

Fol
02568

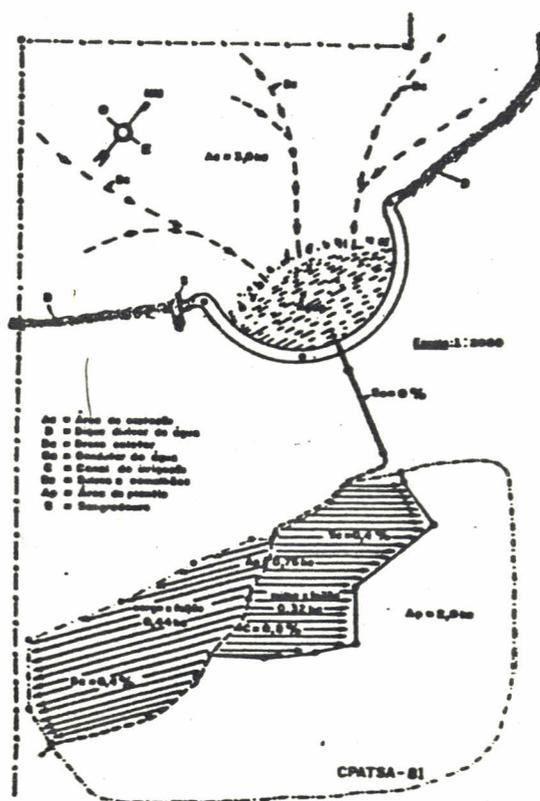
BARREIRO PARA "IRRIGAÇÕES DE SALVAÇÃO": UM ESTUDO DE CASO EM PERNAMBUCO¹

Aderaldo de Souza Silva

Everaldo Rocha Porto²

Severino P. de Aguiar Filho³

Luiz Corsino Freire



(VERSÃO PRELIMINAR - II)

¹ Contribuição do CPATSA-EMBRAPA - Documento preparado para a Reunião Técnica sobre Alternativas de Exploração de Pequenas e Médias Propriedades da Região Semi-Árida do Nordeste - Período 06 a 10.07.81, em Patos-PB.

² Pesquisador em Manejo de Solo e Água do CPATSA-EMBRAPA.

³ Pesquisador em Manejo de Cultivo do CPATSA-EMBRAPA.

BARREIRO PARA "IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO": UM ESTUDO DE CASO EM PERNAMBUCO¹

Aderaldo de Souza Silva
Everaldo Rocha Porto²
Severino P. de Aguiar Filho³
Luiz Corsino-Freire

I N T R O D U Ç Ã O

O Trópico Semi-Árido brasileiro, também denominado "Polígono das Secas", abrange cerca de 850.000 Km², representando 52% da superfície do Nordeste do Brasil. SUDENE (1977). É delimitado pelas latitudes 3° e 18° Sul e longitude 35° e 46° Oeste, com uma densidade demográfica estimada em 14 hab./km². Esta região tem, basicamente, quatro extratos populacionais: produtores sem terra (arrendatários e parceiros), pequenos, médios e grandes proprietários. Para análise do efeito das secas, 79% do total das famílias agrícolas do Nordeste em 1970, correspondiam aos dois primeiros extratos. Também nesta região, observa-se que 84% dos imóveis têm área inferior a 100 ha. EMBRAPA/CPATSA (1979). Esta caracterização constitui a realidade da economia do setor rural nordestino, onde o minifúndio e a pequena propriedade respondem por mais de 80% dos empregos agrícolas e as culturas alimentares representam 64% do valor da produção.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Clima - A instabilidade climática, representada mais pela irregularidade de distribuição das chuvas do que por sua escassez, onde se constata que a precipitação média anual de 600 mm atinge a maior área, 591.000 km², Brasil. SUDENE (1972), cujo período chuvoso varia entre três a cinco meses, tem se constituído

¹ Contribuição do CPATSA-EMBRAPA

² Pesquisador em Manejo de Solo e Água do CPATSA-EMBRAPA

³ Pesquisador em Manejo de Cultivo do CPATSA-EMBRAPA

no principal obstáculo à estabilização e/ou incrementação da produção de alimentos no Nordeste, principalmente milho e feijão.

A análise de longas séries de dados pluviométricos identificou a tendência de efeito cíclico das secas do Trópico Semi-Árido Nordestino que corresponde a treze anos, sendo na sequência de sete anos em que a precipitação média anual espreta sofre incremento e, em seguida, por um período de seis anos, decresce a quantidade, Strang (1979).

Nesta região semi-árida, as temperaturas médias são bastante elevadas, variando de 23 a 28°C, com amplitudes térmicas diárias de 10°C, além de apresentarem 2.800 horas, por ano, em média, de insolação, o que representa 55% do total possível, Rebouças & Marinho (1972).

A interrelação entre os fatores climáticos apresentados, agravada pela irregularidade das precipitações, com coeficiente de variação estimado em 257%, faz com que ocorra, nesta região brasileira, estiagens prolongadas, acarretando o fenômeno das secas com seus efeitos prejudiciais à economia regional, afetando aproximadamente dois terços das famílias agrícolas do Nordeste. *ll*

Recursos Hídricos - O Trópico Semi-Árido registra razoável precipitação pluviométrica anual, em torno de 700 bilhões de m³, dos quais 642,6 bilhões de m³ ou 91,8% do total é consumido pelo fenômeno da evapotranspiração. Entretanto, a disponibilidade deste recurso, anualmente, totaliza 24 bilhões de m³, sendo 20 bilhões armazenados superficialmente e 4 bilhões de m³ de reserva subterrânea, Pontes (1975), enquanto 36 bilhões de m³ perdem-se por escoamento superficial, para os rios e destes para o mar, Rebouças & Marinho (1977). Por outro lado, existem mais de 15.000 poços profundos perfurados e bem mais de 70.000 açudes, sendo 257 públicos, armazenando 57,48% do volume superficial, num montante de 11.496.702.000 m³, Guerra (1980). Estes reservatórios possibilitam o uso da irrigação em grande parte das áreas do Nordeste, a nível de propriedades agrícolas.

Recursos Edáficos - Esta região dispõe de 4.431.000 ha em potencial para a agricultura irrigada e 14.018.300 ha para a agricultura de sequeiro (incluindo pecuária), ocupando 2,8% e 8,8% da superfície do Nordeste, respectivamente, Brasil. SUDENE (1972). As áreas destinadas à irrigação não apresentam limitações

de recursos hídricos e edáficos, enquanto as destinadas à agricultura de sequeiro sofrem os efeitos das irregularidades das precipitações e os solos, de uma maneira geral, são rasos, com baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de umidade, o que exige técnicas especiais de "dry framing". principalmente as relacionadas com a disponibilidade, manejo e conservação de água e solo, Brasil. SUDENE (1972).

As secas - Neste século, já ocorreram onze secas, correspondendo a 16 anos secos, Tabela 1. Os efeitos das secas são, fundamentalmente, de agricultura, de emprego no setor agrícola, de estoque de alimento, de saúde, de migração, de superpopulação e de conscientização. A análise destes efeitos demonstram a problemática das secas no Trópico Semi-Árido brasileiro, onde as frentes de trabalho absorveram nos últimos anos, 220.000, 60.000, 540.000 e 500.000 produtores, em 1931/32, 1951, 1953 e 1958 - 1970, respectivamente. No ano de 1979, sem computar os anos anteriores, encontravam-se, em obras de emergência, 432 mil agricultores, sendo empregados, na assistência direta, aos dois primeiros extratos populacionais, Cr\$ 6,3 bilhões, sem analisar os prejuízos indiretos com frustração de safras, Silva (1980). Já em 1980 os agricultores, em frente de trabalho, atingiram, aproximadamente, 640 mil homens.

A análise das considerações anteriores fizeram com que o CPATSA estabelecesse três enfoques básicos de pesquisa em manejo de água e solo para a Região Semi-Árida, que são: Aproveitamento do escoamento superficial, manejo adequado das águas armazenadas em reservatórios superficiais ou subterrâneos e desenvolvimento de métodos não convencionais de irrigação. O aproveitamento do escoamento superficial tem como objetivo principal manejar e conservar água para o consumo humano, animal e vegetal, a nível de pequenas e médias propriedades do Semi-Árido brasileiro, enquanto o desenvolvimento de métodos não convencionais pretende desenvolver e/ou adaptar métodos de irrigação que sejam mais compatíveis com os pequenos e médios produtores do Nordeste. O aproveitamento das águas já armazenadas tem por objetivo desenvolver sistemas de produção que utilizem racionalmente os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, já existentes no Nordeste, com ênfase especial a "Pequena Irrigação a Nível de Propriedades Agrícolas do Trópico Semi-Árido".

TABELA 1. As secas dos séculos XVIII e XIX no Estado do Ceará e as secas do século XX no Nordeste Semi-Árido.

Século XVIII Estado: Ceará		Século XIX Estado: Ceará		Século XX Região: Nordeste	
Período	Duração (Ano)	Período	Duração (Ano)	Período	Duração (Ano)
1707-1711	5	1804	1	1900	1
1721-1725	5	1810	1	1903	1
1736-1737	2	1824-1825	2	1915	1
1754	1	1829-1830	2	1919-1920	2
1760	1	1844-1845*	2	1931-1932	2
1766	1			1942	1
1772	1	1877-1879	3	1951-1953	3
				1958	1
1777-1778	2	1888-1880	2	1970	1
				1976	1
1791-1793	3	1898	1	1979-1981	3
09 SECAS	21 ANOS	08 SECAS	14 ANOS	11 SECAS	17 ANOS

FORTE: Rebouças & Marinho (1972).

* Maior período de ausência de secas regionais: 1845-1877 = 31 anos

Uma análise simples da Tabela 1, permite observar que as secas regionais em um século, correspondem a catorze secas, abrangendo um total de 22 anos secos. Isto é, 78% dos anos são regulares, sem ocasionar secas regionais. Isto permite concluir que as técnicas de captação de água de chuva têm um risco de não funcionarem adequadamente em dois anos, a cada dez anos, no Nordeste. Mesmo assim, estas técnicas são imprescindíveis para a estabilização e/ou incrementação das produções agrícolas no Semi-Árido, tendo em vista que, segundo Liu et al. (1978),

a probabilidade de sucesso na obtenção de produções razoáveis sem essas tecnologias, em região com precipitação média de 400 mm, como em Petrolina-PE, onde se desenvolve este estudo de caso, é de um ano em cada dez anos de exploração. Por outro lado, o CPATSA, nesta região, com o Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva proveniente do Escoamento Superficial (SAES), vem conseguindo estabilizar as produções das culturas alimentares, mesmo em anos irregulares como 1979, 1980 e 1981.

TÉCNICA ALTERNATIVA DE MANEJO DE SOLO E ÁGUA PARA A REGIÃO SEMI-ÁRIDA

1. Sistema de Aproveitamento do Escoamento Superficial (SAES), através de Barreiro para Uso de "Irrigações de Salvação".

1.1. Considerações Teóricas

O SAES é constituído de três elementos básicos: Área de captação (Ac), Tanque de armazenamento (Ta) e Área de plantio (Ap), como se observa na Figura 1, correspondendo a uma área aproximada de 5 ha. Maiores detalhes técnicos são descritos por Silva, Porto & Gomes (1981).

A fórmula⁴ utilizada no dimensionamento do SAES, corresponde a:

$$Ac = V/C \times P; \text{ onde}$$

$$Ac = \text{Área de captação desejada (ha)}$$

$$V = \text{Volume bruto de água a ser armazenada (m}^3\text{) no barreiro}$$

$$C = \text{Coeficiente de escoamento superficial, estimado para a Ac.}$$

$$P = \text{Precipitação média da região a 50\% de probabilidade.}$$

Na Tabela 2 apresentam-se as Áreas de captação (Ac) que são necessárias para coletar 3.000 m³ de água de chuva, em uma região com precipitação média de 400 mm, quando as Ac são cobertas por diferentes tipos de materiais ou tipos de vegetação. Vale salientar que certas variações na Ac são devido aos fatores que

⁴ Nesta fórmula introduzir-se-ão as Perdas Totais de Água (PTA) em Barreiros, durante o período de utilização da água armazenada.

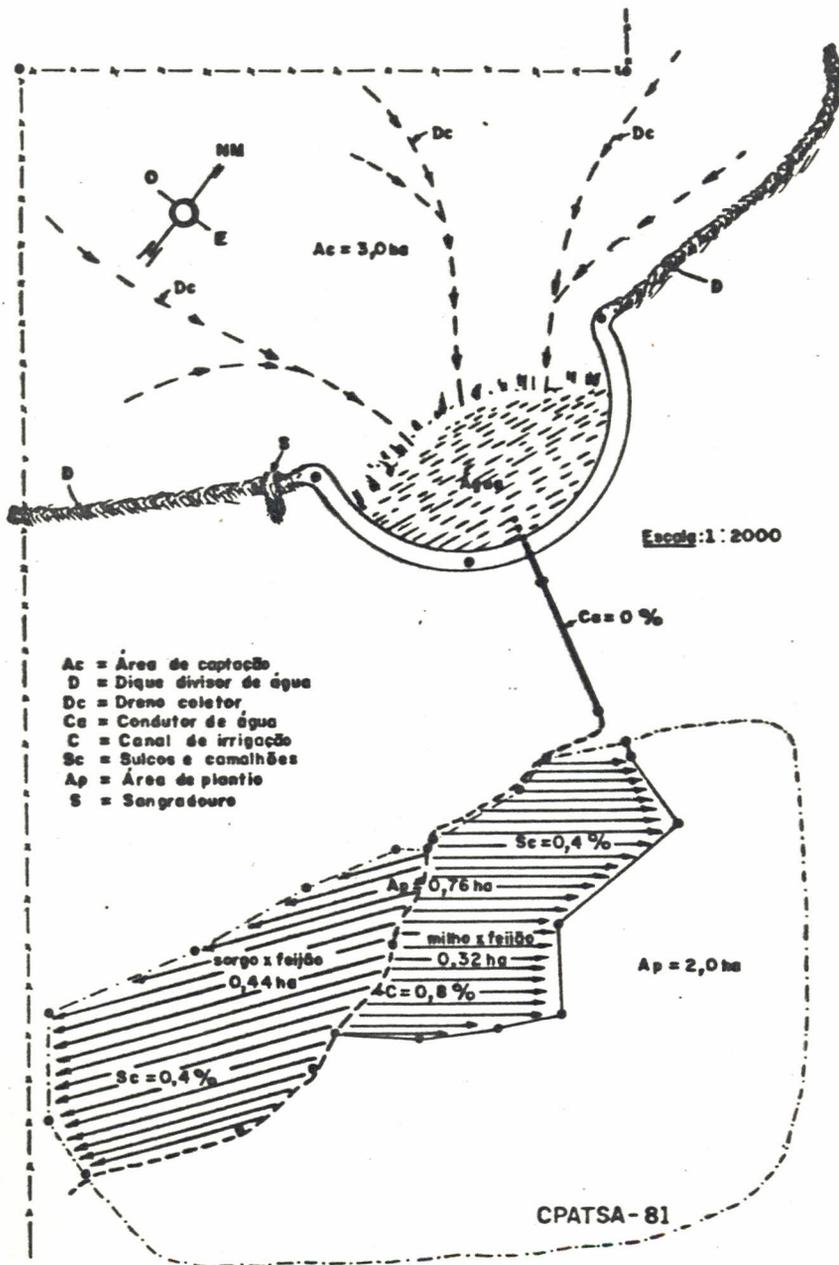


FIG. 1 - Sistema de produção em áreas de sequeira: barreiro para uso em irrigação de salvação.

-influenciam no valor do coeficiente de escoamento superficial, tais como: topografia do terreno, cobertura vegetal, comprimento da Ac, textura, porosidade, profundidade do solo, teor de matéria orgânica, grau de compactação do terreno, teor de umidade do solo e intensidade, duração e frequência com que se apresentam as chuvas. Na Tabela 3, demonstra-se como varia o coeficiente de escoamento superficial, somente devido a diferentes precipitações pluviométricas, tipos de cobertura e declividade da Ac.

Analisando as Tabelas 2 e 3 verifica-se que é fundamental a caracterização dos fatores que afetam o escoamento superficial da Área de captação (Ac). Isto porque um coeficiente C superestimado fará com que o barreiro não armazene água suficiente para as necessidades da cultura, enquanto que se subestimado, aumentará bastante a Ac, desnecessariamente.

Perdas Totais de Água - Segundo Silva, Porto & Gomes (1981), deveria ser introduzido, no Volume bruto (Yb) a ser armazenado, 50% do Volume útil (Vu) a ser usado, devido as perdas por evaporação e infiltração. Na Tabela 4, apresentam-se as Perdas Totais de Água (PTA), reais, em barreiros novos para uso com "Irrigações de salvação" e as Equações estimativas para dois tipos de barreiros. O primeiro com capacidade máxima de $3.758,64 \text{ m}^3$ e o segundo com $4.033,55 \text{ m}^3$. Estas perdas totais poderão ser reduzidas quando o barreiro não apresentar infiltrações superiores às identificadas nos barreiros estudados e quando chover durante o período de utilização dos mesmos, isto é, durante o período normal de cultivo.

Equações estimativas das Perdas Totais de Água:

a) Barreiro I: $PTA_1 = -14,26 + 7,32 D$ ($r^2 = 0,98$) ;. (D = número de dias)

b) Barreiro II: $PTA_2 = -2,94 + 5,85 D$ ($r^2 = 0,90$)

1.2. Considerações Práticas

Avaliação do SAES em condições de campo - O trabalho foi desenvolvido em área de caatinga, em Latossolo Vermelho Amarelo, Unidade de mapeamento 27 A, FAO (1966), no município de Petrolina-PE, cuja precipitação média anual, registrada num período de 56 anos, é de 400 mm, CPATSA (1979). Nesta região, o período de chuvas está concentrado de dezembro a abril e a probabilidade de obter-se produ

TABELA 2. Áreas de captação necessária para coletar 3.000 m³ de água de chuva, em uma região com precipitação média de 400 mm, em função de diferentes tipos de matérias e de cobertura.

Matérias e tipos de cobertura vegetal das Áreas de captação	C	Ac (área)
Ac cobertura com asfalto	0,83	0,90 ha
Ac cobertura de concreto	0,88	0,85 ha
Ac cobertura de polietileno	0,90	0,83 ha
Ac tratada com sal comum	0,57	1,37 ha
"Informações obtidas no CPATSA"		
. Ac com solo desnudo (raspado c/ lâmina)	0,41	1,83 ha
. Ac cultivada e com drenos coletores e sulcos	0,20	3,80 ha
. Ac com pastagem e drenos coletores	0,15	5,00 ha
. Ac cultivada com plantio em covas	0,07	10,71 ha
. Ac coberta com caatinga de dois anos	0,07	10,71 ha
. Ac coberta com pedras pequenas	0,02	37,50 ha

ções agrícolas razoáveis, com culturas alimentares (milho e feijão), é de um ano em cada dez anos de exploração, Liu (1978).

Este SAES foi concluído em março de 1981, cujas especificações técnicas detalhadas são apresentadas na Tabela 5. Sendo os seguintes valores utilizados para os cálculos:

Hora/Trator de esteira (H/T) = Cr\$ 1.332,00 (CISAGRO/PE)^a
 Hora/Trator de pneu (H/T) = Cr\$ 700,00 (Particular/PE)
 Homem/Dia (H/D) = Cr\$ 200,00 (Diária/Petrolina-PE)

^a Valor da H/T da Companhia Integrada de Serviços Agropecuários do Estado de Pernambuco (CISAGRO/PE)

TABELA 3. Coeficientes médios de escoamento superficial (C), em função de diferentes precipitações pluviométricas e tipos de cobertura vegetal - CPATSA 1981.

Tipos de cobertura da Ac	Declividade da Ac	Coeficientes (C) para diferentes precipitações (P) em mm			
		P = 31,2	P = 23,2	P = 36,6	P = 17,2
Ac cultivada, com drenos coletores, e com sulcos e câmaras lhões	2,5 a 4,5%	0,24	0,38	0,57	0,06
Ac cultivada, com plantio em covas	2,5 a 4,5%	0,24	0,38	0,57	0,06
Ac coberta com vegetação nativa de dois anos	2,5 a 4,5%	0,05	0,09	0,27	0,03
Ac coberta com pedras pequenas	2,5 a 4,5%	0,13	0,15	0,29	0,11

TABELA 4. perdas Totais de Água (PTA) em barreiros para uso com "irrigações de salvação".

Nº de dias	Barreiro - I (mm)	Barreiro - II (mm)	Precipitações ocorridas
0	0	0	
2	3	4	
7	55	41	Dia 1 = 0,3 mm
9	65	65	Dia 4 = 0,8 mm
16	82	88	Dia 5 = 5,0 mm
21	120,5	122,5	Dia 6 = 2,6 mm
28	159	145	Dia 19 = 4,6 mm
33	189	177	
40	288	236	Obs. Período (dezembro de 1980 a janeiro de 1981).
44	317	259,5	
49	349	278	
54	400	328	
PTA/Dia	7 mm	6 mm	

TABELA 5. Custo de implantação do SAES (5 ha) em área de caatinga nativa -
- CPATSA - janeiro/81.

ESPECIFICAÇÕES	Unid.	Quant.	Valor Cr\$
- Desmatamento e destocamento de 3 ha	H/T	15	19.980,00
- Aração e gradagem da Ap, 2 ha	H/t	12	8.400,00
- Abertura e fechamento da 1ª e 2ª vala (Volume = 135 m ³) com trator de esteira	H/T	2	2.664,00
- Escavação do Barreiro Volume = = 2.035 m ³ , e movimento de terra para construção da parede do barreiro (Volume de 2.035 x 1,30 = 2.645 m ³).	H/T	65	86.580,00
- Tubo condutor de água PVC, rígido de engate rápido	m	18	10.440,00
- Instalação do tubo condutor.....	H/D	5	1.000,00
- Registro de ferro galvanizado de 4" de Ø	-	-	5.000,00
- Construção dos diques laterais e drenos coletores.....	H/T	2	2.664,00
T.O.T.A.L			136.728,00

Obs.: Dos 3 ha da Área de captação, 2 ha permaneceram cobertos com vegetação de caatinga.

Os custos com a implantação do SAES foram de Cr\$ 136.728,00 (Cento e Trinta e Seis Mil, Setecentos e Vinte e Oito Cruzeiros), como se observa na Tabela 5, a preço de janeiro de 1981.

Na Figura 1, consta a planta planimétrica da área abrangida pelo Sistema SAES onde são especificadas as áreas compreendidas pelo consórcio: sorgo x feijão (0,44 ha), milho x feijão (0,32 ha) e a locação dos elementos básicos do sistema tais como: Área de captação (AC), Dique divisor de água (D), Dreno coletor (Dc), Condutor de água (Ca), Canal de irrigação (C), Sulcos e camalhões (Sc), Área de plantio (Ap) e Sangradouro (S). Na Tabela 6, encontram-se registrados os dados

de precipitação pluviométrica.

TABELA 6. Precipitações pluviométricas (mm) ocorridas durante o período de cultivo na Ap.

DATA		DATA		DATA		DATA		DATA	
Dia	Janeiro	Dia	Fevereiro	Dia	Março	Dia	Abril	Dia	Maio
19	4,9 mm	3	2,0 mm	10	1,4 mm	1	0,9 mm	08	0,6 mm
20	1,9 "	8	1,6 "	11	74,3 "	2	20,0 "		-
21	0,2 "	15	0,7 "	13	32,5 "	6	5,6 "		-
23	0,2 "			14	31,2 "	22	1,2 "		-
29	23,6 "			15	23,2 "	24	13,5 "		-
				18	30,5 "	27	0,4 "		-
				19	1,2 "		-		-
				20	23,8 "		-		-
				21	2,4 "		-		-
				22	2,0 "		-		-
				23	42,4 "		-		-
				24	11,4 "		-		-
				25	0,6 "		-		-
				26	116,2 "		-		-
				28	59,9 "		-		-
				30	(Data de plantio)		-		-

A análise dos dados permite observar que o plantio foi feito com atraso. Deveria ter sido realizado após a chuva de 74,3 mm. Este retardamento deveu-se ao fato de que a área não se encontrava sulcada. Por este motivo a água armazenada no barreiro teve de ser usada de maneira convencional, aumentando bastante o número de irrigações.

O CPATSA, com a finalidade de minimizar esse tipo de insucesso, mencionado anteriormente, vem desenvolvendo um modelo, que, segundo Porto *et al.* (1981), entre outros, tem os seguintes objetivos:

1. Obter um zoneamento agroclimático para as principais culturas anuais de maior potencial no Trópico Semi-Árido do Brasil, estimando os riscos envolvidos e de terminando as melhores épocas de plantio.

2. Determinar as possibilidades de captação e utilização de água de chuva para aumentar a produtividade e diminuir os riscos de perdas das culturas anuais.

Caracterização da Área de plantio (Ap) - A Ap foi sulcada utilizando-se o "Multicultor CPATSA", para a abertura dos sulcos e camalhões. Os camalhões têm superfície plana de 1,20 m de largura e são limitados, lateralmente, por sulcos de 0,20 m de profundidade e 0,30 m de largura sendo o espaçamento entre sulcos de 1,50 m, cuja finalidade é a aplicação de água aos cultivos, durante as irrigações de salvação, Aragão (1980). O canal foi locado com uma declividade de 0,8%, e os sulcos e camalhões com 0,4% de declividade. O arranjo nos consórcios milho x caupi e sorgo x caupi foi de 1:2.

Dados básicos:

- Área total cultivada na Ap = 0,76 ha
- Área do sorgo x feijão = 0,44 ha
- Número total de sulcos (17 de sorgo + 33 de feijão) = 50
- Comprimento médio dos sulcos = 60 m
- Área do sulco (60 x 0,60m) = 36 m²
- Área líquida dos sulcos no sorgo x feijão = 0,18 ha
- Área líquida irrigada = 40%
- Área do milho x feijão = 0,32 ha
- Número total de sulcos (18 de milho + 35 de feijão) = 53
- Comprimento médio dos sulcos = 40 m
- Área do sulco (40 m x 0,60 m) = 24 m²

- Área líquida dos sulcos no milho x feijão = 0,127 ha
- Área líquida irrigada = 40%
- Área total líquida irrigada = 0,18 + 0,127 = 0,31 ha

Obs.: Na Ac foi cultivado 1,0 ha com Feijão Guandu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise técnica - Na Tabela 7 consta o número de "Irrigações de salvação", os volumes totais de água e as lâminas aplicadas na Área de plantio (Ap), do Sistema SAES, durante o ciclo de cultivo do milho, sorgo e feijão.

TABELA 7. Número de "Irrigações de salvação", volumes de água e lâminas aplicadas no Milho (M), Feijão (F) e Sorgo (S).

Data	Irrigação	Volume de água aplicada (ha)	Volume acumulado* (ha)	Lâmina aplicada (L)	Culturas da Ap
1981	(N)	(m ³)	(m ³)	(mm)	
27 a 29.04	1	168	168	41	M, S e F
05 a 06.05	2	100	268	25	M, S e F
11 a 12.05	3	110	378	27	M, S e F
19 a 20.05	4	154	532	38	M, S e F
21.05	5	28	560	20	S e M
26.05	6	57	617	41	S e M
28 a 29.05	7	125	742	31	M, S e F
02 a 03.06	8	81	823	59	S e M
04.06	9	17	840	30	M
09.06	10	26	866	46	M
10 a 11.06	11	42	908	31	S e M
16.06	12	75	983	55	S e M
(51 dias)					
Nº de dias após plantio = 79 dias	12 Irrig.		983 m ³	444 mm	

* Volume acumulado real aplicado = 747 m³ em 0,76 ha.

Analisando os dados da Tabela 7, observamos que os volumes de água aplicados na Ap são pequenos, entretanto as lâminas recebidas pelas culturas são em média de 37 mm, consideradas razoáveis para condições de sequeiro. Isto ocorre, principalmente porque o espaçamento entre sulcos é de 1,5 m e a aplicação na Ap, é realizada usando-se vazões médias de 2,5 l/s, sendo irrigados dois sulcos de cada vez, os quais são fechados e barrados, para que toda lâmina introduzida nos mesmos, seja infiltrada, não havendo perda por escoamento superficial. Por outro lado, irrigam-se, apenas 40% da área. Detalhes técnicos sobre o manejo adequado de irrigação, por superfície, com alta eficiência de aplicação de água, são descritos por Bernardo (1980a e 1980b), Olitta (1977), Silva (1977) e CPATSA-EMBRAPA (1980).

Ainda na Tabela 7, observa-se que o volume real aplicado na Ap (0,76 ha) foi de 747 m^3 para um período de 79 dias de cultivo. Substituindo-se este número de dias na equação, $PTA = -2,94 + 5,85 D$ ($r^2 = 0,99$), conclui-se que as Perdas totais de Água (PTA), durante o mesmo período, foi de 935 m^3 para o barreiro em estudo, confirmando os dados citados por Silva, Porto & Gomes (1981), de que os PTA's em barreiros são de aproximadamente 50% do volume útil a ser aproveitado durante o ciclo de cultivo.

Por outro lado, através da Tabela 7, pode-se determinar que foram gastos com a cultura de caupi 438 m^3 de água do barreiro para irrigar dois terços da área total (0,76 ha), isto é, 0,51 ha, uma vez que esse necessita, somente, de cinco irrigações. Isto permite estimar que o volume total de água aplicada (983 m^3), seria suficiente para irrigar 1,1 ha de caupi. Como os barreiros, em geral, são dimensionados para 3.000 m^3 , Silva, Porto & Gomes (1981), teríamos: Perdas totais de Água (PTA) correspondente a, aproximadamente, 1.000 m^3 , restando 2.000 m^3 de água, que, na maioria dos casos, no Semi-Árido, são suficiente para a exploração agrícola de 2 ha do consórcio milho x caupi e/ou sorgo x caupi ou simplesmente produção da cultura pura de caupi em 2,3 ha. Vale salientar que a validade destes resultados é adequada para aquelas situações em que o barreiro encontra-se em sua capacidade máxima de utilização e as condições edafoclimáticas forem semelhantes às estudadas.

Estes resultados alcançados oferecem uma grande perspectiva para a "Pequena Irrigação", por superfície, a nível de propriedades agrícolas do Trópico Semi-

Árido.

Análise econômica - Na Tabela 8, constam as especificações relativas ao investimento inicial do Sistema SAES e ao custeio agrícola da Área de plantio (Ap), por hectare, bem como as quantidades usadas e as horas gastas por tração animal na realização de determinadas práticas agrícolas, tais como: preparo do solo, adubação e capina.

Com base nos custos especificados na Tabela 8, procedeu-se a análise de viabilidade econômica do Sistema SAES, através de financiamento de Programas Especiais do Governo, que se encontra discriminada nas Tabelas 9 e 10.

Na Tabela 9, têm-se as produções de milho e caupi que foram obtidas na Ap, estimadas para 2 ha, correspondendo a 840 Kg/ha de milho e 540 kh/ha de caupi.

A viabilidade econômica do SAES é apresentada nas Tabelas 9 e 10. Nestas, observa-se que, através de um investimento inicial de Cr\$ 137.000 (Cento e trinta e sete mil cruzeiros) para implantar o sistema, cultivando-se milho x caupi, com uma produtividade média de 840 Kg/ha de milho e 540 kg/ha de feijão caupi, aos preços de Cr\$ 20,00 (vinte cruzeiros) e Cr\$ 80,00 (oitenta cruzeiros), respectivamente, obtém-se uma receita bruta de Cr\$ 120.000,00 (Cento e vinte mil cruzeiros), numa área de 2 ha com "Irrigação de Salvação" e um custeio orçado em Cr\$ 68.770,46 (Sessenta e oito mil mil, setecentos e setenta cruzeiros e quarenta e seis centavos), sendo Cr\$ 34.385,23 (Trinta e quatro mil, trezentos e oitenta e cinco cruzeiros e vinte e três centavos) por hectare.

O custeio está relativamente alto, porque o Sistema SAES, funcionou convencionalmente, uma vez que, praticamente não ocorreu chuvas, durante o período de cultivo, conforme observa-se na Tabela 6, encarecendo desta maneira, os custos com a aplicação das irrigações.

Tendo-se por objetivo principal garantir a alimentação básica da unidade familiar, estimou-se 500 kg de milho e 250 kg de caupi para o consumo na propriedade agrícola, e para comercialização, 1180 kg e 830 kg dos mesmos produtos, respectivamente, gerando uma receita monetária de Cr\$ 90.000,00 (Noventa mil cruzeiros), servindo para pagar o custeio agrícola de Cr\$ 68.770,46 (Sessenta e oito mil, setecentos e setenta cruzeiros e quarenta e seis centavos). Enquanto o restante destina-se ao agente financeiro, como se demonstra na Tabela 10. Des-

TABELA 8. Custos de implantação do SAES e da Área de plantio (Ap) por hectare.

ESPECIFICAÇÕES	Unidade	Quantidade	Valor unitário (Cr\$)	Valor total (Cr\$)
1. Custos de implantação so SAES	01	01	137.000,00	137.000,00
2. Insumos	-	-	-	-
. sementes de caupi	Kg	10	160,00	1.600,00
. sementes de milho	Kg	10	32,00	320,00
. Nuvacron	l	0,30	1.450,00	435,00
. Carvin	Kg	1,30	660,00	758,00
. Endrex	l	1,60	600,00	960,00
. Extrayon	l	0,38	220,00	83,60
. Superfosfato simples	Kg	45	30,00	7.500,00
. Uréia	Kg	45	30,00	1.350,00
3. Preparo do Solo				
. Confeccção de sulcos e camalhões	H/A *	03	150,00	450,00
4. Plantio	D/H	03	280,00	840,00
5. Adubação	H/A	03	150,00	450,00
6. Tratos culturais				
. Capina	H/A	06	150,00	900,00
. Repasse manual	D/H	08	280,00	2.240,00
7. Tratos fitossanitários	D/H	03	280,00	840,00
8. Irrigações	D/H	25	280,00	7.000,00
9. Colheita				
. Feijão (540 kg)	D/H	10	280,00	2.800,00
. Milho (840 kg)	H/D	03	280,00	840,00
10. Beneficiamento				
. Feijão	Saco	09	200,00	1.800,00
. Milho	Saco	14	80,00	1.120,00

* H/A = Hora animal

Sub total	Cr\$ 32.286,60
Juros	Cr\$ 2.098,63
Custeio de 2 ha irrigados	Cr\$ 68.770,46
T O T A L	Cr\$ 205.770,46

TOTAL

Nestas condições, no nono ano agrícola, o

rio (Programas Especiais do Governo)

TABELA 9. Análise econômica do Sistema SAES, parte I: investimento inicial e saldo devedor durante um período de nove anos.

Ano	Investimento Inicial (Cr\$)	Saldo devedor (Cr\$)	Custeio agrícola (2 ha)	Produção total (2ha)		Receita Bruta			Receita líquida (Cr\$)
				Milho (Kg)	Caupi (Kg)	Milho (Cr\$)	Caupi (Cr\$)	Total (Cr\$)	
01	137.000,00	137.000,00	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
02	137.000,00	125.360,46	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
03	137.000,00	112.906,15	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
04	137.000,00	99.580,04	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
05	137.000,00	85.321,46	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
06	137.000,00	70.064,04	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
07	137.000,00	53.738,98	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
08	137.000,00	36.271,17	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54
09	137.000,00	17.580,61	68770,46	1680	1080	33.600	86.400	120.000	51.229,54

TABELA 10. Análise econômica do Sistema SAES, parte II: destino da produção e apropriação do excedente comercializado*

Anos	Destino da produção				Receita da comercialização (Cr\$)	Apropriação do excedente comercializado				
	Cons. na Fazenda		Comercializado			Custeio Agrícola (Cr\$)	Pagamentos bancários			
	Milho (kg)	Caupi (kg)	Milho (kg)	Caupi (kg)			Juros (Cr\$)	Amortização (Cr\$)	Total (Cr\$)	
1	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	9.590,00	11.639,54	21.229,54	
2	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	8.775,23	12.454,31	21.229,54	
3	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	7.903,43	13.326,11	21.229,54	
4	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	6.970,60	14.258,60	21.229,54	
5	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	5.972,48	15.257,06	21.229,54	
6	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	4.904,48	16.325,06	21.229,54	
7	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	3.761,73	17.467,81	21.229,54	
8	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	2.538,98	18.690,56	21.229,54	
9	500	250	1180	830	90.000	68.770,46	1.230,64	17.580,61	18.811,25	
TOTAL								51.647,57	137.000,00	188.647,57

* Nestas condições, no nono ano agrícola, o Sistema SAES salda o débito bancário (Programas Especiais do Governo)

ta maneira ao término do nono ano o investimento estará totalmente amortizado.

Acredita-se que os benefícios provenientes da utilização do SAES garantirão ao produtor os alimentos básicos (Milho e Feijão) de sua família, minimiza os riscos de instabilidade climática, permite a implantação de uma infra-estrutura hídrica, relativamente barata, na propriedade, valoriza o imóvel e ainda, remunera o produtor durante os anos de amortização do investimento, porque a mão de obra, que representa cerca de 50% do custeio de produção, é fornecida, basicamente, pela família do produtor.

Nesta situação, durante os nove primeiros anos, o produtor teria uma reserva de 750 kg de milho e feijão para o consumo da fazenda, representando Cr\$ 30.000,00 (Trinta Mil Cruzeiros). Além de remunerar sua mão de obra no valor aproximado de Cr\$ 17.000,00 (Dezesseis Mil Cruzeiros), e está amortizando o investimento realizado na unidade que de qualquer forma, contribui para aumentar a capitalização da propriedade.

CONCLUSÕES

Um barreiro contendo 3.000 m^3 de água, permite irrigar 2 ha de consórcio milho x caupi e/ou sorgo x caupi, na proporção 1:2, cultivado no sistema de sulcos e camalhões de 1,5 m através de "Irrigações de salvação", mesmo em anos com chuvas concentradas em um período, a exemplo do que ocorreu em 1981. Oferecendo uma grande perspectiva para a "Pequena Irrigação", por superfície, a nível de propriedades agrícolas do Trópico Semi-Árido.

As Perdas Totais de Águas (PTA) no barreiro, durante o período agrícola, foi em torno de 1.000 m^3 de água. Volume semelhante fez-se necessário, para a obtenção de 840 kg de milho e 540 kg de caupi por hectare.

O número de "Irrigação de salvação" para as culturas de milho, sorgo e caupi foi de doze, dez e cinco, respectivamente. AS lâminas aplicadas corresponderam a 444 mm, 368 mm e 162 mm para os mesmos cultivos. Sendo que a lâmina média aplicada por cada "Irrigação de salvação", correspondeu a 37 mm.

O sistema SAES teve um custo orçado em Cr\$ 137.000,00 (Cento e trinta e sete mil cruzeiros) e um custeio agrícola de Cr\$ 68.770,46 (Sessenta e oito mil, setecentos e setenta cruzeiros e quarenta e seis centavos), para 2 hectares irrigados. Estes custos, sendo financiado através de Programas Especiais de Governo, poderão ser totalmente amortizado ao término do nono ano agrícola. Mesmo deixando, anualmente, durante o período, 750 kg de milho e feijão para o consumo da fazenda.

AGRADECIMENTOS

Aos Drs. Josias Cavalcanti e Luiz Balbino Morgado pelas contribuições de caráter técnico-científicas; aos demais colegas do Sistema de Produção e Áreas de Sequeiro; à Extensão Rural; às Empresas de Pesquisa; ao Projeto Sertanejo; enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, direta ou indireta, participaram de quaisquer atividades vinculadas à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, O.P. Alternativas para estabilização da agricultura de sequeiro. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1980. 6 p. (EMBRAPA/CPATSA. Documento, 5).
- BERNARDO, S. Água no solo. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa 1980. 28 p. (Viçosa. Universidade Federal. Boletim de Extensão, 1).
- BERNARDO, S. Irrigação por superfície, Viçosa MG, Universidade Federal de Viçosa, CCA, 1980. 69 p. (Viçosa. Universidade Federal de Viçosa - CCA, 31).
- BRASIL.SUDENE. Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semi-Árido do Nordeste: Projeto Sertanejo. Recife, PE., 1977. 76 p il.
- BRASIL.SUDENE. Relatório de atuação da SUDENE no combate aos efeitos da estiagem no Nordeste - 1970. Recife, PE., 1971. 19 p. il.
- BRASIL.SUDENE. Departamento de Recursos Naturais, Recursos Naturais do Nordeste; investigação e potencial (Sumário) Recife, PE., 1972 108 p.
- DUQUE, J.G. O Nordeste e as lavouras xerófilas, 2 ed. Fortaleza, BNB, 1973. 238 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido 1977-1978. Brasília, EMBRAPA/DID, 1979. 133 p. il.
- FAO, Roma, Itália. Survey of the São Francisco river basin Brasil; semi-detailed soil surveys. Rome, 1966. v.2, parte 2, 71 p.

FREITAS, M.B. de; CHOUDHURY, E.N. & FARIA, C.M.B. Manejo e conservação de solo no agreste pernambucano. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1981. 44 p. il EMBRAPA/CPATSA. Boletim de Pesquisa, 6).

GOMES, G.M. A política de irrigação no Nordeste: intensões e resultados. Pesquisa de Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 9 (2): 411-46, 1979.

GUERRA, P: de B. Açudes públicos do Nordeste; relação dos reservatórios construídos até 1979. Fortaleza, DNOCS, 1980. 21 p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Departamento de Cadastro e Tributação, Brasília, DF. Sistema nacional de cadastro rural. Cadastro de imóveis rurais. Estatísticos cadastrais. Base recadastramento 1972. Brasília, DF., 1974. v. 1.

LIU, W.T.H. GARAGORRY, F.L. & LIU, B.W.H. Analysis of agricultural risk based on the information of climate, soil and crop conditions. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1978. 12 p.

MICHAEL, A.M.; MOHAN, S. & SWAMINTHAN, K.R. Design and evaluation of irrigation methods. New Delhi, ICAR, 1972. 127 p. ilust.

MOTA, F.A.S. A atuação do DNOCS no combate das secas. Fortaleza, CE., DNOCS, 1979. 42 p.

NASCIMENTO, F.M. do. O impacto das secas 1970 e 1976 e o comportamento da economia paraibana. João Pessoa, PB., UFPB - CCSA, 1978. 37 p.

OLITTA, A.F.L. Os métodos de irrigação. São Paulo, SP. Nobel, 1977. 267 p. il.

OPPEN, M. Von & RAO, S.K.V. Tank Irrigation in Semi-Arid India. Hyderabad, India, ICRISAT, 1980. 24 p. (ICRISAT. Progress Report, 9.)

- OPPEN, M. Von & RAO, S.K.V. Tank irrigation in Semi-Arid tropical India. Parte I: Historical development and spatial distribution. Hyderabad, India, ICRISAT, 1980. 24 p. (ICRISAT. Progress Report, 5).
- OPPEN, M. Von & RAO, S.K.V. Tank Irrigation in Semi-Arid Tropical India. Part II. Technical features and economic performance. Hyderabad, India, ICRISAT, 1980. 51 p. (ICRISAT. Progress Report, 8).
- PONTES, J.O. O DNOCS e a irrigação do Nordeste. s.l., DNOCS, 1975. 23 p.
- PORTO, E.R.; GARAGORRY, F.L., MOITA, A.W. & SILVA, A. de S. Modelo para avaliação do risco climático na cultura do feijão. (*Phaseolus vulgaris* L.) no Trópico Semi-Árido. Petrolina-PE. EMBRAPA/CPATSA, 1981. 4 p. Trabalho Apresentado no II Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Pelotas, RS., jul. 1981.
- QUEIROZ, M.A. de. Agricultural research for semi-arid Northeast Brasil. s.l., Instituto Italo Latino-Americano, 1979. 16 p. (IICA, Documento, 8).
- REBOUÇAS, A. da C. & MARINHO, M. E. Hidrologia das secas Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE-DRN, 1972. 126 p. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 40).
- SILVA, A. de S. Manejo del agua de riego bajo diferentes métodos de labranza em maiz (*Zea mays* L.). Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colégio de Postgraduados, 1977. 231 p. Tese Mestrado.
- SILVA, A. de S.; PORTO, E.R. & GOMES, P.C.F. Seleção de áreas e construção de barreiros para uso de irrigações de salvação no Trópico Semi-Árido. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA 1981. 43 p. (EMBRAPA/CPATSA- Circular Técnico,3).
- SILVA, S.R. da. Efeitos dos investimentos sobre o emprego de mão-de-obra no Nordeste Semi-Árido brasileiro por ocasião das secas. Viçosa, Universidade Federal, 1980. 142 p. Tese Mestrado.

STRANG, D.M.G.D. Utilização dos dados pulviométricos de Fortaleza, CE, visando determinar probabilidade de anos secos e chuvosos. São José dos Campos, SP., CTA/IAE, 1979. 40 p. (CTA/IAE. Relatório Técnico ECA-03/79).