema de ocupação da terra por cultura ou se optar por outras culturas, bem como se os preços dos produtos agrícolas. alterarem.

No primeiro ano da recuperação, tem-se observado alguns problemas que fazem a área plantada e a produtividade estimada, tornarem-se os fatores mais sensíveis da análise. Estes problemas são principalmente o fornecimento de volume de água inferior ao requerido, e o deficiente estado de manutenção dos coletores, que limitam o funcionamento adequado dos drenos subterrâneos. Sendo assim, foi feita uma análise complementar em condições desfavoráveis, pondo em evidência o efeito destes fatores. Nesta análise complementar são consideradas duas hipóteses: uma aceitando que a área só inicia sua produção no terceiro ano e a outra no quinto ano (Tabela 4). Na hipótese primeira a relação B/C = 2,81 para a taxa de desconto de 4% e a taxa interna de retorno TIR = 62%. Na hipótese segunda, B/C = 2,41 para taxa de desconto de 4% e a TIR = 36,6%. Todos os índices econômicos resultaram favoravelmente altos, salientando a rentabilidade do investimento, mesmo nas condições adversas evidenciadas.

TABELA 3. Avaliação econômica da drenagem e recuperação de solos salinos no perímetro irrigado de Vaza-Barris.

Setor I — Área Drenada = 106ha

ANO	Custos - OTN				Valor do Incremento da Produção	Fluxo de Fundos	Fator de Atualização 4%	Valor Atual 4%
	Capital	Operação e Manutenção[1]	Produção	Total				
01	21.383,38	2.410,44	0	23.793.8	0	-23.793,8	0,962	-22.889,66
02	-	2.410,44	4.808,16	7.218,6	4.059,8	- 3.158,8	0,925	- 2.921,89
03	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	54.929,8	35.172,9	0,889	31.268,71
04	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	63.854,3	44.098,1	0,885	39.026,82
05	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	72.779,6	53.023,3	0,822	43.585,15
06 - 10	-	466,40	17.345,84	17.812,2	72.779,6	54.967,4	3,659	201.125,72
-	-	-	-	-	-	-	-	+289.194,86

[1] Inclui lavagens.

B-C = 289.194,86
B/C = 2,98
TIR = 88,4

TABELA 4. Avaliação da drenagem e recuperação de solos no perímetro irrigado de Vaza-Barris. Setor I. Considerando Recuperação Limitada (OTN).
- Hipótese I. Início da produção no terceiro ano.

ANO	Custos - OTN				Valor do Incremento da Produção	Fluxo de Fundos	Fator de Atualização 4%	Valor Atual 4%
	Capital	Operação e Manutenção[1]	Produção	Total				
01	21.383,38	2.410,44	0	23.793,8	0	-23.793,8	0,962	-22.889,7
02	-	2.410,44	0	2.410,4	0	- 2.410,4	0,925	- 2.229,6
03	-	2.410,44	4.808,16	7.218,6	4.059,8	- 3.158,8	0,889	- 2.808,2
04	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	54.929,2	35.172,9	0,855	30.072,8
05	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	63.854,4	44.098,1	0,822	36.248,6
06	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	72.779,6	53.023,3	0,790	41.888,4
07 - 10	-	466,40	17.345,84	17.812,2	72.779,6	54.967,4	2,869	157.701,5
-	-	-	-	-	-	-	-	+237.983,8

B/C = 2,81 (j = 4%)
TIR = 62,0

- Hipótese II. Início da produção no quinto ano.

01	21.383,38	2.410,44	0	23.793,8	0	-23.793,8	0,962	-22.889,7
02	-	2.410,44	0	2.410,4	0	- 2.410,4	0,925	- 2.229,6
03	-	2.410,44	0	2.410,4	0	- 2.410,4	0,889	- 2.142,8
04	-	2.410,44	0	2.410,4	0	- 2.410,4	0,855	- 2.060,9
05	-	2.410,44	4.808,16	7.218,6	4.059,8	- 3.158,8	0,822	- 2.596,5
06	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	54.929,2	35.172,9	0,790	27.786,6
07	-	2.410,44	17.345,84	19.756,3	63.854,4	44.098,1	0,760	33.514,6
08 - 10	-	466,40	17.345,84	17.812,2	72.779,6	54.967,4	2,109	115.926,2
								+145.397,9

B/C = 2,41 (j = 4%)
TIR = 36,6%

CONCLUSÕES

Da análise feita no presente trabalho, conclui-se que:

- O custo de drenagem foi de 184,57 OTN/ha ou US$ 1.418,9 por hectare.
- As relações benefício/custo destas inversões, são superiores a 2,0% e as taxas internas de retorno, igualmente acima de 37%.
- O tempo de recuperação do capital é curto: dois anos de operação completa, mesmo com três anos de carência.
- O custo de cada lavagem é de 1,88 OTN/ha, sem subsolagem.

RECOMENDAÇÕES

- Observar a desalinização progressiva dos solos "in situ", para a caracterização do processo.
- Acompanhar o desenvolvimento do projeto, observando as área reabilitadas e a produtividade de cada ano, para depois de três ou cinco anos completar a avaliação "ex-post".
- Abordar sistematicamente o problema de salinidade de outros perímetros.

RESUMO - Como parte do programa de controle da salinidade e recuperação de solos salinos, adotado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, foram instalados 106ha de drenagem subterrânea no Setor I, do Perímetro Irrigado de Vaza-Barris-PIVB. No acompanhamento e supervisão da instalação, foram levantados os custos envolvidos da drenagem e avaliados em testes de campo, o potencial de recuperação dos solos drenados, as limitações e o retorno da atividade na primeira fase de recuperação com a condução de uma cultura de sorgo, a partir da qual projetou-se um esquema de avaliação econômica, para um período de dez anos. O custo total de recuperação foi 220,07 OTN/ha, dos quais 184,57 OTN/ha constituíram o custo da drenagem subterrânea. Cada lavagem sem considerar subsolagem, foi avaliada em 1,88 OTN/ha. A uma taxa de desconto de 4% a relação benefício/custo (B/C) foi de 2,98 e a taxa interna de retorno (TIR) foi de 88.4%. Em condições desfavoráveis de início de retorno no terceiro e quinto anos, a relação B/C para a mesma taxa de desconto foi de 2,81 e 2,41 e a TIR 62% e 36,6%, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, R.S. & WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture.** Rome, FAO, 1976. 97p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

BERGMANN, H. & BOUSSARD, J.M. **Guide to the economic evaluation of irrigation projects.** Paris, OECD, 1976. 257p.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Estudio de viabilidad para el riego de los valles de los rios Itapicuru y Vaza-Barris**; memória. s.l. s.d. 1v.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Projeto de Drenagem do P.I. Vaza-Barris, Setores I, II, III**; memória. Salvador, BA, 1977. 61p.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. 4. Diretoria Regional. **Perímetro Irrigado Vaza-Barris: plano de exploração.** Salvador, BA, 1984. n.p.

FÉLIX, S.G. **Evolução e consequência da salinização do P.I. Vaza-Barris.** Salvador, BA, DNOCS - 4. Diretoria Regional, 1981. 12p. e anexo.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Instituto Brasileiro de Economia. Centro de Estudos Agrícolas, Rio de Janeiro, RJ. **Preços (em Cz$ correntes) recebidos pelos agricultores, no ano de 1983, segundo as unidades da federação. Rio de Janeiro, 1985.** 26p.

GITTINGER, J.P. **Análise econômica de projetos agrícolas.** 2.ed. Madrid, Tecnos, 1984. 532p.

HERMSMEIER, L.F. Drainage practice in Imperial Valley. **Trans. ASAE,** 21(1):105-9, 1978.

MOLEN, W.H. van der. Salt balance and leaching requirement. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT, Wageningen, Netherlands. **Drainage principles and applications**; theories of field drainage and watershed runoff. 2.ed. Wageningen, 1979. v.2, p.59-100. (ILRI. Publication, 16).

RHOADES, J.A. Drainage for salinity control. In: SHILFGAARD, J. van, ed. **Drainage for agriculture.** Madison, ASA, 1974. p.443-68. (ASA. Agronomy, 17).

RICHARDS, L.A. ed. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, USDA, 1969. 160p. il. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

VALDIVIESO S., C.R.; CORDEIRO, G.G. & FELIX, S.G. Relatório final de atividades relativas a drenagem e recuperação de solos salinos no P.I. Vaza-Barris, Canudos (Cocorobo) - Bahia. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/DNOCS/IICA, 1986. 1v.