

*de Jesus*  
FL  
07046

*doados*

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL<sup>1</sup>  
SERVIÇO DE PRODUÇÃO DE SEMENTE BÁSICA - SPSB  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
EMBRAPA - PETROLINA, PE 1984

Carlos R. Valdivieso S;  
Gilberto G. Cordeiro  
Elisaldo da Luz Pires



51087

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL<sup>1</sup>  
SERVIÇO DE PRODUÇÃO DE SEMENTE BÁSICA - SPSB  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
PETROLINA, PE 1984

Engº Agríc. M.Sc.- Carlos R. Valdivieso<sup>2</sup> S  
Engº Agrº M.Sc.- Gilberto G. Cordeiro<sup>3</sup>  
Engº Agrº- Elísaldo da Luz Pires<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Contribuição do CPATSA.

<sup>2</sup> Engº Agrícola M.Sc. Especialista em Irrigação e Drenagem. IICA/EMBRAPA/CPATSA.

<sup>3</sup> Engº Agrônomo M.Sc. Especialista em Irrigação. EMBRAPA/CPATSA.

<sup>4</sup> Engº Agrônomo B.Sc. Especialista em Fitotecnia. EMBRAPA/SPSB.

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

SERVIÇO DE PRODUÇÃO DE SEMENTE BÁSICA - SPSB

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

## 1 - INTRODUÇÃO

Problemas de drenagem superficial tem sido constatados nas áreas irrigadas do Serviço de Produção de Semente Básica da EMBRAPA- Projeto Petrolina. O problema é provocado pelo escoamento superficial dos excessos de irrigação e das águas de chuva que alagam por períodos prolongados as partes baixas da área.

A traficabilidade do terreno nessas condições torna-se deficiente criando dificuldades à operação dos sistemas de pivot central e impossibilitando o total aproveitamento das áreas.

Deficiências topográficas (microrelevo ondulado e declividade as vezes forte > 5%), e altas intensidades de chuva e/ou irrigação (principalmente nos extremos do pivot central), ocasionam problemas de erosão laminar no percurso das águas de escoamento que lavam e transportam solo, semente e adubos.

## 2 - INFORMAÇÃO FÍSICA

2.1- Localização: A área em questão está localizada no Município de Petrolina-PE, distando aproximadamente 45km da sede do município. O acesso a área é feito através da rodovia BR- 122 que liga Petrolina a Recife.

2.2- Solos: Segundo mapa de solos disponível os solos predominantes são 37AB e 37BC nos pivots 3 e 4 37BC e 37BB nos pivots 1 e 2. (Tabela 1).

Estes solos são em geral latossolos profundos cor amarelo avermelhado de camada superficial arenosa mudando para camadas inferiores de reação ácida e textura barro argilo arenoso a argila arenoso, baixa capacidade de saturação de bases, bem drenadas apresentando mosqueado depois de 50 cm. A unidade 37BC apresenta cimentação entre 1.00 e 1.30 de profundidade (Andrade Pereira e Alves de Souza, 1967).

Dentro das áreas com solos tipificados como 37BC existem depressões que apresentam um perfil até mais de 2 metros de profundidade de material argiloso (argilas expansivas) depositado por águas de escoamento superficial

em sedimentações sucessivas. Estes solos podem ser melhor caracterizados como vertissolos.

Características físico-químicas destes vertissolos e dos latossolos 37AB são apresentados na Tabela 2 para a sua identificação; estas são resultado da análise de laboratório (CPATSA) das amostras coletadas para efeito do presente estudo.

Em geral a condutividade elétrica do estrato de saturação é baixa (CEe < 1.0 mmhos/cm).

Testes de infiltração nos latossolos 37AB renderam taxas de infiltração básica de 80 mm/hora. Ver Fig. 1.

A Tabela 3 mostra características de umidade dos latossolos 37AB determinadas em amostras perturbadas na panela de pressão no laboratório do CPATSA.

2.3- Topografia: A topografia é suave com declives gerais de mais ou menos 0.5% e relevo ondulado.

Depressões localizadas não são registradas no mapa topográfico disponível. A Tabela 2 mostra a distribuição de áreas de cota inferior a 357,5 por pivot consideradas susceptíveis de alagamentos; sendo que a cota mais alta por área irrigada é de 365 m.

Complementar à informação topográfica disponível, constituída por um mapa levantado em 1964 a escala 1:2000 e com curvas de nível cada 0.50 m, fornecido pela SUDENE, foram feitos levantamentos de perfil longitudinal de linhas alternativas de localização de drenos superficiais, para o planejamento dos drenos.

2.4- Clima: Dados climáticos da estação do P.I. Bebedouro correspondentes a registros de 20 anos são considerados utilizáveis, devido à proximidade. Segundo isto então tem-se  $\bar{T}$  anual = 26.5°C;  $\overline{PP}$  anual = 582,6;  $\overline{UR}$  anual = 61,8%;  $\overline{E_0}$  = 7.3 mm/d; velocidade do vento: 2.3 m/s.

2.5- Irrigação: A irrigação praticada na área é uma parte por aspersão com 4 sistemas de pivot central irrigando 102, 102, 102 e 94 ha respectivamente o 1, 2, 3 e 4. A máxima velocidade o sistema cobre a área (uma rotação) em 24 horas e fração aplicando uma taxa de precipitação média de 8.0 mm/dia. Uma segunda parte com extensão aproximada de 200 ha está planejada para ser irri-

gada por gravidade.

2.6- Drenagem: A baixa taxa de infiltração no solo compactado pelos pneus de pivot central convertem os trilhos do mesmo em cursos de água que convergem nas baixadas topográficas onde a água fica estagnada. O declive do terreno permite atingir velocidades de fluxo nesses cursos de água de níveis erosivos.

As mesmas estradas diametraais funcionam as vezes como interceptadoras das águas transportadas nos trilhos.

Uma camada compacta detectada a pouca profundidade em alguns locais favorece o escoamento superficial. Nestes lugares a disponibilidade de água para as culturas é limitada devido à baixa retenção da reduzida zona radicular.

### 3 - CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

#### 3.1- Coeficiente de drenagem

3.1.1- Descargas máximas -- Estas ocorrem nos períodos de chuvas sendo estas a causa das mesmas. Para estas determinações foram usados dados de chuvas provenientes da Estação de Agrometeorologia de Bebedouro, bem como informações físicas das bacias de contribuição da área. Foi empregada a fórmula de McMath (racional modificada),

$$\text{sendo: } Q = 0.0023 \text{ CIS}^{1/5} A^{4/5}$$

onde: Q = vazão em m<sup>3</sup>/seg,

C = coeficiente de escoamento,

I = intensidade de precipitação em mm/h,

S = declividade em m/m,

A = área em ha.

- Intensidade de precipitação (I): De uma análise de distribuição de Gumbel para valores extremos, obteve-se para o período de 1963 a 1983 uma chuva máxima de 130 mm, para um período de retorno de 10 anos (Valdivieso et al, 1984).

As durações normais de chuvas intensas são de 3 a 4 horas (registros pluviográficos de Bebedouro), sendo que a intensidade de chuva máxima é de 43,3 mm/h. (I= 130 ÷ 3 = 43,3 mm/h).

Ocorrem também, embora em pouca frequência, intensidades de chuvas maio -

res que 60 mm/hora. Com base nas premissas anteriores, optou-se por uma intensidade de dimensionamento de 50 mm/hora. (I= 50 mm/h).

- Coeficiente de escoamento (C): Obtida do USBR, 1978, como a soma de coeficientes parciais que refletem as características físicas da área de influência do dreno. Coeficiente parcial  $C_1 = 0,16$  para uma cobertura vegetal de 50% a 80%. Coeficiente parcial  $C_2 = 0,16$  para solos de textura média, considerando as variações de textura no perfil, desde textura grosseira na superfície até fina a profundidades maiores que 1,0 metro. Finalmente, um coeficiente parcial  $C_3 = 0,05$  para a topografia de declives suaves e moderados. A soma resulta no coeficiente procurado, ou seja:  $C = 0,38$ .

- Declividade (S): As declividades médias do terreno variam de 0,5 a 1,5%.

Em função dos parâmetros definidos anteriormente a fórmula de McMath resulta em  $Q_m = 0,0435A^{4/5} S^{1/5}$ ,

onde: (Vide Tabela 1)

$Q_m$  = vazão máxima em  $m^3/s$ ,

A = área em hectare,

S = declividade em m/m.

3.1.2- Descargas normais -- Fora do período chuvoso, as águas de drenagem estarão constituídas apenas por excessos de irrigação.

Por princípio de funcionamento do pivot central a velocidade de avanço do mesmo é diretamente proporcional à distância ao centro; igualmente as taxas ou intensidades de precipitação aumentam proporcionalmente no mesmo sentido a fim de conseguir a lâmina desejada de irrigação, uniformemente distribuídas. As intensidades de precipitação medidas são da ordem de 15, 68 e 104 mm/hr para os intervalos 2, 8 e 14 respectivamente.

O cálculo da média ponderada de distribuição de intensidades de precipitação por efeito da irrigação por pivot central resulta em valores da ordem de 70 mm/hr, que determinam um escoamento superficial efetivo de 0,37 l/s-ha.

A eficiência de irrigação na área de irrigação superficial pode ser da ordem de 40% o que condicionaria um coeficiente de drenagem de  $Q_n = 1.04$  l/seg-ha.

3.2- Cálculo das seções: Para o dimensionamento dos drenos principais e secundários, foi utilizada a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot AR^{2/3} S^{1/2}$$

onde: A= área molhada em m<sup>2</sup>,  
n= coeficiente de rugosidade,  
R= raio hidráulico em m,  
S= declividade em m/m, e  
Q= vazão em m<sup>3</sup>/s.

As Tabelas 3 à 10, referem-se as características hidráulicas calculadas para os drenos projetados em condições de vazões máximas.

3.3- Profundidade dos drenos: Será em função da altura de lâmina d'água determinada para cada trecho do dreno em vista a vazão máxima a ser escoada, adicionada de um bordo livre de 0,20 m.

3.4- Gradiente hidráulico: Visando manter a velocidade de fluxo dentro dos limites permissíveis, considera-se adequados declives de 0,2 a 0,5%. Porém, a declividade natural do terreno supera casualmente estes níveis criando a necessidade de construir estruturas (quedas) para manter as declividades desejadas.

3.5- Velocidade permissível: Consequente com as declividades adotadas (item 3.4-) as velocidades calculadas variam de 0,42 à 2,3 m/s para descarga máxima e de 0,22 à 1,1 m/s para descarga normal.

No entanto, a velocidade máxima não erosiva recomendada pela literatura especializada para os solos em questão (franco arenosos e argilo arenosos) é de 0,5 m/s, o que significa que este valor será eventualmente ultrapassado em alguns setores de dreno em períodos determinados.

Porém, mesmo nessas velocidades extremas, as condições de fluxo permanecerão sub-críticas como indicado pelo número de Froude máximo calculado para essas condições ( $Fr_{\max} = 0,89$ ).

3.6- Estabilidade de taludes: O ângulo de repouso dos principais materiais da área (franco arenoso-argiloso), variam de 25° a 45° quando seco e 15° a 25° quando úmido (Kinori, 1970). No entanto, na profundidade, o solo é predominantemente argiloso (com exceções), para o qual a média de ângulo de repouso é 35° que corresponde a um talude de 1:1,5 (V:H).

3.7- Coefficiente de rugosidade (Manning): O clima e a umidade favoráveis permitem o fácil desenvolvimento de vegetação que retardam o fluxo da água (altos valores de rugosidade, (n) porquanto o valor de  $k_m = 1/n$  escolhido para os cálculos será em função das condições normais de funcionamento (com vegetação), visto que só um serviço de limpeza e manutenção por ano é esperado como máximo.

Para condições de fluxo máximo assume-se um valor de  $k_m$  de  $35 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ .

3.8- Seção transversal: Os drenos foram projetados com largura do fundo de 0,50m e talude de 1:1,5.

#### 4 - ESTRUTURAS HIDRÚLICAS

As obras hidráulicas consideradas no planejamento da drenagem são quedas, bueiros e junções localizadas nas plantas.

4.1- Quedas: Todas as quedas a serem construídas têm em geral menos do que 1,0 m de altura e far-se-á a diferenciação estrutural em função da vazão máxima a suportarem. Assim, pode-se considerar a alternativa econômica de queda para vazões menores do que  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  as inclinadas de enrocamento e quedas verticais com muro de contenção em concreto armado para vazões maiores de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Pequenas quedas nos drenos ao longo das estradas parcelares não precisarão estruturas algum e sim uma proteção em pedras de mais ou menos 10cm a 20cm de diâmetro.

4.2- Bueiros: Um total de 7 bueiros será construído nos drenos principais da área de pivot central: 3 para o D1; 1 para o D2 e 3 para o D3, que correspondem aos cruzamentos dos drenos com as principais estradas dentro do projeto: na montante ou cabeceira do projeto próximo do canal, a meio caminho para unir as estradas diametraais dos pivots e na parte baixa após a área irrigada os bueiros considerados são constituídos por manilhas de concreto com diâmetro de 0,8

a 1,0m com proteção de concreto nos extremos. O comprimento do bueiro (função da largura de estrada) se considera de 6m.

Os bueiros nos drenos da área de irrigação superficial são em princípio 5.

4.3- Junções de drenos: Prevê-se a necessidade de construção de dois tipos de junções, ou seja, junções de drenos em que o secundário deságua na mesma cota do principal e caso em que há necessidade de queda.

TABELA 1- Distribuição (aproximada) a real dos tipos de solo em ha.

PIVOT	37 AB	37 BC	37 BB	27 BB-BA	27 SBC	TOTAL
1	-	46,6	34,0	19,6*	1,8	102,0
2	-	33,9	59,1	7,4	1,6	102,0
3	65,00	36,3	0,7	-	-	102,0
4	69,04	11,61	-	8,1	2,85	91,6

\* inclui 14 ha de 27 BA.-

TABELA 2- Distribuição de áreas de baixada.

ALTITUDE	PIVOT 1	PIVOT 2	PIVOT 3	PIVOT 4
357,5-357	11,0	13,0	11,3	3,2
357-356,5	6,7	1,6	2,8	1,9
356,5-356	5,8	0,13	-	-
< 356,0	2,3	-	-	*

\* 1 a 2 ha depressões em cota ± 360.-

TABELA Nº 3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D1 Km= 35

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√m/s	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 000	99.8	0.6	0.52	0.5	1.5	0.67	2.38	0.28	0.0039	0.94	364.20	597.49	-
0 + 460											362.42		
1 + 260	237.3	1.20	1.00	0.5	1.5	2.00	4.106	0.0014	0.00140	0.61	361.3	8.614.74	-
1 + 780	399.4	1.82	0.93	0.5	1.5	1.73	3.819	0.453	0.002	1.05	357.4	1.076.9	5
2 + 735	399.4	1.82	0.93	0.5	1.5	1.73	3.819	0.453	0.002	1.05	354.06	13.419.59	-

TABELA Nº 4. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D2      n = 0,0286

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Áh.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√m/s	Cota rasan.	Vol. ésvav.	QUEDAS
0 + 700	107	0.63	0.775	0.5	1.5	1.288	3.29	0.39	0.0007	0.489	356.360	1402.55	1
0 + 980	120	0.695	0.49	0.5	1.5	0.60	2.266	0.267	0.005	1.04	353.890	1063.47	-

TABELA Nº 5. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D3      n = 0.0286

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√ <sub>m/s</sub>	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 000 0 + 360	200	1.05	0.77	0.5	1.5	1.274	3.276	0.389	0.002	0.82	363.3	1631.22	-
0 + 360 0 + 980	320	1.52	0.9	0.5	1.5	1.665	3.745	0.4446	0.002	0.91	357.6	2.936.81	7
0 + 980 0 + 900	396.6	1.80	0.97	0.5	1.5	1.8964	3.9974	0.4744	0.002	0.949	355.1	5.271.71	1
1 + 900 0 + 490	396.6	1.80	0.97	0.5	1.5	1.8964	3.9974	0.4744	0.002	0.949	-	5.976.74	-

TABELA Nº 6. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D4-1

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√ m/s	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 050	597.1	2.51	1.12	0.5	1.5	2.44	4.53	0.54	0.002	1.02	365.08	1481.6	-
0 + 460													
0 + 460	647.5	2.68	0.99	0.5	1.5	1.97	4.07	0.48	0.004	1.36	356.50	11.998.7	1
2 + 280													
2 + 900	787.3	3.13	1.64	0.5	1.5	4.85	6.41	0.76	0.0005	0.64	356.19	2.462.3	-
3 + 220	863.5	3.37	1.69	0.5	1.5	5.13	6.59	0.78	0.0005	0.66	356.03	6.230.5	-
3 + 760	863.5	3.37	1.69	0.5	1.5	5.13	6.59	0.78	0.0005	0.66	355.76	1.345.5	-

TABELA Nº 7. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D4-2

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√m/s	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 000 0 + 800	451.5	2.0	0.97	0.5	1.5	1.90	4.00	0.47	0.0025	1.05	357.6	4866.9	-
0 + 800 1 + 200	451.5	2.0	0.83	0.5	1.5	1.45	3.49	0.41	0.005	1.38	355.6	2.032.8	-
1 + 200 1 + 540	451.5	2.0	1.04	0.5	1.5	2.14	4.25	0.50	0.00176	0.93	355.0	2.321.4	-

TABELA Nº 8. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D4-2-1

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	$\sqrt{m/s}$	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 000 0 + 240	232	1.18	0.20	0.5	1.5	0.16	1.21	0.13	0.0071	7.58	362.30	2.100.10	-
0 + 240 0 + 705.5	232	1.18	0.22	0.5	1.5	0.18	1.29	0.14	0.0048	6.46	360.10	2.137.10	-

TABELA Nº 9. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS DRENOS PARA FLUXO MÁXIMO

Dreno D4-2-2

TRECHO	Área Servida	Vazão Q(m <sup>3</sup> /s)	Y(m)	b(m)	Talud	Ah.m <sup>2</sup>	Ph	Rh	S m/m	√m/s	Cota rasan.	Vol. escav.	QUEDAS
0 + 000 0 + 200	219.5	1.127.5	0.97	0.5	1.5	1.89	3.99	0.47	0.011	0.94	363.3	872.28	-
0 + 200 0 + 780	219.5	1.127.5	0.76	0.5	1.5	1.24	3.24	0.38	0.0061	1.44	359.76	2.768.92	-

TABELA Nº 10. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE DRENOS PARCELARES

		Área Servida ha	Q m <sup>3</sup> /s	Y	b	Z	A	P	R	S <sub>max.</sub>	√
PIVOT 1	A	50	0.29	0.32	0	4	0.41	2.64	0.155	0.005	0.71
	B	50	0.29	0.32	0	4	0.41	2.64	0.155	0.005	0.71
	DS1	100	0.58	0.49	0	4	0.96	4.04	0.238	0.002	0.60
PIVOT 2	B	50	0.29	0.325	0	4	0.42	2.68	0.158	0.0045	0.69
	DS1	50	0.29	0.37	0	4	0.55	3.05	0.179	0.0023	0.53
	DS2	50	0.29	0.40	0	4	0.64	3.30	0.194	0.0015	0.45
PIVOT 3	A	50	0.29	0.315	0	4	0.397	2.598	0.153	0.0055	0.73
	B	50	0.29	0.32	0	4	0.41	2.64	0.155	0.005	0.71
	DS3	50	0.29	0.32	0.4	1.0	0.23	1.30	0.178	0.013	1.26
	DS1, DS2	50	0.17	0.49	0.4	1.0	0.44	1.79	0.244	0.0008	0.39
PIVOT 4	B	50	0.29	0.285	0	4	0.325	2.35	0.138	0.0092	0.89
	DS3	50	0.17	0.26	0	4	0.27	2.14	0.126	0.005	0.63

TABELA Nº 11. MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS

D R E N O	COTA TERRENO		COTA RASANTE		PROF. MÉDIA m	COMPRIM. m	LARGURA BASE	TALUDE	SECÇÃO MÉDIA DE ESCAV. m <sup>2</sup>	VOLUME ESCAVÇ. m <sup>3</sup>	
	MONT.	JUS	MONT.	JUS							
D1	366.1	358.5	364.2	354.06	2.24	2735	0.5	1.5	8.7	23.708,7	
D2	356.85	353.89	356.85	353.89	1.14	980	0.5	1.5	2.51	2.466,0	
D3	366.70	364.02	353.50	353.14	1.90	2490	0.5	1.5	6.35	15.816,0	
D4-1	367.01	366.0	355.7	355.7	2.00	2273	0.5	1.5	7.04	16.000,0	
D4-2	361.6	357.4	359.60	355.0	1.82	1576.4	0.5	1.5	5.85	9.221,0	
D4-2-1	367.20	364.0	361.60	360.10	1.84	705.5	0.5	1.5	6.0	4.237,2	
D4-2-2	367.20	365.5	361.6	359.76	1.61	780.0	0.5	1.5	4.67	3.641,2	
PIVOT 1	A	361.40	356.6	361.40	355.10	0.16	1420.0	0	4	0.105	148,8
	B	365.30	356.40	364.90	356.19	0.48	1200.0	0	4	0.94	1.127,8
	DS1	356.88	355.64	356.44	355.26	0.70	620.0	0	4	1.96	1.215,6
PIVOT 2	A	361.20	357.00	-	-	-	1203.0	-	-	-	-
	B	362.60	357.80	362.60	357.00	0.23	1220.0	0	4	0.22	267,6
	DS1	360.16	359.74	360.16	359.46	0.53	300.0	0	4	0.11	331,9
	DS2	357.14	356.92	357.07	356.42	0.42	444.75	0	4	0.70	308,1
PIVOT 3	A	362.50	357.50	362.40	357.50	0.16	1200.00	0	4	0.10	122,9
	B	364.00	363.80	357.80	357.14	0.25	1220.00	0	4	0.25	212,74
	DS3	356.89	354.14	356.89	354.14	0.17	640.00	0.4	1.0	0.78	496,30
	DS1, DS2	357.37	357.37	357.06	356.52	0.69	503.35	0.4	1.0	0.75	379,16
PIVOT 4	A	362.30	358.00	-	-	-	1220.0	-	-	-	-
	B	366.20	357.00	366.20	357.0	0.15	1200.00	0	4	0.1	103,8
	DS3	360.26	359.53	360.26	359.00	0.59	400.00	0	4	1.4	561,18

TABELA Nº 12. ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

## QUEDAS

DRENO	LOCAL Km	COTA TERR.	COTA RASANTE		DESNÍVEL	VOLUME DE MATERIAL		
			MONT.	JUS		ALVANAR.PEDR.	CASCALHO GR.	CONCRETO
D1	1 + 400	361,70	361,02	360,30	0,72	13,97 m <sup>3</sup>	6,98 m <sup>3</sup>	1,98 m <sup>3</sup>
	1 + 500	360,90	360,10	359,16	0,94			
	1 + 580	359,80	359,00	358,06	0,94			
	1 + 680	358,50	357,90	357,26	0,64			
	1 + 760	357,70	357,10	355,98	1,12			
D2	0 + 700	357,38	356,36	355,29	1,07			
D3	0 + 360	364,50	363,30	362,82	0,48			
	0 + 420	363,90	362,70	361,84	0,86			
	0 + 540	362,80	361,60	360,80	0,80			
	0 + 640	361,80	360,60	359,80	0,80			
	0 + 740	360,80	359,60	358,80	0,80			
	0 + 840	359,80	358,60	357,88	0,72			
	0 + 980	358,80	357,60	356,94	0,66			
	1 + 900	356,00	355,10	354,30	0,80			
D4-1	0 + 460	368,10	365,08	363,78	1,30			
T O T A L						209,67	104,7	29,7

TABELA 13. ORÇAMENTO ESTIMADO PARA OS TRABALHOS DE DRENAGEM  
NA ÁREA COM IRRIGAÇÃO POR PIVOT CENTRAL.

	VOL m <sup>3</sup>	PREÇO UNIT.	TOTAL
ESCAVAÇÃO	47.266,58	4.800.000	226.879.584,00
ESTRUTURAS 1	15	1.500.000	22.528.500,00
2	7	2.300.000	16.100.000,00
3	6	2.097.000	12.582.000,00
TOTAL			278.090.084,00
Imprevistos 15%			41.713.512,00
TOTAL GERAL			Cr\$ 319.803.596,60

1: queda

2: bueiro (sō os da área de pivot central)

3: junção.-

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Pereira J.M. & SOUZA, Renival A. de. Mapeamento detalhado da área de Bebedouro. Petrolina, PE. MINTER-SUDENE. Recife. Brasil.

KINORI, B. Manual of Surface drainage engineering. Amsterdam, Elsevier, 1970.

U.S.B.R. Drainage Manual. A Water Resources Technical Publication/US Department of the Interior. 1<sup>st</sup> Ed. 1978.

VALDIVIESO, S.C.R. et al. Drenagem Superficial de Latossolos sob Regime de Chuvas e Irrigação por Pivot Central no Sub-Médio São Francisco. Em Preparação CPATSA. Petrolina, PE. 1984.

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Cálculo: Dimensionamento hidráulico de bueiros.

$$Q = \mu \Delta \sqrt{2g \Delta h} =$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_e + \xi_f + \xi_s}}$$

$$\xi_e = 0.4$$

$$\xi_f = \frac{2g L}{K_m^2 R^{4/3}}$$

$$\xi_s = \left(1 - \frac{A_b}{A_2}\right)^2$$

Condições:  $A_2 = \frac{Q}{0,6}$  ;  $V < 2,0 \text{ m/s}$  ;  $\Delta h \leq 0,3 \text{ m}$

$\Delta h$ (m)	D (m)	V m/s	Q (m <sup>3</sup> /s)
0,26	0,6	1,76	0,5
0,30	0,8	1,99	1,0
0,16	1,1	1,58	1,5
0,20	1,2	1,77	2,0
0,16	1,4	1,62	2,5

$$\text{Queda vazão} \leq \underline{2,0 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Alvenaria de Pedra:

$$(9,60 \times 1,00 \times 0,3) + (6,0 \times 0,3 \times 2,10)_2 + (1,6 \times 0,3 \times 1,8)_2 \\ + (2,0 \times 1,5 \times 0,3)_2 = 13,968 \text{ m}^3$$

$$\text{Cascalho Grosso} = 6,984 \text{ m}^3$$

$$\text{Concreto Armado} = 1,984 \text{ m}^3$$

### Bueiro

Tubulação de Concreto c/Diâmetro de 0,8 - 1,0 m : 6 ud.

Alvenaria de Pedra:

$$(2,0 \times 3,3 \times 0,3)_4 + (2,0 \times 1,75 \times 0,20)_2 + \frac{(2,9 \times 3 \times 0,3)}{2} + (1,25 \times 3,0 \times 0,3)_4 \\ = 13,16 \text{ m}^3$$

Concreto Armado:

$$(0,20 \times 0,5 \times 2,2)_2 + (0,5 \times 0,15 \times 1,25)_2 + (0,20 \times 0,20 \times 1,55)_2 \\ + \frac{(1,8 \times 2 \times 0,15)}{2}_4 + (1,8 \times 1,4 \times 0,2)_2 = 4,079 \text{ m}^3$$

### Junção sem Queda

Alvenaria de Pedra:

$$(12,0 \times 0,3 \times 4,0) + (12,0 \times 1,4 \times 0,30) + (5,0 \times 0,6 \times 0,3) \\ + (18,0 \times 0,3 \times 4,0) = 41,94 \text{ m}^3$$

Custos:

<u>Escavação</u>	Custo em Cruzeiros por m <sup>3</sup>	
	material 1. <sup>a</sup>	material 2. <sup>a</sup>
manual	4.000	6.500
mecânica	3.500	4.800

Concreto

Classe 1	Simples	85.000 Cr/m <sup>3</sup>	
Classe 2	Armado	430.000	
2A	id	300.000	Estruturas menores.

Manilhas de Concreto

Ø 0.80	56.214	Cr/ud.
Ø 1.00	70.486	Cr/ud.

Alvenaria de Pedra

50.000 Cr/m<sup>3</sup>\*

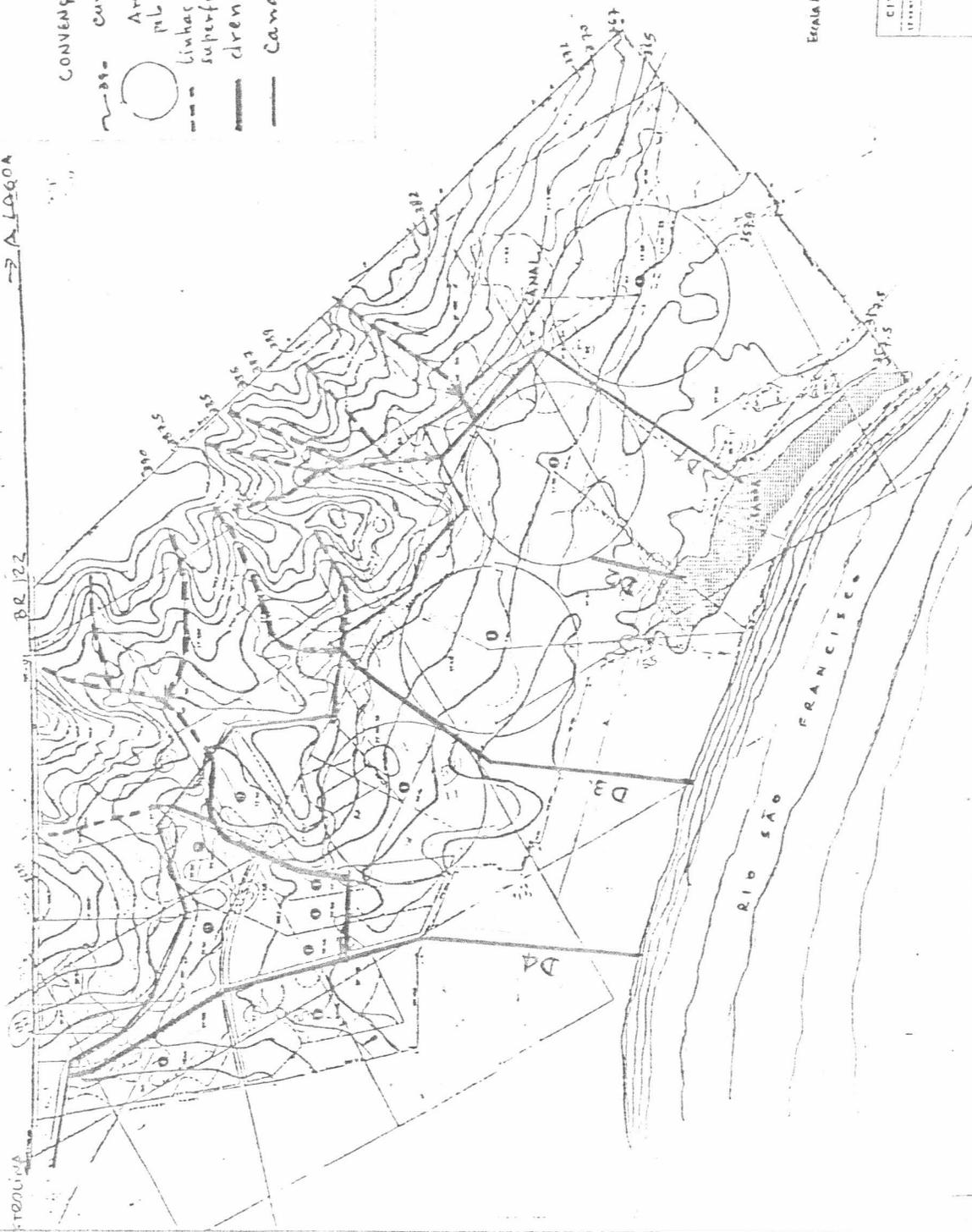
Cascalho

30.000 Cr/m<sup>3</sup>\*

\*Estimados grosseiros a falta de informação.-

A ESTADINA → A LOGA → BR 122

- CONVENÇÕES
- Curva de nível
  - Área Irigada pelo pivô Central
  - - - Linhas de escoamento superficial
  - ▨ drenos previsto.
  - Canal



Escala App: 1:42.000

CIVILIA FERRAZ DE ALVES  
Instituto de Engenharia de São Carlos  
BIBLIOTECA - B 4414