

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO - SEPLAN
FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ - IPLANCE

**ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA DE ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÊ/
CÓRREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA,
MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE**

RELATÓRIO GERAL

PIVOT

projeto de Irrigação consultoria eAssessoria LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO DE 1994

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO - SEPLAN
FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ - IPLANCE

ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ/
CÓRREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA, MUNICÍPIO DE
TABULEIRO DO NORTE.

VOLUME II - RELATÓRIO GERAL

00637 - Prep (X) Scan () Index ()	Lote
to Nº 0070/02	Pro.
ne /	Vol
A4 Qtd. A3	Qtd
A2 Qtd A1	Qtd
A0 Outros	Qtd

DEZEMBRO DE 1994

0070/02

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO - SEPLAN
FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ - IPLANCE

**ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ/
CÓRREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA, MUNICÍPIO DE
TABULEIRO DO NORTE.**

VOLUME II - RELATÓRIO GERAL

000003

DEZEMBRO DE 1994



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

GOVERNADOR : Francisco Aguiar

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

SECRETÁRIO : Hypérides Pereira de Macedo

Fundação Instituto de Planejamento do Ceará

IPLANCE

PRESIDENTE

Daniel de Queiroz Neto

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO

Renata Maia Jurema Pontes Viana, em exercício

DIRETORIA TÉCNICA

Ireleno Porto Benevides

DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PESQUISAS

José Nelson Bessa Maia

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO

Maria Aparecida Gomes Rodrigues Façanha, em exercício

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO

Iracly Fernandes Costa

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Marcílio Catunda Ferreira Gomes

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
1 - INTRODUÇÃO	4
2 - DADOS BÁSICOS	6
2.1 - Localização e Acesso	7
2.2 - Aspectos Físicos	7
2 2 1 - Caracterização Climatológica	7
2 2 2 - Solos	13
2 2 3 - Relêvo	15
2 2 4 - Geologia	16
2 2 5 - Vegetação	16
2 2 6 - Hidrologia	16
2 2 7 - Qualidade da Água	18
2 2 8 - Estudo de Regularização da Lagoa da Salina	18
2 2 9 - Cadastro Hídrico dos Açudes	20
2 2 10 - Topografia	21
2.3 - Aspectos Sócio - Econômicos	21
2 3 2 - Demografia	22
2 3 3 - Habitação	23
2 3 4 - Educação	23
2 3 4 - Serviços Médicos - Sanitários	24
2.3 6 - Estrutura Fundiária	24
2.3 7 - Uso atual da Terra	25
3 - O PROJETO	26
3.1 - Considerações Iniciais	27
3.2 - Plano de Exploração Hidroagrícola	27
3.3 - Necessidades Hídricas	27
3.4 - Concepção do Sistema de Transferência D'água	28
3 4 1 - Barragem de Derivação	28
3 4 2 - Canal de Acesso	30
3.5 - Concepção do Sistema de Captação e Adução de Água para Irrigação	31
4 - ESTIMATIVA DOS CUSTOS E BENEFÍCIOS	36
4.1 - Custos	37
4.2 - Benefícios	37
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	39
6 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	41
7 - BIBLIOGRAFIA	47
8 - DESENHOS	49

APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida os serviços executados no âmbito do Contrato firmado entre a Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE e a PIVOT - Projetos de Irrigação, Consultoria e Assessoria Ltda, cujo objeto é a elaboração do **Estudo de Transferência de Água do Sistema Quixeré/Córrego dos Bodes/Lagoa da Salina**, no município de Tabuleiro do Norte, estado do Ceará

Os volumes constantes do acervo do Estudo são os a seguir relacionados

VOLUME I - SÍNTESE

VOLUME II - RELATÓRIO GERAL

21/03/07

1 - INTRODUÇÃO

000007

A irrigação é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento do Estado, sendo importante para a mudança do perfil da economia agropecuária cearense

O Ceara conta de acordo com estudos até agora realizados, com aproximadamente 600 mil hectares de solos irrigáveis, mas os recursos hídricos são suficientes para irrigar apenas 175 mil hectares deste total. A distribuição irregular espacialmente, dos recursos de água e solo, inviabiliza o aproveitamento de muitas áreas com solos de boa qualidade. Portanto, qualquer solução técnica que proporcione a exploração racional destes solos é de importância capital. Tais soluções contemplam a transferência de água entre bacias, a construção de barragens, e a perfuração poços, entre outros.

A fruticultura irrigada vem sendo apresentada, ultimamente, como uma forma de resgatar a economia das zonas semi-áridas pela exploração de espécies exóticas, com boa aceitação nos mercados externos, tanto dos produtos "in natura", como industrializados. Isto, sem dúvida, acarreta um aumento de renda e melhoria dos aspectos sociais.

Isto posto, pode-se avaliar a relevância do presente trabalho que tem por objetivo a elaboração do "Estudo de Transferência de Água do Sistema Quixeré/Córrego dos Bodes/Lagoa da Salina", no município de Tabuleiro do Norte, Ceará.

Para alcançar os objetivos propostos foram analisadas as informações dos recursos naturais, caracterizando-se a bacia e estimando o potencial de armazenamento e regularização da mesma. O levantamento pedológico a nível de reconhecimento identificou as manchas de solos para a irrigação que, juntamente com a qualidade da água e a concepção do sistema geral de adução para a irrigação mostra a viabilidade técnica.

WUP

6

2 - DATOS BÁSICOS

000009

2.1 - Localização e Acesso

A área em estudo, localiza-se no município de Tabuleiro do Norte, região do baixo jaguaribe, zona leste do Ceara, a margem direita do rio Quixere, entre as coordenadas 5 ° 10' e 5 ° 20' S e 38 ° 00' e 38 ° 10' W, conforme Figura 2 1, apresentada a seguir

O acesso à área do projeto tendo-se como referência Fortaleza, capital do estado, se dá através da BR - 116 até Tabuleiro do Norte e a partir desta pela CE - 377 que liga Tabuleiro do Norte à Limoeiro do Norte pela margem direita do Rio Jaguaribe

2.2 - Aspectos Físicos

2.2.1 - Caracterização Climatológica

2.2.1.1 - Precipitação

Na bacia do Rio Jaguaribe as isoietas médias anuais oscilam entre 500 e 1000 mm, encontrando-se a área de estudo entre as isoietas de 600 e 800 mm O quadro 1 apresenta a distribuição da precipitação ao longo do ano na estação de Jaguaruana O regime mensal de chuva apresenta seu menor valor em outubro, início do ano hidrológico, e um valor máximo no mês de março, sendo o trimestre fevereiro/março/abril o mais chuvoso O coeficiente de variação da precipitação anual, medida de variabilidade anual da mesma, é da ordem de 0 4 para a área de estudo

QUADRO 2.1 - Precipitação média (mm) na estação de Jaguaruana

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Prec	47,0	106,0	223,0	208,0	112,0	43,0	24,0	4,0	3,0	2,0	5,0	12,0

FONTE PERH (1989)

2.2.1.2 - Temperatura

Na bacia do Rio Jaguaribe o campo de temperatura na superfície é estável, apresentando para uma estação em particular pequenos gradientes na variação dos seus valores da série, o mesmo ocorrendo quando verifica-se para um dado período de observação diferentes estações No que diz respeito à distribuição temporal de temperaturas diárias, pequenas variações são calculadas

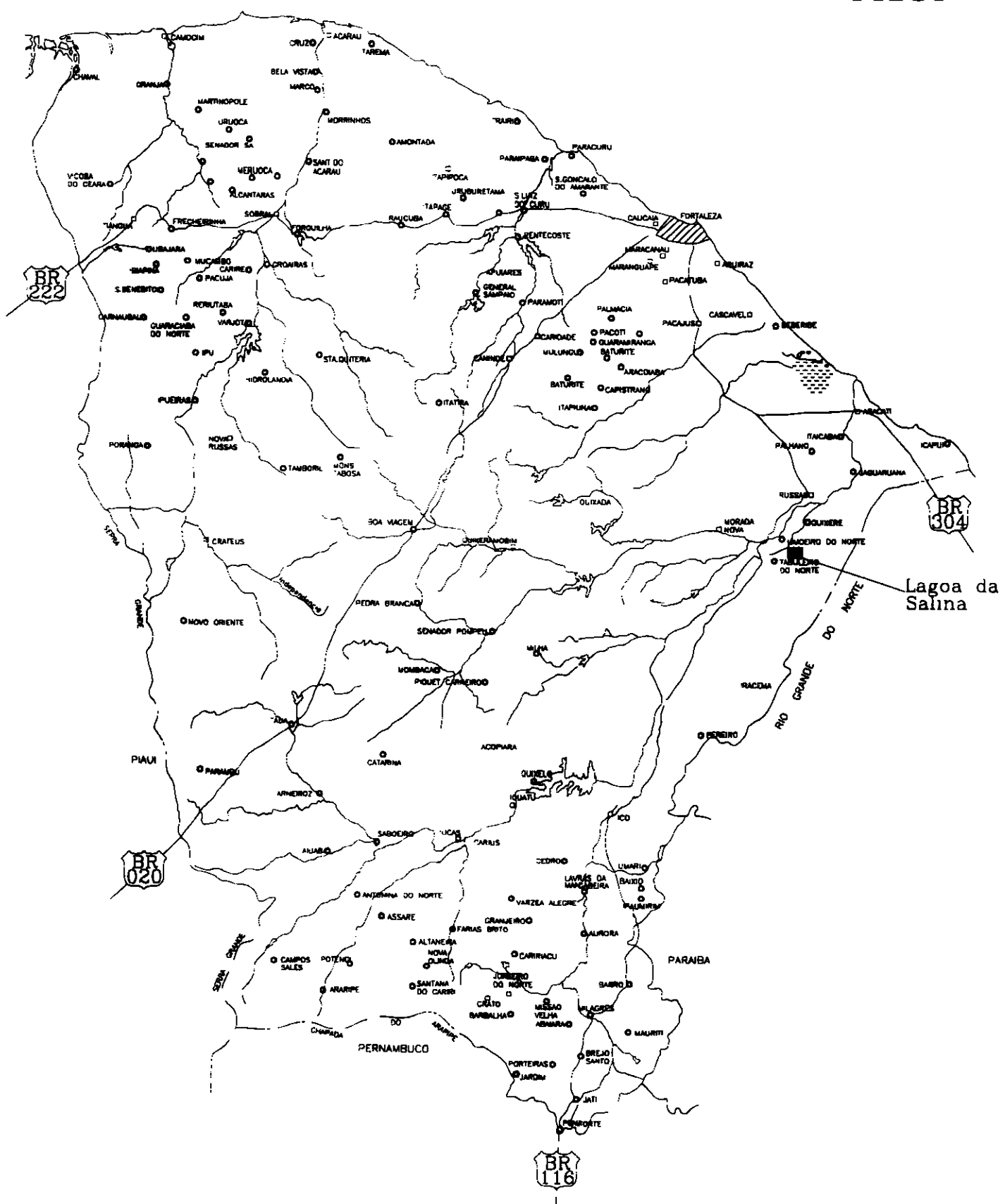


FIGURA 2.1
Localização e Acesso

para três pontos discretos de monitoramento (12 00, 18 00 e 24 00 TMG - Tempo Médio de Greenwich), conhecidos como horários sinóticos de monitoramento

A temperatura média compensada (T_{comp}) é obtida por ponderação entre as temperaturas T_{12} , T_{24} TMG, T_{MAX} e T_{MIN} , conforme fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial)

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2 \cdot T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

onde,

T_{12} temperatura observada às 12 00 TMG,

T_{24} temperatura observada às 24 00 TMG,

T_{MAX} temperatura máxima do dia,

T_{MIN} temperatura mínima do dia

A estação meteorológica de Jaguaruana apresenta valores de temperatura média compensada variando entre 26,3 °C a 28 0 °C, média das mínimas entre 21 4 °C e 24 4 °C e média das máximas entre 31 7 °C e 34 3 °C O Quadro 2 2 abaixo mostra estes valores médios mensais e a Figura 2 2 mostra a distribuição dos mesmos ao longo do ano

QUADRO 2.2 - Médias termométricas (°C) na estação de Jaguaruana

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
T_{COMP}	27,8	27,5	27,0	27,1	27,0	26,3	27,0	27,5	27,5	27,6	27,9	28,0
T_{MAX}	33,4	33,1	31,8	32,2	32,2	31,7	32,4	33,5	34,3	34,3	34,1	33,8
T_{MIN}	24,0	23,7	23,7	24,4	24,1	22,0	21,5	21,4	22,2	22,8	23,1	23,7

FONTE PERH (1989)

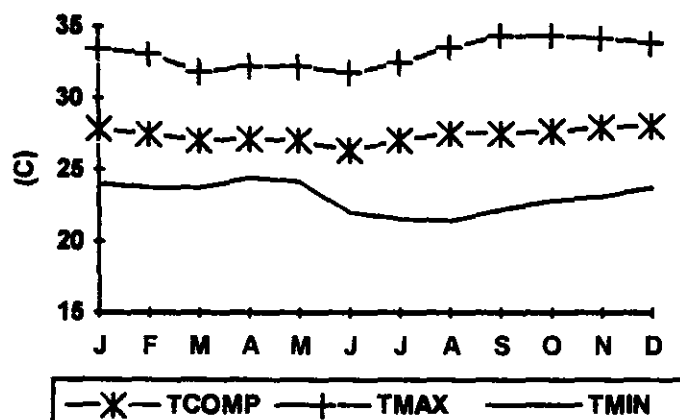


FIGURA 2.2 - Temperaturas Máxima, Mínima e Compensada (°C)

FONTE. PERH (1989)

2 2 1 3 - Umidade relativa e insolação

A umidade relativa é observada nos horários sinóticos (12 00, 18 00 e 24 00 TMG), sendo obtida diretamente do hidrógrafo ou indiretamente pelas temperaturas do bulbo seco e úmido. A média ponderada destes três valores é calculada por

$$U = \frac{U_{12} + U_{18} + 2 \cdot U_{24}}{4}$$

onde,

U_{12} temperatura observada as 12 00 TMG,

U_{18} temperatura observada as 18 00 TMG

U_{24} temperatura observada as 24 00 TMG

Conforme valores apresentados no Quadro 2.3 para a estação de Jaguaruana, verifica-se que a variação máxima da umidade relativa é de 15%, correspondente aos registros de março/abril (82%) e outubro (67%). Ainda no mesmo quadro, estão apresentados o número de horas de exposição ao sol na referida estação. Em termos anuais, tem-se 2544 horas de exposição, de onde conclui-se que aproximadamente 60% dos dias do ano possuem incidência solar direta. Os menores valores de insolação, como era de se esperar, estão associados ao trimestre fevereiro/março/abril. A Figura 2.3 mostra a distribuição ao longo do ano destas duas variáveis.

QUADRO 2.3 - Umidade Relativa (%) e Insolação (horas-décimos) na estação de Jaguaruana

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Umid	71,0	75,0	82,0	81,0	79,0	77,0	73,0	68,0	68,0	67,0	68,0	70,0
Insol	240	165	182	173	184	238	256	281	267	292	268	238

FONTE: PERH (1989)

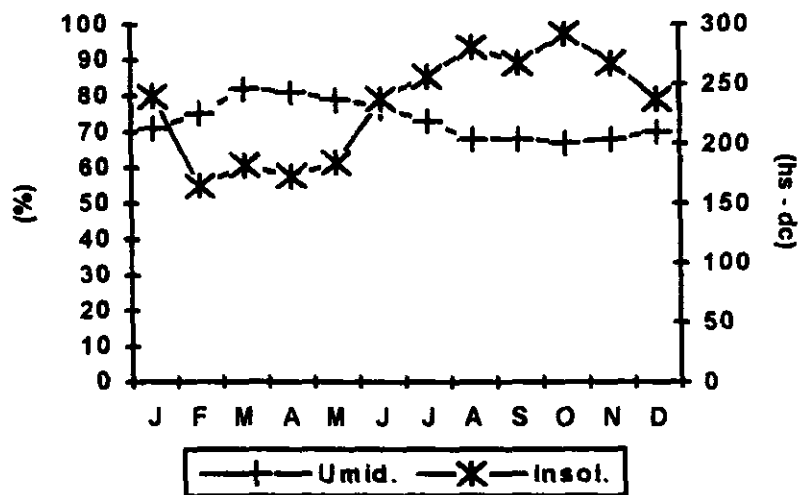


FIGURA 2.3 - Umidade Relativa e Insolação
 FONTE. PERH (1989)

2.2.1.4 - Ventos

Como os parâmetros climáticos anteriores, a velocidade do vento também é medida nos horários sinóticos, a uma altitude de 10 metros em relação à estação. O vento com direção predominante situa-se no quadrante NE/SE, sendo a direção predominante de leste a nordeste no período de outubro a março, e de leste a sudeste no período de abril a setembro.

O intervalo de variação desta velocidade varia de 2,5 m/s em abril a 5,1 m/s em outubro. Os maiores valores médios ocorrem no trimestre setembro/outubro/novembro, período seco no qual a exposição solar contribui na redução da umidade atmosférica, levando a uma diminuição de pressão e consequentemente provocando um deslocamento mais brusco das massas em direção ao campo hipobarico criado. O Quadro 2.4, abaixo, apresenta os valores de velocidade média do vento e sua direção dominante ao longo do ano para a estação de Jaguaruana.

QUADRO 2.4 - Velocidade do vento (m/s) e sua direção na estação de Jaguaruana

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Veloc	4,1	3,5	2,7	2,5	2,6	2,8	3,3	3,9	4,7	5,1	5,0	4,6
Direc	ENe	ENe	ENe	SeE	SeE	SeE	ESe	SeE	ESe	ENe	ENe	ENe

E - LESTEN - NORTE Ne - NORDESTES - SUL Se - SUDESTE

2 2 1 5 - Evaporação

A distribuição da evaporação, observada em tanques classe "A", ao longo do ano é apresentada no Quadro 2.5, variando de 97 mm em março a 249 mm em outubro e totalizando 1943 mm. Os maiores valores correspondem ao trimestre setembro/outubro/novembro, havendo uma coincidência com o período de maiores velocidades médias do vento. Estes valores devem ser multiplicados por um coeficiente entre 0,70 e 0,80 para serem considerados representativos da evaporação em reservatórios.

QUADRO 2.5 - Evaporação na estação de Jaguaruana

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Evap	198	148	97	115	118	148	175	216	235	249	231	211

FONTE: PERH (1989)

2 2 1 6 - Classificação Climática

Segundo Koeppen, esta região encontra-se na zona classificada como ZONAS DE CLIMAS SECOS (B), sendo as chuvas classificadas como do tipo Bwx', por serem irregulares e sua distribuição temporal abranger o verão e outono. Já a classificação de Thornthwaite, que leva em consideração a temperatura, precipitação e evapotranspiração potencial, indica um clima para esta região do tipo DdA'a' semi-árido do tipo D (índice hídrico entre -20% e -40%), subtipo d (pequeno ou nenhum excesso de água no decorrer do período), megatérmico tipo A' e baixa variação estacional, subtipo a'.

2 2 1 7 - Balanco Hídrico

A aplicação do balanço hídrico, baseada no princípio da conservação da massa, permite estimar a variabilidade da quantidade de água existente em um dado local ou área. A Figura 2.4 mostra a precipitação e evapotranspiração para a estação de Jaguaruana.

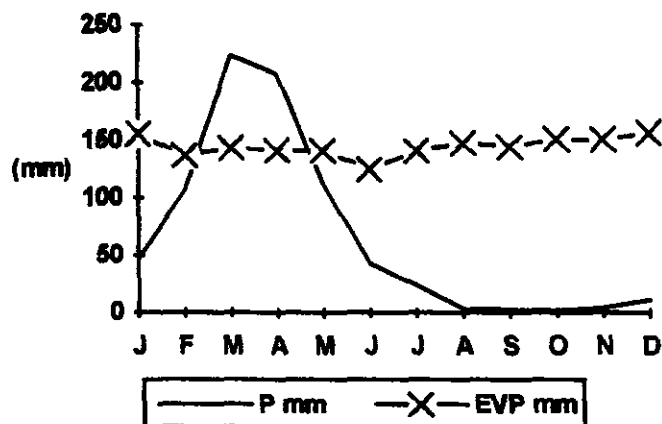


FIGURA 2.4 - Precipitação e Evapotranspiração Potencial na estação de Jaguaruana
FONTE PERH (1989)

No Quadro 2.6 apresenta-se o balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955), tendo sido utilizado no PERH (1989) uma capacidade de armazenamento de 100 mm

QUADRO 2.6 - Balanço Hídrico segundo o método de Thornthwaite & Mather

LOCAL: JAGUARUANA LAT. (gg.mm) -4.47 Capac. Armazenamento: 100 mm									
MES	T (°C)	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
JAN	27,8	47,0	156	-109	0	0	47	0	109
FEV	27,5	106,0	137	-31	0	0	106	0	31
MAR	27,0	223,0	144	79	79	79	144	0	0
ABR	27,1	208,0	141	67	100	21	141	46	0
MAI	27,0	112,0	141	-29	75	-25	137	0	4
JUN	26,3	43,0	125	-82	33	-42	85	0	40
JUL	27,0	24,0	141	-117	10	-23	47	0	94
AGO	27,5	4,0	148	-144	2	-8	12	0	136
SET	27,5	3,0	145	-142	1	-1	4	0	141
OUT	27,6	2,0	151	-149	0	-1	3	0	148
NOV	27,9	5,0	151	-146	0	0	5	0	146
DEZ	28,0	12,0	157	-145	0	0	12	0	145
ANO	27,3	789,0	1737	-948	300	0	743	46	994

FONTE PERH (1989)

2.2.2 - Solos

Para a caracterização dos solos existentes na área em estudo, foram adotadas as normas usadas atualmente pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS/EMBRAPA)

O presente estudo, desenvolvido à nível de reconhecimento, identificou, conforme observa-se no Mapa de Solos apresentado no capítulo 7 deste relatório, duas unidades de mapeamento UNIDADE V e UNIDADE H

2 2 2 1 - Descrição dos solos

UNIDADE DE MAPEAMENTO V esta unidade é constituída por uma associação de Vertissolos, que ocupa preferencialmente as partes mais baixas da área, e por Planossolos que situam-se nas áreas mais elevadas

Os **Vertissolos** são solos argilosos, com pequena ou nenhuma variação textural ao longo do perfil, sendo a argila dos mesmos de elevada atividade, em termos de CTC (capacidade de troca de cation) Apresentam sequência de horizontes AC, de coloração escura, textura argilosa a muito argilosa, de consistência extremamente firme quando úmidos e muito plástico e muito pegajoso quando molhados

Quimicamente são solos de reação praticamente neutra (pH), com alta soma de bases (valor S) e alta saturação de bases (valor V maior que 50 %)

Os **Planossolos** compreendem solos com horizonte B textural, cuja característica mais marcante é a mudança textural abrupta que separa o horizonte superficial mais leve do horizonte subjacente de textura mais pesada Apresentam saturação com sódio entre 6 e 15 % no Bt sendo, assim caracterizados com solódicos

São solos com pH fracamente neutro em sua maioria, de alta capacidade de troca de cátions (valor T) e de alta saturação de bases (valor V)

A área como um todo possui relevo plano e suave ondulado e pode sofrer inclusões de outros tipos de solo como Podzólicos, solos Halomórficos e Solonezt

UNIDADE DE MAPEAMENTO H compreende pequenas áreas de solos Hidromórficos que estão regularmente sob a influência do lençol freático, pequenos alagados, as margens da Lagoa da Salina e às margens dos pequenos córregos da área

Possuem além das limitações de má drenagem (lençol freático à superfície na estação chuvosa), substrato impermeável a pouca profundidade

Ocorrem em relêvo plano, com permeabilidade lenta, drenagem imperfeita nas partes mais baixas da área

2 2 2 2 - Considerações sobre a utilização dos Solos

A área considerada para aproveitamento corresponde àquela constituída pelos Vertissolos e Planossolos (Unidade V), os quais encontram-se de maneira associada, perfazendo cerca de 1000 ha, de relevo plano e suave ondulado

São solos de acentuada concentração de argila, mostrando feições associadas com umidade (mosqueado) em decorrência da drenagem imperfeita que possuem

As principais limitações ao uso destes solos estão relacionadas com as condições físicas dos mesmos, que concorrem para a ocorrência de encharcamento no período chuvoso e ressecamento no período seco. As limitações decorrentes de salinidade e /ou alcalinidade só serão caracterizadas quando do estudo detalhado destes solos, o qual além dessas ocorrências definirá também as melhores manchas e ou outros tipos de solos que podem ocorrer na área

São solos de grande potencialidade agrícola, especialmente quando utilizados com sistema e manejo adequados de irrigação e drenagem. Podem ser aproveitados com culturas climaticamente, adaptadas como algodão, arroz, feijão, milho, melão, cana-de-açúcar, pastagens etc

2 2 3 - Relêvo

Praticamente toda área está ocupada por tabuleiros de relevo plano e suave ondulado, com declives predominantes da Classe A (0 - 2,5 %)

Existem alguns baixios de pouca declividade na área, os quais podem ser considerados pequenos córregos de caráter intermitente durante o período invernosu ou quando das enchentes da Lagoa da Salina. As encostas próximas a estes vales são geralmente suaves, com declividades até 5 % (Classe B)

Observa-se ainda uma forma de relêvo levemente convexa nos solos argilosos (Vertissolos) e côncava nos solos Hidromorficos, enquanto o restante da área se apresenta bem aplanado

De um modo geral, pode-se dizer que a área tem topografia pouco movimentada, onde os desnivelamentos são muitos pequenos, com cotas predominantes de 33 a 38 m

2 2 4 - Geologia

Do ponto de vista geológico, os solos da área considerada, são formados de arenitos com intercalações de argilas, folhelhos e siltitos (formação Açú do Cretaceo), influenciados pelo calcário (Formação Jandaira) e sedimentos não consolidados (Holoceno)

Os Vertissolos e os Solos Hidromórficos são desenvolvidos principalmente de decomposição dos sedimentos mais argilosos do Holoceno, enquanto os Planossolos apresentam principalmente como material de origem os folhelhos e argilas, influenciados pelo calcário das Formações já mencionadas

2 2 5 - Vegetação

A área em estudo apresenta uma cobertura vegetal de caatinga hiperxerófila, com formação caducifólia de porte variável, geralmente arbustiva, de caráter xerófilo, que se caracteriza pela presença de plantas espinhosas

As suas espécies apresentam um alto grau de adaptação às condições climáticas, pelo seu aspecto lenhoso, porte médio a baixo com muitas ramificações nos troncos e ramos, com presença de espinhos e folhas pequenas e delgadas, muitas vezes com cutículas cerosas

A caducidade foliar apresenta-se como a forma mais comum de resistência à deficiência hídrica neste tipo de vegetação

As principais espécies encontradas na área são jurema preta (*Mimosa hostilis*), pau branco (*Auxema oncalyx*), marmeleiro (*Croton sp*), mofumbo (*Combretum leprosum*), mata pasto (*Cassia uniflora*), velame (*Croton campestris*), juazeiro (*Caesalpinia ferrea*) Nas áreas mais baixas próximas aos córregos predominam espécies que suportam encharcamentos durante as enchentes, dentre as quais destacam-se carnaúba (*Copernicia cerifera*), salsa (*Ipomea peicapræ*) e o capim três-quinás

2 2 6 - Hidrologia

A bacia do rio Jaguaribe tem uma forma bastante irregular apresentando nos altos e médios cursos uma largura média de 220 km, enquanto que no baixo curso passa a ter uma largura de 80 km que vai diminuindo gradativamente até o mar, onde atinge os 40 km de largura

Quanto ao potencial hídrico das águas superficiais, o volume de água disponível é avaliado através de classes de qualidade, traduzido em intervalos de quantidade em relação à capacidade de geração de água, por unidade de área, durante um certo tempo ($m^3/km^2/ano$)

Na região do projeto a distribuição anual do excedente hídrico é superconcentrada, apresentando-se com menos de 3 meses de excedente hídrico

O potencial hídrico de superfície varia de médio a fraco, apresentando valores de volume de água disponível que variam entre 10 000 e 200 000 $m^3/km^2/ano$

A estação pluviométrica mais próxima da área do projeto localiza-se no município de Tabuleiro do Norte, na margem esquerda do rio Jaguaribe, junto a ponte da BR-116

Os outros dados extraídos do Boletim Fluviométrico (MME, DNAEE, 1980) relativos a este trecho do rio são os que seguem

- Altitude 50 m,
- Características do Trecho trecho reto formando meandros com cotas baixas O leito e as margens são de natureza argilo-arenosa Dada a grande largura do canal e a natureza do terreno, o leito do rio sofre frequentes alterações causando instabilidade na relação cota descarga,
- Cota de transbordamento 11,0 m (por ambas as margens),
- Obras hidráulicas próximas há açudes a montante do posto que influenciam o regime natural do rio,
- Potamografia, o rio Jaguaribe nasce na Serra da Joaninha, no estado do Ceará É um rio intermitente e forma o açude Orós Seus principais afluentes são rios Cariús e Salgados pela margem direita, Truçú, Banabuiú e Palhano, pela margem esquerda, sendo que os dois últimos desembocam no Jaguaribe à jusante do trecho aqui descrito,
- Descarga máxima medida 5 879 m^3/s - Data 25/04/74, (à montante da contribuição do Rio Banabutu)

- Descarga mínima medida 1,91 m³/s - Data 20/07/62 (à montante da contribuição do Rio Banabuiu)

Segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PERH) elaborado pelo Governo do Estado do Ceará através da Secretaria dos Recursos Hídricos cujos dados alcançam um detalhamento a nível municipal, em relação ao Vale do Jaguaribe onde constam os seguintes dados

AÇUDE	VOL ARMAZENADO (x10 ⁶ m ³)	VAZÃO
Banabuiu	1 800,0	11,06
Lima Campos	66,4	0,39
Orós	1 953,3	16,32
Pedras Brancas	312,8	2,59
Castanhão	4 451,0	35,00

Estes dados fornecem uma vazão regularizada de 65,86 m³/s com o Castanhão e 30,86 m³/s sem o Castanhão, com garantia de fornecimento de 90% (noventa por cento) considerando-se um volume de alerta, abaixo do qual a retirada seria reduzida à metade

2 2 7 - Qualidade da Água

A Classificação da Água para Irrigação, de acordo com o Diagrama do U S Salinity Laboratory Staff, segundo levantamento da Divisão de Pedologia DIPRO/P do DNCOS realizado em 1982, as águas dos açudes que contribuem com a perenização do rio Jaguaribe à montante da área do projeto (Orós e Lima Campos) são classificadas como C2-S1

2 2 8 - Estudo de Regularização da Lagoa da Salina

Para o cálculo da vazão regularizada tentou-se utilizar a metodologia de CAMPOS (1991), o método do DIAGRAMA TRIANGULAR DE REGULARIZAÇÃO O método é uma ferramenta muito útil no entendimento do processo de troca evaporação-sangria-regularização, além de poder ser utilizado na estimativa da vazão regularizada de 90% Este método segue as seguintes etapas de calculo

- 1 determinar as estatísticas que caracterizam os deflúvios anuais média (μ), desvio padrão (σ) e coeficiente de variação(cv),

- 2 estimar do coeficiente de forma do reservatório (α) que estabelece a relação entre o volume (V) e o cubo da profundidade (h) $V(h) = \alpha h^3$,
- 3 calcular os valores dos coeficientes adimensionais de evaporação (f_E) e de capacidade (f_K) pelas fórmulas $f_E = 3 \cdot \alpha^{1/3} E / \mu^{1/3}$ e $f_K = K / \mu$, onde K é a capacidade do reservatório,
- 4 seleccionar o diagrama correspondente ao cv determinado em 1, e a partir do ponto de encontro das isolinhas f_E e f_K determinar os percentuais de sangria-*evaporação-regularização*

Para a Lagoa da Salina que tem as seguintes características

RESERVATÓRIO

profundidade média 50 cm
 volume (K) 980 000 m³
 bacia hidráulica 1,96 km²
 bacia hidrográfica 11,2 km²

DEFLÚVIOS

coeficiente de variação da série afluente (cv) 0,80
 média do deflúvio anual (μ) 1,1898 e+6 m³

Obs Como série afluente à Lagoa da Salina foi utilizado o deflúvio afluente ao Açude Ema em mm vezes a área da bacia hidrográfica da lagoa

EVAPORAÇÃO

evaporação na estação seca (E) 987,75 mm

O coeficiente f_E ficou fora do limite do gráfico, inviabilizando o uso deste método. O PERH (1989) já havia identificado este problema, e como solução adotou a extrapolação dos resultados obtidos com 287 açudes para os açudes cuja metodologia acima não pode ser aplicada. Como tem-se disponível apenas dados de volume armazenável e área do espelho d'água, e como o primeiro apresenta grande dispersão, o PERH (1990) agrupa um grande número de açudes por município ou bacia para a compensação dos erros nos volumes.

No município de Tabuleiro do Norte tem-se, para açudes com volumes menores do que 10 hm³, uma relação de 15% entre o volume regularizado com uma probabilidade de esvaziamento de 10% e o volume acumulável.

Assim, para a Lagoa da Salina foi obtido o volume regularizado (V_r) de
 $V_r = 0,15 \times K = 0,15 \times 980000 = 147\,000 \text{ m}^3$

o que corresponde a uma vazão regularizada (90%) de

$$Qr (90\%) = Vr / (365 \times 24 \times 3600) = 4,66 \text{ l/s}$$

2 2 9 - Cadastro Hídrico dos Açudes

Segundo dados do PERH o volume total de água armazenado do município em açudes é de 8 720 mil m³ e em lagoas e de 56 460 mil m³ Os principais açudes do município de Tabuleiro do Norte estão transcritos do PERH no Quadro 2 7 a seguir, com alguns deles locados no Mapa do Município apresentado no capítulo 8 - Desenhos

QUADRO 2.7 - PRINCIPAIS AÇUDES E LAGOAS DE TABULEIRO DO NORTE

AÇUDE	ÁREA (ha)	VOL. CALC. (Hm ³)
TAN001	5 36	1 79
LAGOA 1	34 00	0 67
AÇUDE 3	12 00	0 20
ESPERANÇA	5 00	0 07
LAGOA NORONHA	19 00	0 34
DO GADO BRAVO	35 00	0 69
QUIMBOMBE	6 00	0 09
AÇUDE 5	6 00	0 09
LAGOA DO LIMA	262 00	4 68
CHICHIQUE	10 00	0 24
LAGOA DO FEIJÃO	29 00	0 63
AÇUDE 2	6 00	1 15
LAGOA DAS PEDRAS	110 00	2 12
LAGOA	24 00	0 53
PONTAL	16 00	0 37
LAGOA DO MEIO	25 00	0 55
AÇUDE 1	15 00	0 35
TAN004	0 12	0 01
AÇUDE 4	11 00	0 13
LAGOA SOCA DO BARRO	135 00	3 56
LAGOA DO TEJU	130 00	3 38
LAGOA DA SALINA	700 00	30 70
LAGOA DA GANGORRA	105 00	2 56
LAGOA DA ALDEIA VELHA	100 00	2 40
BARRA DO FEIJÃO	119 00	3 01
MUNDO NOVO	33 00	0 56
LAGOA DO TAPUIA	144 00	3 87
AÇUDE COM ÁREA INFERIOR A 5 ha 21	VOLUME	0 96
TOTAL DE AÇUDES NO MUNICÍPIO	VOL TOTAL	64 71

FONTE: PERH - DIAGNÓSTICO (ANEXOS)

000023

2 2 10 - Topografia

Os estudos topográficos realizados na área em estudo constaram do levantamento planialtimétrico do eixo do barramento do Rio Quixere, do leito do Córrego dos Bodes e das secções transversais da Lagoa da Salina, com estaqueamento de 20 em 20 m

Com base neste levantamento foi possível dimensionar o sistema de transferência d'água cujo detalhamento é apresentado no capítulo seguinte

2.3 - Aspectos Sócio - Econômicos

2 3 1 - Infra-Estrutura

No que diz respeito a infra-estrutura de transportes o município de Tabuleiro do Norte, conta com 140 km de estradas municipais (DERT, 1991)

No que se refere a comunicações o município apresenta os seguintes dados

- Telefonia (TELECERÁ, 1992),

terminais instalados	600
terminais em serviços	562
telefones em serviço	575
telefones públicos	17

- Correios (ECT, 1992)

agências de Correios	1
agências de correio social	2

Segundo dados da COELCE (1992), o município apresenta um consumo de 6 483 MWh de energia elétrica para 3 631 consumidores

O município conta apenas com 2 agências bancárias, uma do Banco do Brasil e outra do BEC

Em termos de infra-estrutura de apoio a produção, os dados são os seguintes

- Armazenagem 1 estabelecimento com capacidade para 7 716 m³,
- Cooperativa 1

2 3 2 - Demografia

Conforme dados obtidos do Censo Demográfico do IBGE, em 1990, observa-se que a população rural do município de Tabuleiro do Norte nas décadas de 70 a 80, excedia à urbana em 40 %, porém os anos 90, vêm mostrar um grande êxodo rural chegando a equiparar o número de habitantes rurais e urbanos

No que se refere a população masculina e feminina, há uma pequena predominância (50,65 %) da segunda sobre a primeira (49,34%)

A densidade demográfica do município de Tabuleiro fica em torno de 26,69 hab/km², sendo superior aos valores apresentados em 1970 e 1980

No Quadro 2 8 apresentado a seguir, transcreve-se da publicação do IPLANCE "Informações Municipais - Tabuleiro do Norte", os dados demograficos

QUADRO 2.8 - INFORMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

DISCRIMINAÇÃO	ANOS		
	1970	1980	1990 (1)
POPULAÇÃO TOTAL (hab)	19 421	23 242	25 117
URBANA (hab)	5 521	8 969	12 694
RURAL (hab)	13 900	14 273	12 423
HOMENS (hab)	9 644	11 517	12 395
MULHERES (hab)	9 777	11 725	12 722
DENSIDADE DEMOGRAFICA (hab/km ²)	20,63	24,69	26,69
POP ECON ATIVA TOTAL(hab)	5 605	7 990	11 249 (3)
PEA PRIMARIA (hab)	4 283	4 892	5 724 (3)
PEA SECUNDARIA (hab)	438	1 090	1 931 (3)
PEA TERCIARIA (bab)	884	2 008	3 544 (3)

FONTE IBGE

(1) Síntese Preliminar do Censo Demográfico

(2) Inclusive Pessoas Procurando Trabalho

(3) Estimativa para 1990

2 3 3 - Habitação

O Quadro 2 9, apresenta os números de domicílios do município, classificandos como urbano e rural

QUADRO 2.9 - DOMICÍLIOS - DADOS GERAIS - 1991

DOMICÍLIO	URBANO	RURAL	TOTAL
- Particular	3 595	3 678	7 273
ocupado	2 999	2 785	5 784
não ocupado	596	893	1 489
- Coletivo	7	-	7

FONTE IBGE

2 3 4 - Educação

De acordo com dados apresentados no Quadro 2 10, esta região possui 79 estabelecimentos escolares e 125 salas de aula. Observa-se que o maior índice de alunos estão matriculadas no 1º grau e no Pré escolar, respectivamente. Entretanto, apenas 6% dos alunos se incluem no nível de 2º grau, onde se conclui que para grande maioria, o estudo se reduz aos conhecimentos básicos adquiridos nas séries primárias.

QUADRO 2.10 - EDUCAÇÃO - DADOS GERAIS, 1992

DISCRIMINAÇÃO	ESTADUAIS	MUNICIPAIS	PARTICULARES	TOTAL
- Estabelecimentos	06	72	01	79
- Salas de Aulas	57	60	08	125
- Matrícula Pré-escolar	419	1 159	45	1 623
- Matrícula 1º Grau	2 796	1 811	98	4 705
- Matrícula 2º Grau	332	-	46	378
- Função Docente				
Pré escolar	16	82	04	102
1º Grau	115	116	15	246
2º Grau	31	-	10	41

FONTE SEDUC

2 3 4 - Serviços Médicos - Sanitários

A comunidade ainda é muito desassistida no tocante a área da saúde. Tabuleiro do Norte não possui hospitais, nem maternidades, sendo feito o atendimento aos pacientes em 4 postos de saúde, 8 clínicas, 2 centros de saúde e 2 outras unidades de apoio.

A quantidade de leitos é insuficiente para a demanda de pacientes, onde observa-se que existe uma cobertura para 1 000 hab., com índice de 4,62 considerado altíssimo pela Organização Mundial de Saúde.

O quadro de profissionais, inclui 24 médicos, 11 odontólogos e 54 enfermeiras. Não existem agentes de saúde tornando difícil a assistência direta a comunidade, especialmente para prevenção de doenças.

Em 1992, foram registrados 13 casos de tuberculose e 1 caso de Hansen no município.

2 3 6 - Estrutura Fundiária

Observa-se que a característica dominante é a existência de um elevado número de pequenas propriedades ocupando um baixo percentual da área total. No Quadro 2.11 observa-se que as propriedades entre 100 a menos de 1 000 ha, ocupam a maior área (39 667 ha).

QUADRO 2.11 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS POR GRUPO DE ÁREA

GRUPO DE ÁREA (ha)	ESTABELECIMENTO	ÁREA (ha)
Menor de 10	1 308	4 699
10 a menos de 100	747	21 920
100 a menos de 1 000	150	39 667
1 000 e mais	11	24 360

Quanto as condições do produtor segundo o IBGE, a grande maioria é formada por proprietários que ocupam 1 516 estabelecimentos, com uma área de 84 229 ha em seguida, os parceiros ocupando 509 estabelecimentos, com uma área de 4 277 ha, os ocupantes com 170 estabelecimentos e 1 372 ha de área e os arrendatários com 21 estabelecimentos e 768 ha de área.

237 - Uso atual da Terra

As principais culturas da área são decrescente de importância algodão, feijão e milho, isoladamente ou em regime de consórcio Também já foram cultivados melão e melancia, de acordo com informações locais obtidas

No momento, a maioria da área está sendo utilizada com pastagem nativa para o sustento principalmente de ovinos Existem muitas algarobas próximas às sedes da fazenda

3 - O PROJETO

000029

3.1 - Considerações Iniciais

O nordeste semi-árido partilha sua história com ações de combate às secas. A solução dos problemas da região sempre foi pautada na construção de barragens que, através do armazenamento de águas, amenizam em algumas sub-regiões os efeitos nocivos da estiagem prolongada.

A região na qual se insere a área em estudo, baixo Jaguaribe, é de longe a mais beneficiada do Ceará, em termos de recursos hídricos. Entretanto ao longo do rio Jaguaribe e de seus principais afluentes existem áreas com solos de boa qualidade que necessitam de ações complementares para o aproveitamento com irrigação.

3.2 - Plano de Exploração Hidroagrícola

Com base no estudo de solo, verificou-se que a área apresenta solos com grande potencialidade agrícola que permite a sua exploração com irrigação.

O aproveitamento destes solos poderá ser feito através da implantação de um pólo de irrigação de aproximadamente 500 ha, explorados com culturas nobres que apresentem garantia de renda, tais como melão, melancia, manga, citrus e algodão. E ainda, no período de entressafas o feijão e o milho.

Adotou-se o seguinte plano cultural

melão	150 ha.
melancia	150 ha.
manga	50 ha.
laranja	50 ha.
algodão	50 ha.
feijão	25 ha.
milho	25 ha.

Os métodos de irrigação preconizados são aspersão convencional e gotejamento.

3.3 - Necessidades Hídricas

Para efeito de pre-dimensionamento do sistema de transferência de água e das estruturas de captação e adução considerou-se, com bases em projetos de irrigação semelhantes, uma vazão unitária de 1,0 l/s/ha. Portanto a vazão total necessária ao projeto será de 500 l/s ou 0,50 m³/s, que deverá ser garantida pela regularização da lagoa.

3.4 - Concepção do Sistema de Transferência D'água

Após a conclusão dos levantamentos topográficos, verificou-se que a Lagoa da Salina apresenta cotas inferiores as do Rio Quixeré, o que permite, sem complicadas obras de engenharia sua perenização a partir do citado rio

A concepção do sistema de perenização da lagoa é bastante simples, bastando somente a construção de uma barragem vertedoura de pedra no leito do rio Quixere, com altura de 0,50 m em relação ao nível mínimo da água, e a abertura de um canal de terra no leito do Córrego dos Bodes

3 4 1 - Barragem de Derivação

A partir da lâmina de perenização da Lagoa da Salina, estimada em 0,50 m , que corresponde a um volume acumulado de 980 000 m³, e da declividade media do canal de acesso foi possível definir a cota da soleira da barragem, cujo valor conforme o levantamento topográfico é 100,067 m (ver desenho correspondente no Capitulo 7)

Esta cota representa a elevação do nível de água no Rio Quixeré em 0,51 m

Foram estudadas duas alternativas de barramento

alternativa A barragem vertedoura fixa, construída em alvenaria de pedra,

alternativa B barragem vertedoura removível, em sistema de perfis metálicos e pranchas de madeiras

A estimativa de custos de cada alternativa estudada e apresentada no Quadro 3 1 a seguir

A alternativa escolhida foi a B, não só por ser mais econômica como também por apresentar as seguintes vantagens técnicas

evita assoreamento,

evita problemas de salinização das areas a montante.

mantém o leito do rio na sua cota inicial evitando problemas de inundação no periodos de cheias

QUADRO 3.1 - ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS DE BARRAGEM

(valores em R\$ 1,00)

ITEM	DISCRIMINACAO	UNID	QUANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ALTERNATIVA A					19 966.92
1	LIMPEZA DO LOCAL	m2	1 500 00	0 02	30 00
2	ESCAVACAO DE MATERIAL DE PRIMEIRA CAT	m3	303.00	0 88	266 64
3	ESCAVACAO DE MATERIAL DE SEGUNDA CAT	m3	100 00	1 37	137 00
4	REATERRO COMPACTADO	m3	85.00	2 36	200 60
5	ALVENARIA DE PEDRA COM ARGAMASSA DE CIM	m3	479 60	40 31	19 332 68
ALTERNATIVA B					18 663.37
1	ALVENARIA DE PEDRA				
	Escav de mat de 1a cat. e limpeza da superficie da rocha de fundacao	m3	403 00	0 85	342 55
	Alv de elevacao em pedra argamassada, traco 1/2:1 4 (cimento/cal/areia)	m3	150 00	34 26	5 139 00
2	TRILHO				
	Perfuracao com rotativa diametro Nx	m	100 00	46 75	4 675 00
	Aquisicao de trilho tipo TR-32	kg	6 080 00	0 55	3 344 00
	Corte do trilho com macarico	m	95 00	6 21	589 95
	Argamassa de cimento e areia grossa (traco 1:3)	m3	1 50	85 00	127.50
	Posicionamento do trilho e operacao de preenchimento do furo	ud	100 00	2 55	255.00
3	TABUAS				
	Aquisicao de tabuas (0,5 x0,3 x 0,04 m)	m3	9.60	425.00	4 080.00
	Perfuracao para colocacao de pinos de aco	ud	720.00	0.09	64.80
	Aco para confeccao de pinos	kg	35.60	1 28	45.57

000032

Alguns cuidados técnicos devem ser tomados quando da construção deste tipo de barramento

os trilhos devem ser engastados na rocha,

acompanhamento das obras deve ser criterioso para garantia da qualidade de execução,
deve ser executado um levantamento topo-rochoso com maior precisão, através da abertura
de uma vale no eixo da barragem

3 4 2 - Canal de Acesso

Para o cálculo do canal de acesso em terreno natural, utilizou-se a fórmula de Manning

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

onde

Q = Vazão em m³/s

A = Área da secção molhada em m²

R = Raio hidráulico em m

I = Declividade do canal em mm

n = Coeficiente de Manning

z = Declividade do Talude

Foram adotados os seguintes valores

$$Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,02\%$$

$$n = 0,025$$

$$z = 2,5$$

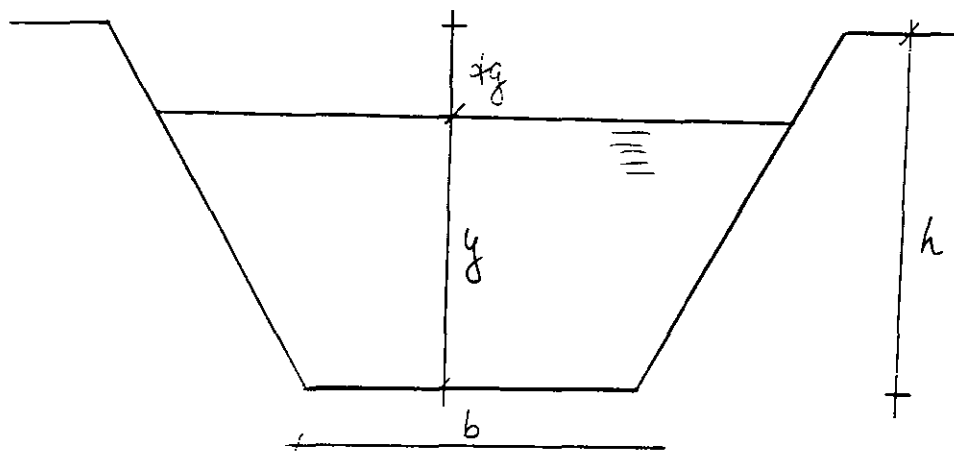
Concluiu-se que o canal de máxima eficiência seria áquele que teria as seguintes dimensões

$$b = 0,3033 \text{ m}$$

$$y = 0,7874 \text{ m}$$

$$v = 0,2795 \text{ m/s}$$

A secção tipo do canal é a seguinte



Para facilitar a construção do canal, com extensão total de 3320 m, adotou-se o canal c/ as seguintes características

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$h = 1,00 \text{ m}$$

$$f_g = 0,21 \text{ m}$$

As planilhas apresentadas a seguir apresentam respectivamente o dimensionamento e a quantificação do canal

O perfil do canal é apresentado em anexo

3.5 - Concepção do Sistema de Captação e Adução de Água para Irrigação

Com base no estudo de solos e na topografia da área, observada através da cartografia existente, definiu-se o planeamento físico preliminar (ver "Lay Out" apresentado no capítulo 7), em tres setores hidraulicamente independentes, localizados as margens da lagoa

DIMENSIONAMENTO DO CANAL

VAZAO m ³ /s	DECLIV. m/m	COEF K	BASE m	TALUDE	Q*K/I ^{0.6}	AREA m ²	PERIMET m	RAIO HID	S*R ^{0.6}	PROFUN m	VELOCID. m/s	AREA EF. m ²
0.5	0.002	0.025	0.3081	2.5	0.2795	1.8465	4.6163	0.4000	1.0021	0.8000	0.2708	1.8465
0.5	0.002	0.025	0.3120	2.5	0.2795	1.8930	4.6740	0.4050	1.0359	0.8100	0.2641	1.8930
0.5	0.002	0.025	0.3043	2.5	0.2795	1.8006	4.5586	0.3950	0.9691	0.7900	0.2777	1.8006
0.5	0.002	0.025	0.3062	2.5	0.2795	1.8235	4.5874	0.3975	0.9855	0.7950	0.2742	1.8235
0.5	0.002	0.025	0.3074	2.5	0.2795	1.8373	4.6047	0.3990	0.9955	0.7980	0.2721	1.8373
0.5	0.002	0.025	0.3039	2.5	0.2795	1.7961	4.5528	0.3945	0.9658	0.7890	0.2784	1.7961
0.5	0.002	0.025	0.3037	2.5	0.2795	1.7938	4.5499	0.3942	0.9642	0.7885	0.2787	1.7938
0.5	0.002	0.025	0.3038	2.5	0.2795	1.7952	4.5516	0.3944	0.9651	0.7888	0.2785	1.7952
0.5	0.002	0.025	0.3047	2.5	0.2795	1.8052	4.5643	0.3955	0.9723	0.7910	0.2770	1.8052
0.5	0.002	0.025	0.3051	2.5	0.2795	1.8098	4.5701	0.3960	0.9756	0.7920	0.2763	1.8098
0.5	0.002	0.025	0.3037	2.5	0.2795	1.7933	4.5493	0.3942	0.9638	0.7884	0.2788	1.7933
0.5	0.002	0.025	0.3035	2.5	0.2795	1.7915	4.5470	0.3940	0.9625	0.7880	0.2791	1.7915
0.5	0.002	0.025	0.3033	2.5	0.2795	1.7888	4.5436	0.3937	0.9606	0.7874	0.2795	1.7888
0.5	0.002	0.025	0.3032	2.5	0.2795	1.7874	4.5418	0.3936	0.9596	0.7871	0.2797	1.7874
0.5	0.002	0.025	0.3848	2.5	0.2795	2.8794	5.7646	0.4995	1.8123	0.9990	0.1736	2.8794
0.5	0.002	0.025	0.3033	2.5	0.2795	1.7888	4.5436	0.3937	0.9606	0.7874	0.2795	1.7888
0.5	0.002	0.025	0.3000	2.5	0.2795	1.7862	4.5403	0.3934	0.9587	0.7874	0.2799	1.7888

000035

Estes setores apresentam superficies agricola util que variam de 100 a 296 ha Para cada setor foi prevista uma captação com um desnível maximo de 10,0 m

A partir da captação a agua sera distribuida por adutoras e/ou canais ate as tomadas das parcelas

4 - ESTIMATIVA DOS CUSTOS E BENEFÍCIOS

000039

4.1 - Custos

A partir do estudo de alternativa da barragem de derivação e do pre-dimensionamento do canal apresentados no item 3 4, e ainda do custo médio por hectare irrigado com aspersão e gotejamento , adotados em projetos de irrigação da SRH, estimou-se o valor total de implantação das obras , conforme Quadro 4 2 a seguir apresentado

Considerou-se que 80 % da área devesse ser irrigada por gotejamento e o restante por aspersão convencional

4.2 - Benefícios

No cálculo dos benefícios considerou-se os seguintes critérios

- a) renda líquida média das culturas, obtidas de projetos recém-elaborados e localizados próximos à área em estudo

meião	US\$	1 800,00/ha,
melancia	US\$	1 300,00 /ha,
algodão	US\$	950,00 /ha,
milho	US\$	530,00 /ha,
feijão	US\$	570,00 /ha,
manga	US\$ (-)	1 000,00/ha(1ºano),
	US\$ (-)	600,00/ha(2ºano),
	US\$	220,00/ha(3º ano),
	US\$	290,00/ha(4ºano),
	US\$	1 280,00/ha(5ºano),
	US\$	2 400,00/ha(6º ano e mais)
laranja	US\$ (-)	1 200,00/ha(1ºano),
	US\$ (-)	750,00/ha(2ºano),
	US\$ (-)	100,00/ha(3º ano)
	US\$	980,00/ha(4ºano),
	US\$	1 640,00/ha(5ºano),
	US\$	3 000,00/ha(6º ano e mais)

QUADRO 4.1 - QUANTIFICACAO E ESTIMATIVA DE CUSTOS

(valores em R\$ 1,00)

ITEM	DISCRIMINACAO	UNID.	QUANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	BARRAGEM DE DERIVACAO				18 663.37
1.1	ALVENARIA DE PEDRA				
	. Escav. de mat. de 1a. cat. e limpeza da superficie da rocha de fundacao	m3	403.00	0.85	342.55
	. Alv. de elevacao em pedra argamassada, traco 1/2:1:4 (cimento/cal/areia)	m3	150.00	34.26	5 139.00
1.2	TRILHO				
	Perfuracao com rotativa diametro Nx	m	100.00	46.75	4 675.00
	Aquisicao de trilho tipo TR-32	kg	6 080.00	0.55	3 344.00
	Corte do trilho com macarico	m	95.00	6.21	589.95
	Argamassa de cimento e areia grossa (traco 1:3)	m3	1.50	85.00	127.50
	Posicionamento do trilho e operacao de preenchimento do furo	ud	100.00	2.55	255.00
1.3	TABUAS				
	Aquisicao de tabuas (0,5 x 0,3 x 0,04 m)	m3	9.60	425.00	4 080.00
	Perfuracao para colocacao de pinos de aco	ud	720.00	0.09	64.80
	Aco para confeccao de pinos	kg	35.60	1.28	45.57
2	CANAL DE ACESSO				54 158.87
	DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO	m2	33 200.00	0.04	1 328.00
	LIMPEZA DO LOCAL	m2	33 200.00	0.02	664.00
	ESCAVACAO DE MATERIAL DE PRIMEIRA CAT.	m3	21 406.00	0.88	18 837.28
	ESCAVACAO DE MATERIAL DE SEGUNDA CAT.	m3	7 645.00	1.37	10 473.65
	ESCAVACAO DE MATERIAL DE TERCEIRA CAT.	m3	1 530.00	6.18	9 455.40
	REGULARIZACAO DE TALUDE	m2	18 874.00	0.71	13 400.54
3	ESTRUTURA DE IRRIGACAO				2 625 000.00
	SISTEMA DE IRRIGACAO POR ASPERSAO, INCLUINDO EST. DE BOMBEAMENTO E REDE DE DISTRIBUICAO	ha	250.00	4 500.00	1 125 000.00
	SISTEMA DE IRRIGACAO POR GOTEJAMENTO, INCLUINDO EST. DE BOMBEAMENTO E REDE DE DISTRIBUICAO	ha	250.00	6 000.00	1 500 000.00
VALOR TOTAL					2 697 822.24

000041

- b) admitiu-se que a implantação do perímetro será em um ano (ano 0), entretanto a incorporação dos usuários do projeto, devido a uma série de razões, será faseada, sendo metade no primeiro ano e o restante no segundo

No Quadro 4.2 a seguir observa-se, resumidamente, os custos e benefícios calculados conforme os critérios apresentados

QUADRO 4.2 - CUSTOS E BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (VALORES EM R\$ 1,00)

DISCRIMINAÇÃO (1)	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7
INVESTIMENTOS	2 697 822	-	-	-	-	-	-	-
CUSTOS DE O & M	-	269 782	269 782	269 782	269 782	269 782	269 782	269 782
RENDA LÍQUIDA	-	651 000	1 070 000	1 112 500	1 164 000	1 243 500	1 326 000	1 450 000

(1) - NO CÁLCULO DA RENDA LÍQUIDA CONSIDEROU-SE DUAS SAFRAS PARA AS CULTURAS ANUAIS E AS CULTURAS PERENES SO SERÃO IMPLANTADAS A PARTIR DO SEGUNDO ANO

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

000043

Do estudo apresentado, tendo-se como base os dados técnicos e econômicos, conclui-se que a perenização da Lagoa da Salina a partir do Rio Quixere é viável tanto técnica como economicamente, e conseqüentemente permite a implantação de um pólo de irrigação, que proporcionará para a região os seguintes benefícios

- a) oportunidades de empregos diretos e indiretos,
- b) melhores condições de vida,
- c) criação de oportunidades para novos investimentos,
- d) ampliação e melhoria da infra-estrutura sócio-econômica e dos serviços,
- e) redução dos riscos,
- f) estabilização da economia local e regional

Recomenda-se que sejam desenvolvidos estudos complementares a nível de viabilidade, que possam auferir com maior exatidão os benefícios e os custos do projeto

O Estudo de Viabilidade a ser desenvolvido devem contemplar os seguintes itens

- estudos de solos à nível de detalhe,
- geotecnia,
- sócio-economia
- mercado e comercialização,
- levantamento cadastral da estrutura fundiária,
- alternativas de engenharia no que se refere à infra-estrutura de irrigação,
- modelo de gestão e operação do perímetro
- avaliação econômica e financeira

6 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

000045



FOTO 1 - LEITO DO RIO QUIXERÉ, DANDO UMA IDÉIA DA SUA VAZÃO ATUAL.



FOTO 2 - LOCAL DO BARRAMENTO NO RIO QUIXERÉ.



FOTO 3 - IDEM A FOTO 2 VISTO DO OUTRO ÂNGULO.



FOTO 4 - LEITO DO CÔRREGO DOS BODES.



FOTO 5 - OUTRO LOCAL DO LETTO DO CÓRREGO DOS BODES.



FOTO 6 - LETTO DA LAGOA DA SALINA. NESTE LOCAL JÁ FOI CULTIVADO MELÃO, SEGUNDO INFORMAÇÕES LOCAIS.



FOTO 7 - CASA TÍPICA DE MORADOR NA ÁREA (FAZENDA PONTAL).



FOTO 8 - POÇO COM CATAVENTO NA ÁREA. ESTAS FONTES D'ÁGUA, DE ACORDO COM INFORMAÇÕES DOS MORADORES DA REGIÃO NUNCA SECARAM, E APRESENTAM BOA QUALIDADE SENDO UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO.

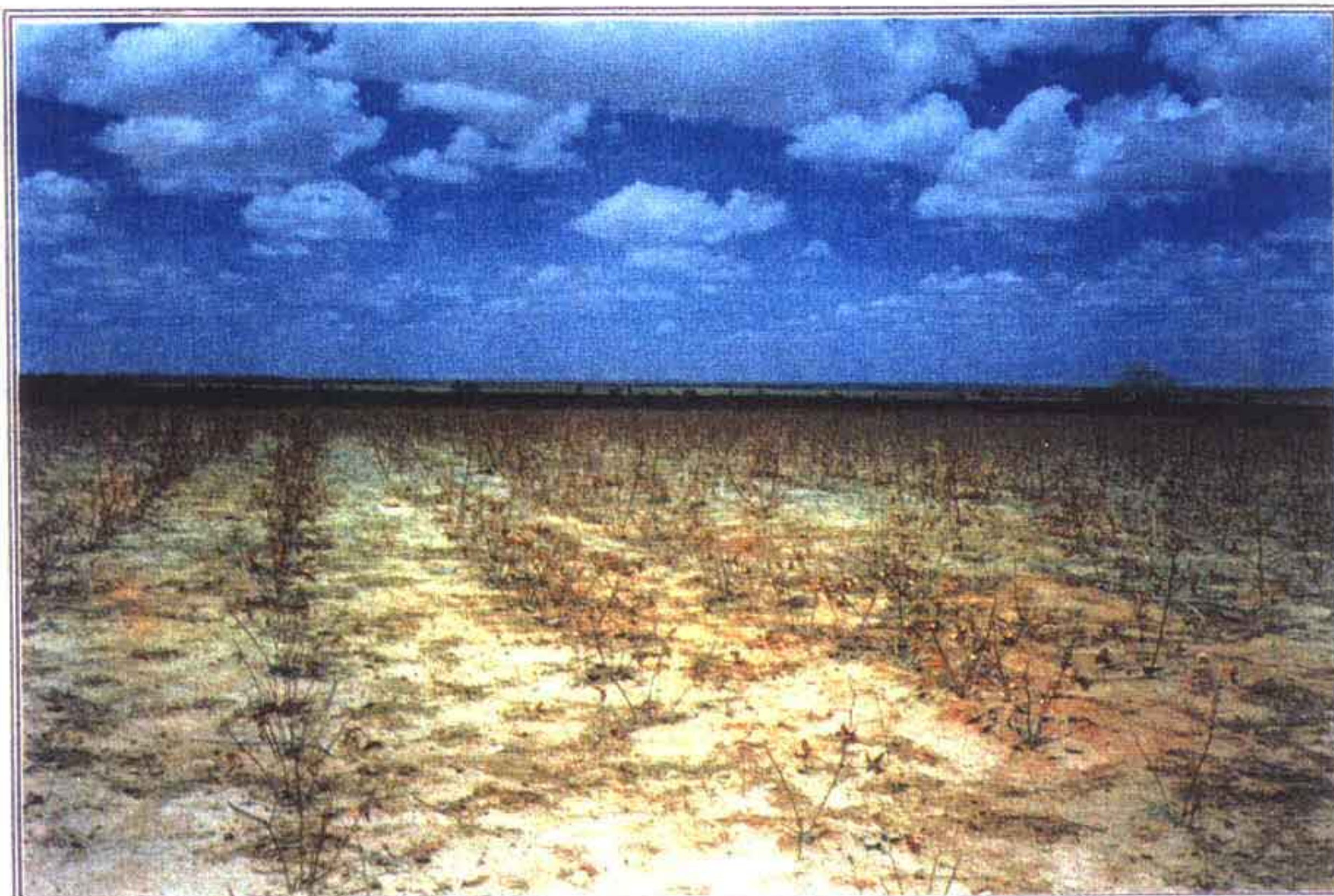


FOTO 9 - CULTURA DO ALGODÃO (USO ATUAL DA ÁREA). ESTE CULTIVO É FEITO NA REGIÃO ISOLADAMENTE OU EM CONSÓRCIO.



FOTO 10 - VISÃO GERAL DOS TIPOS DE SOLOS QUE OCORREM NA ÁREA. EM PRIMEIRO PLANO OS SOLOS HIDROMÓRFICOS E, EM SEGUNDO PLANO OS PLANOSSOLOS E VERTISSOLOS. NESTA FOTO TAMBÉM PODE SER OBSERVADO O RELEVO PREDOMINANTE NA ÁREA (PLANO E SUAVE ONDULADO). AO FUNDO VISUALIZA-SE A CHAPADA DO APODI.

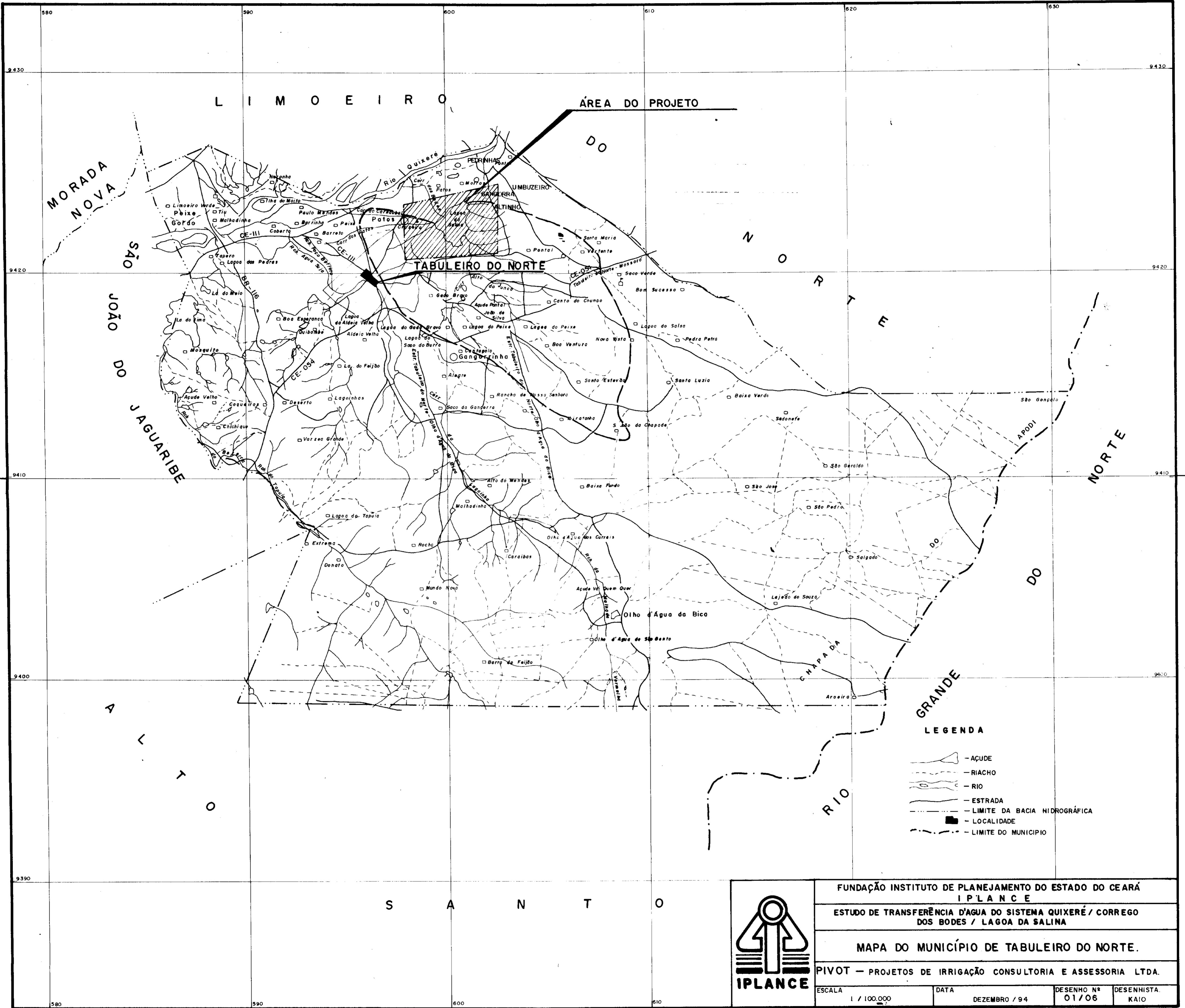
7 - BIBLIOGRAFIA

000051

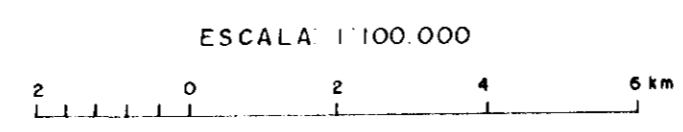
- 1 - CAMPOS, J N B (1991), Processo de regularização de vazões Apresentação do Diagrama Triangular, Anais do IX Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos/V Simposio Luso Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos, Rio de Janeiro. v 2, p 401-410
- 2 - IPLANCE , Anuario Estatístico do Ceara - 1993 Fortaleza. 1993 1343 pp
- 3 - IPLANCE , Informações Básicas Municipais - Tabuleiro do Norte Fortaleza. 1993
- 4 - SRH , PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceara, 1989

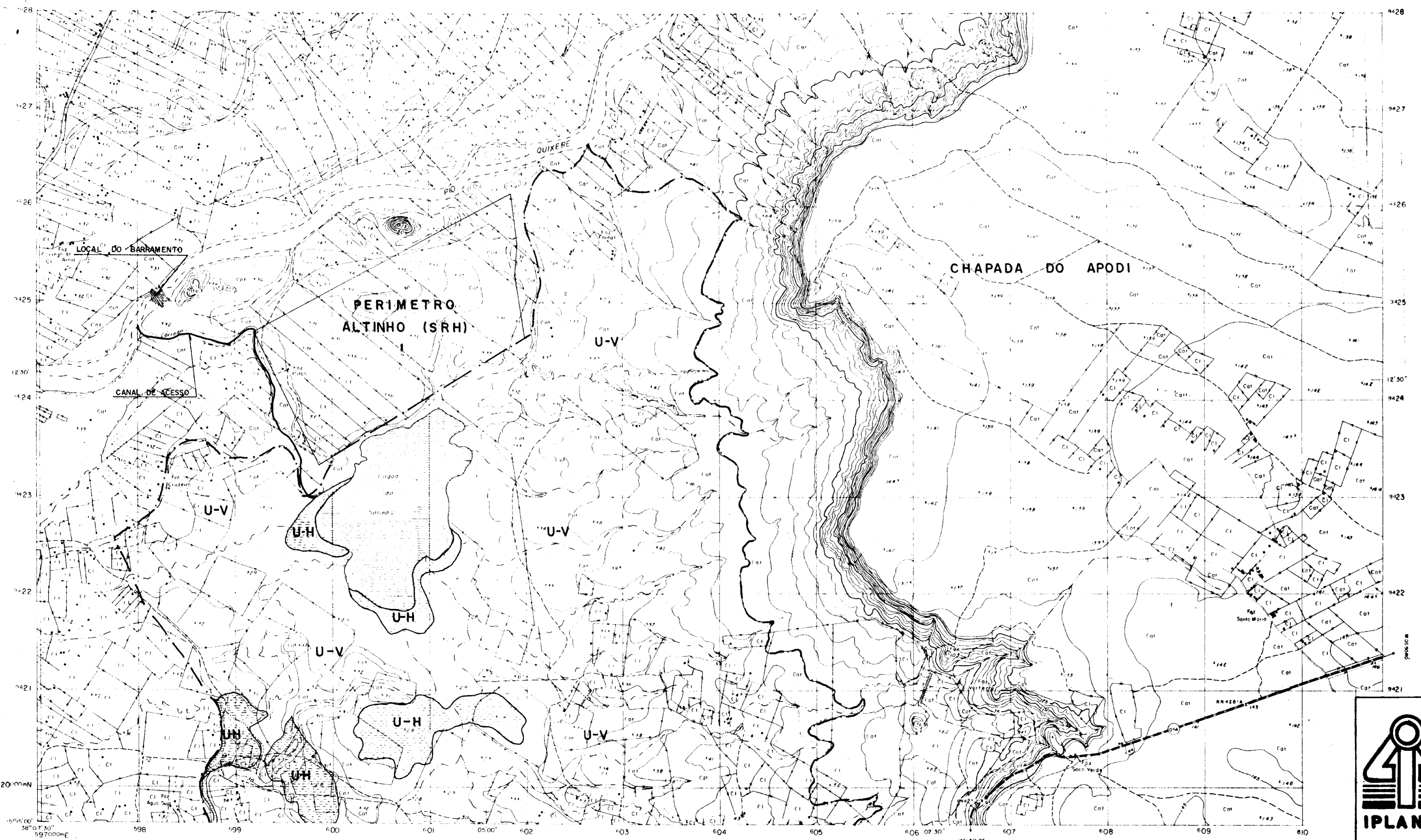
8 - DESENHOS

000053



<p>IPLANCE</p>	FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ IPLANCE			
	ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ / CORREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA			
	MAPA DO MUNICÍPIO DE TABULEIRO DO NORTE.			
	PIVOT - PROJETOS DE IRRIGAÇÃO CONSULTORIA E ACESSORIA LTDA.			
ESCALA 1 / 100.000	DATA DEZEMBRO / 94	DESENHO Nº 01 / 06	DESENHISTA KAIO	





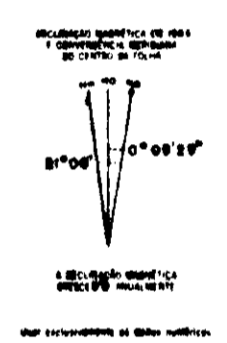
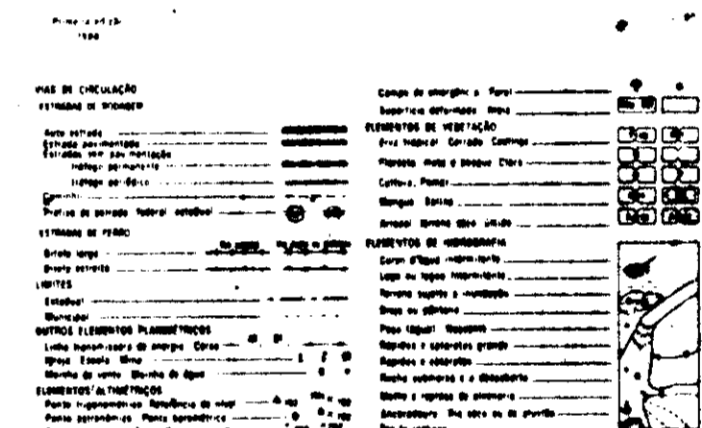
LEGENDA

- U.V. ASSOCIAÇÃO E VERTISSOLOS E PLANOSSOLOS
- U.H. SOLOS HIDROMÓRFICOS
- LIMITE DA ÁREA ESTUDADA
- - - LIMITE DE MANCHA DE SOLO

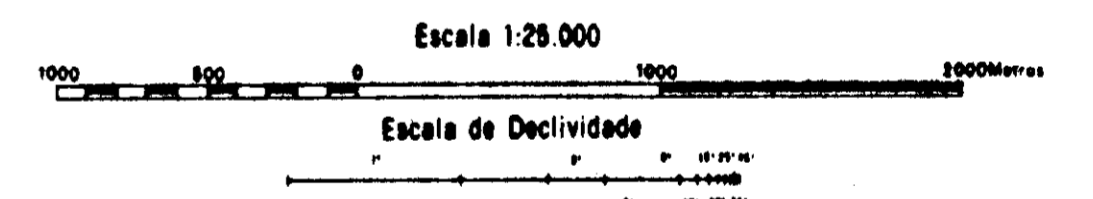
INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

FOUNDAÇÃO DAS CURVAS DE NÍVEL: 5 METROS
 AS CURVAS DE NÍVEL SÃO REPRESENTADAS DE 100 METROS
 COM 10% DE CORREÇÃO DE 100 M PARA CIMA E 10% PARA BAIXO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

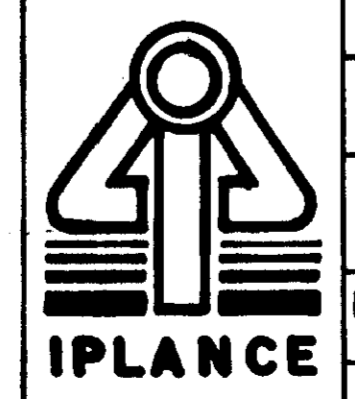


BARRAGEM	FLOR	QUIXERÊ
TRABALHEIRO DO NORTE	LIMBEIRO DO NORTE	POÇO ROVO
BAVETEIRO	DEUS D'ÁGUA DOS BURNAS	BUQUIPIRA



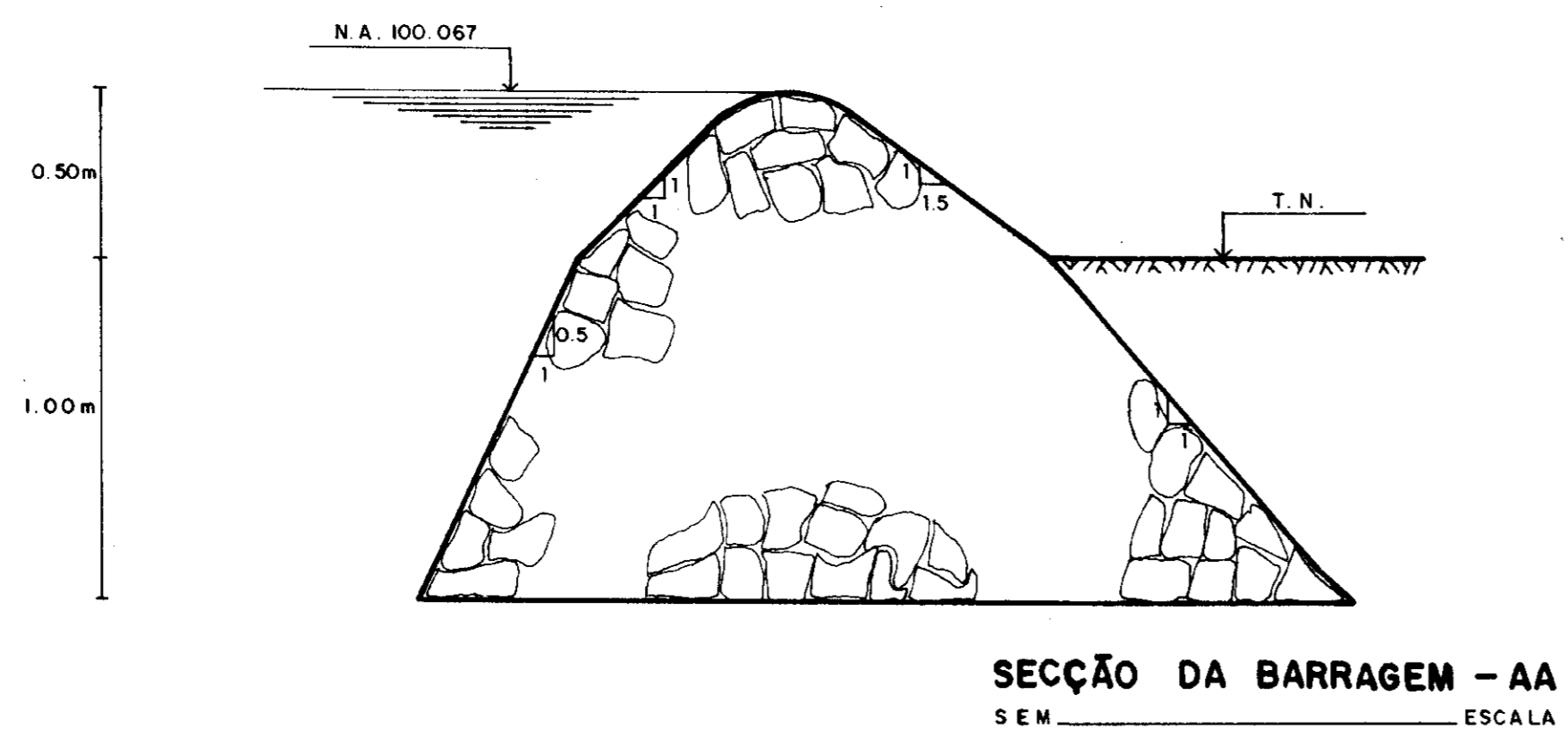
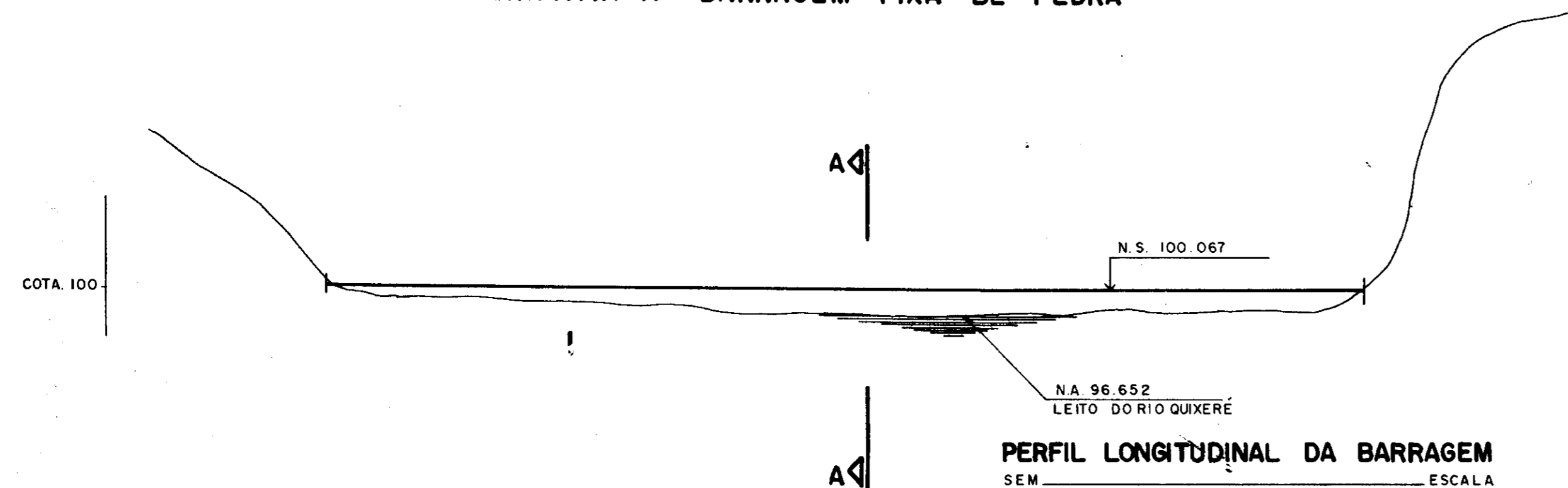
Folha levantada e desenhada por **AEROFOTO CRUZEIRO SA.**
 Fotos aéreas 1:70 000 tomadas em 1982
 Restituição executada em 1983
 Fonte: DNOS.

000055

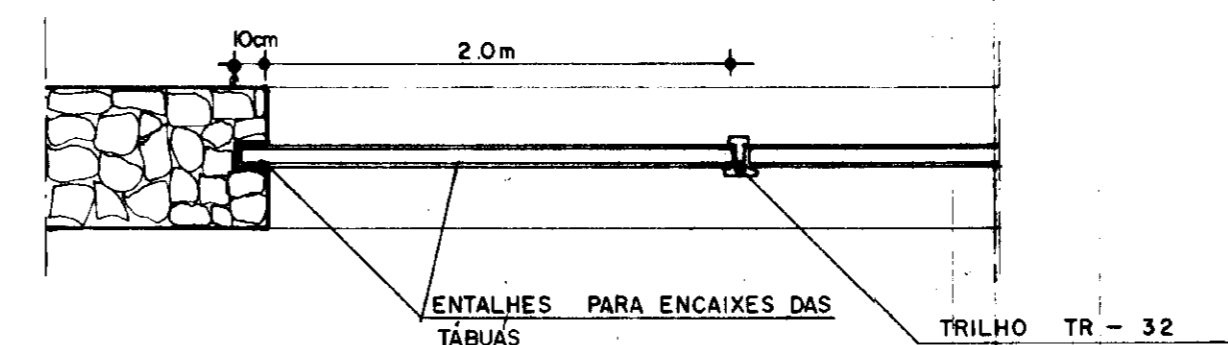
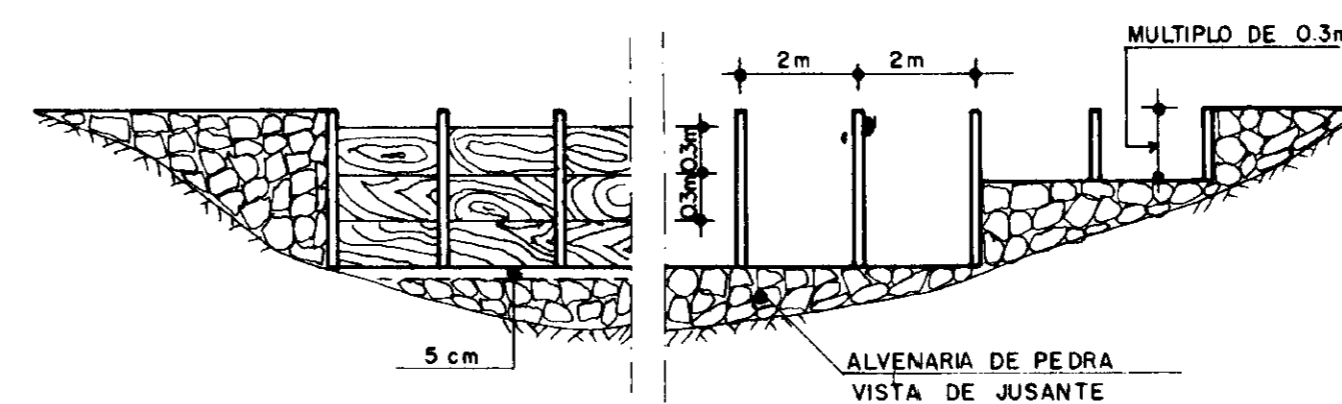
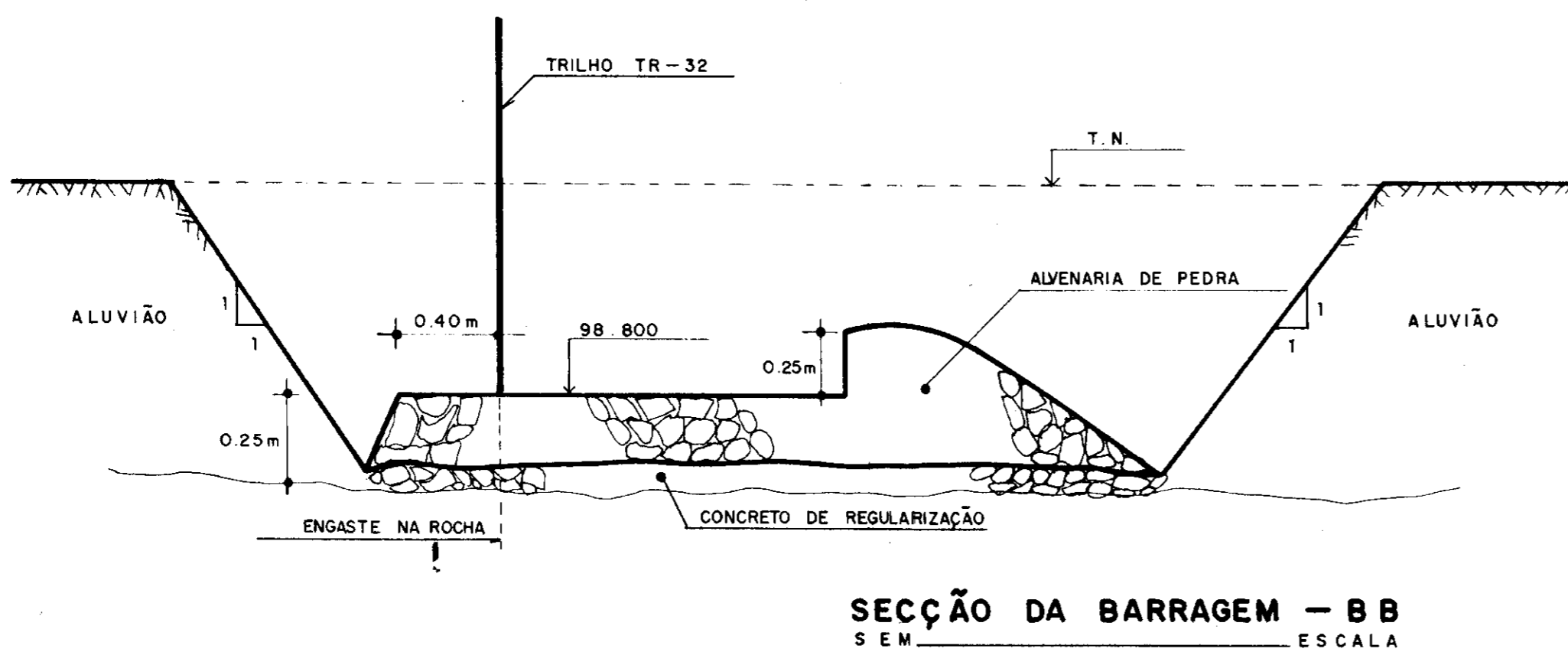
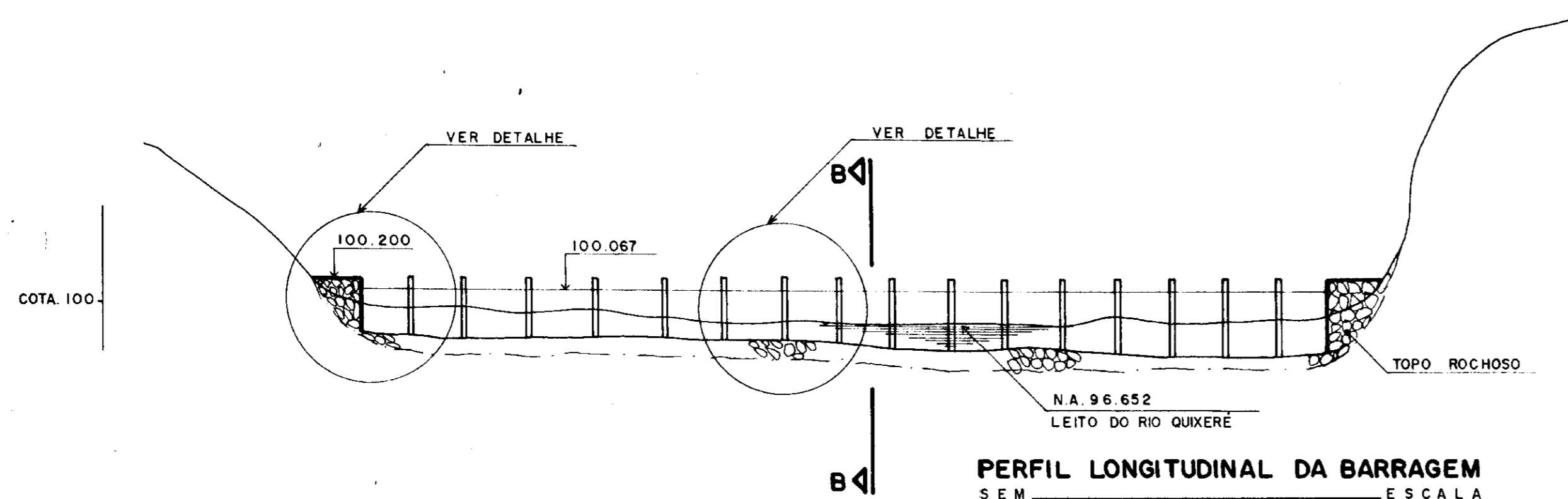


FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ IPLANCE			
ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÊ / CORREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA			
MAPA DE SOLOS (NÍVEL DE RECONHECIMENTO)			
PIVOT - PROJETOS DE IRRIGAÇÃO CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA.			
ESCALA	DATA	DESENHO Nº	DESENHISTA.
1 / 25.000	DEZEMBRO / 94	02 / 06	

ALTERNATIVA A- BARRAGEM FIXA DE PEDRA



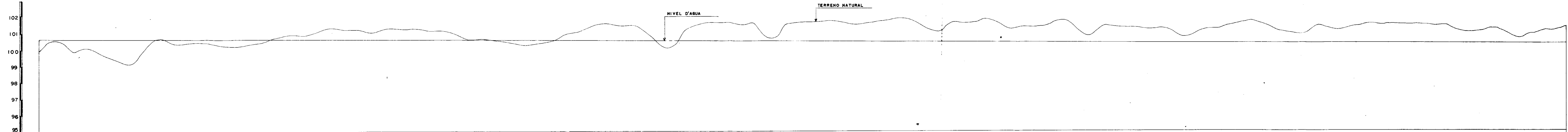
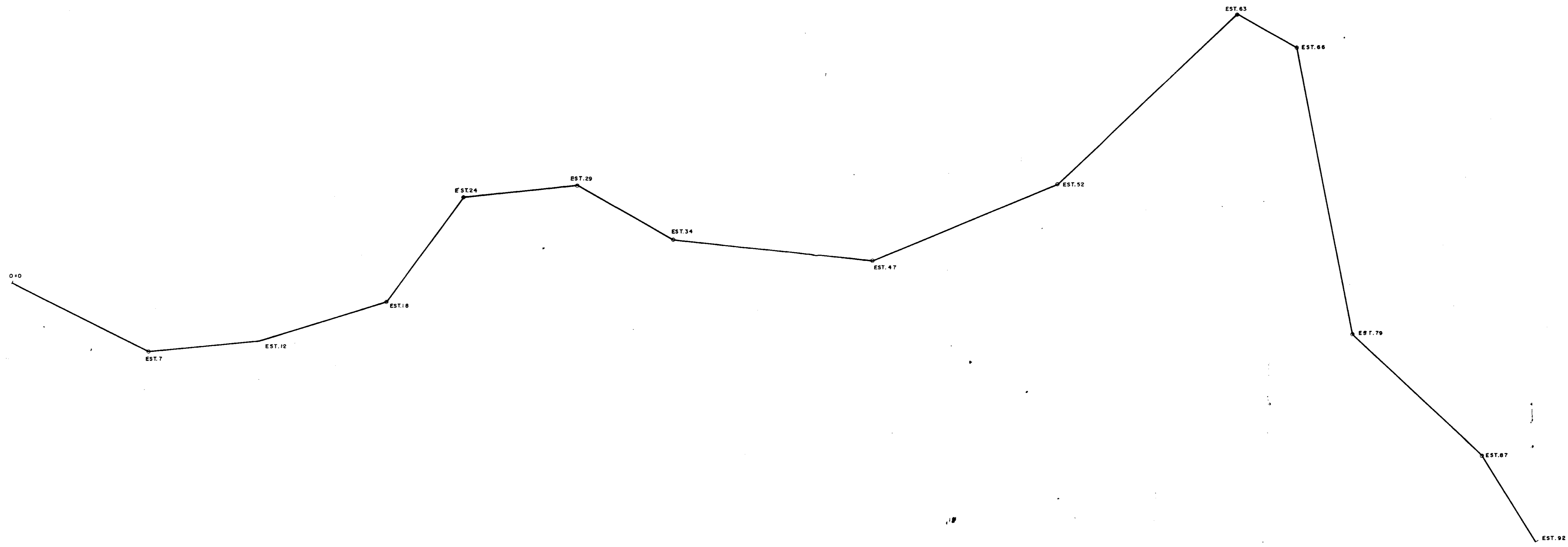
ALTERNATIVA B - BARRAGEM MOVEL



DETALHE DO BARRAMENTO
SEM ESCALA

000356

<p>IPLANCE</p>	FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ						
	I P L A N C E						
	ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA DA ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ / CORREGO DOS BODES / LAGOA DA SALIRA						
	BARRAGEM DE DERIVAÇÃO ALTERNATIVAS ESTUDADAS						
PIVOT - PROJETOS DE IRRIGAÇÃO CONSULTORIA E ACESSORIA LTDA.							
ESCALA	SEM ESCALA	DATA	DEZEMBRO /94	DESENHO Nº	03 /06	DESENHISTA	KAIQ



ESTACAS	COTA DO TERRENO	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	COTA DO NIVEL D'ÁGUA	COTA DA BERMA	COTA DO FUNDO	DECLIVIDADE
0	99.28	0.00	0.00	100.50			
1	99.28	20.00	20.00	100.50			
2	99.28	40.00	40.00	100.50			
3	99.28	60.00	60.00	100.50			
4	99.28	80.00	80.00	100.50			
5	99.28	100.00	100.00	100.50			
6	99.28	120.00	120.00	100.50			
7	99.28	140.00	140.00	100.50			
8	99.28	160.00	160.00	100.50			
9	99.28	180.00	180.00	100.50			
10	99.28	200.00	200.00	100.50			
11	99.28	220.00	220.00	100.50			
12	99.28	240.00	240.00	100.50			
13	99.28	260.00	260.00	100.50			
14	99.28	280.00	280.00	100.50			
15	99.28	300.00	300.00	100.50			
16	99.28	320.00	320.00	100.50			
17	99.28	340.00	340.00	100.50			
18	99.28	360.00	360.00	100.50			
19	99.28	380.00	380.00	100.50			
20	99.28	400.00	400.00	100.50			
21	99.28	420.00	420.00	100.50			
22	99.28	440.00	440.00	100.50			
23	99.28	460.00	460.00	100.50			
24	99.28	480.00	480.00	100.50			
25	99.28	500.00	500.00	100.50			
26	99.28	520.00	520.00	100.50			
27	99.28	540.00	540.00	100.50			
28	99.28	560.00	560.00	100.50			
29	99.28	580.00	580.00	100.50			
30	99.28	600.00	600.00	100.50			
31	99.28	620.00	620.00	100.50			
32	99.28	640.00	640.00	100.50			
33	99.28	660.00	660.00	100.50			
34	99.28	680.00	680.00	100.50			
35	99.28	700.00	700.00	100.50			
36	99.28	720.00	720.00	100.50			
37	99.28	740.00	740.00	100.50			
38	99.28	760.00	760.00	100.50			
39	99.28	780.00	780.00	100.50			
40	99.28	800.00	800.00	100.50			
41	99.28	820.00	820.00	100.50			
42	99.28	840.00	840.00	100.50			
43	99.28	860.00	860.00	100.50			
44	99.28	880.00	880.00	100.50			
45	99.28	900.00	900.00	100.50			
46	99.28	920.00	920.00	100.50			
47	99.28	940.00	940.00	100.50			
48	99.28	960.00	960.00	100.50			
49	99.28	980.00	980.00	100.50			
50	99.28	1000.00	1000.00	100.50			
51	99.28	1020.00	1020.00	100.50			
52	99.28	1040.00	1040.00	100.50			
53	99.28	1060.00	1060.00	100.50			
54	99.28	1080.00	1080.00	100.50			
55	99.28	1100.00	1100.00	100.50			
56	99.28	1120.00	1120.00	100.50			
57	99.28	1140.00	1140.00	100.50			
58	99.28	1160.00	1160.00	100.50			
59	99.28	1180.00	1180.00	100.50			
60	99.28	1200.00	1200.00	100.50			
61	99.28	1220.00	1220.00	100.50			
62	99.28	1240.00	1240.00	100.50			
63	99.28	1260.00	1260.00	100.50			
64	99.28	1280.00	1280.00	100.50			
65	99.28	1300.00	1300.00	100.50			
66	99.28	1320.00	1320.00	100.50			
67	99.28	1340.00	1340.00	100.50			
68	99.28	1360.00	1360.00	100.50			
69	99.28	1380.00	1380.00	100.50			
70	99.28	1400.00	1400.00	100.50			
71	99.28	1420.00	1420.00	100.50			
72	99.28	1440.00	1440.00	100.50			
73	99.28	1460.00	1460.00	100.50			
74	99.28	1480.00	1480.00	100.50			
75	99.28	1500.00	1500.00	100.50			
76	99.28	1520.00	1520.00	100.50			
77	99.28	1540.00	1540.00	100.50			
78	99.28	1560.00	1560.00	100.50			
79	99.28	1580.00	1580.00	100.50			
80	99.28	1600.00	1600.00	100.50			
81	99.28	1620.00	1620.00	100.50			
82	99.28	1640.00	1640.00	100.50			
83	99.28	1660.00	1660.00	100.50			
84	99.28	1680.00	1680.00	100.50			
85	99.28	1700.00	1700.00	100.50			
86	99.28	1720.00	1720.00	100.50			
87	99.28	1740.00	1740.00	100.50			
88	99.28	1760.00	1760.00	100.50			
89	99.28	1780.00	1780.00	100.50			
90	99.28	1800.00	1800.00	100.50			
91	99.28	1820.00	1820.00	100.50			
92	99.28	1840.00	1840.00	100.50			

000057

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ
I P L A N C E

ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ / CORREGO DOS BODES / LAGO DA SALINA

CANAL DE ACESSO / 10000

PERFIL LONGITUDINAL

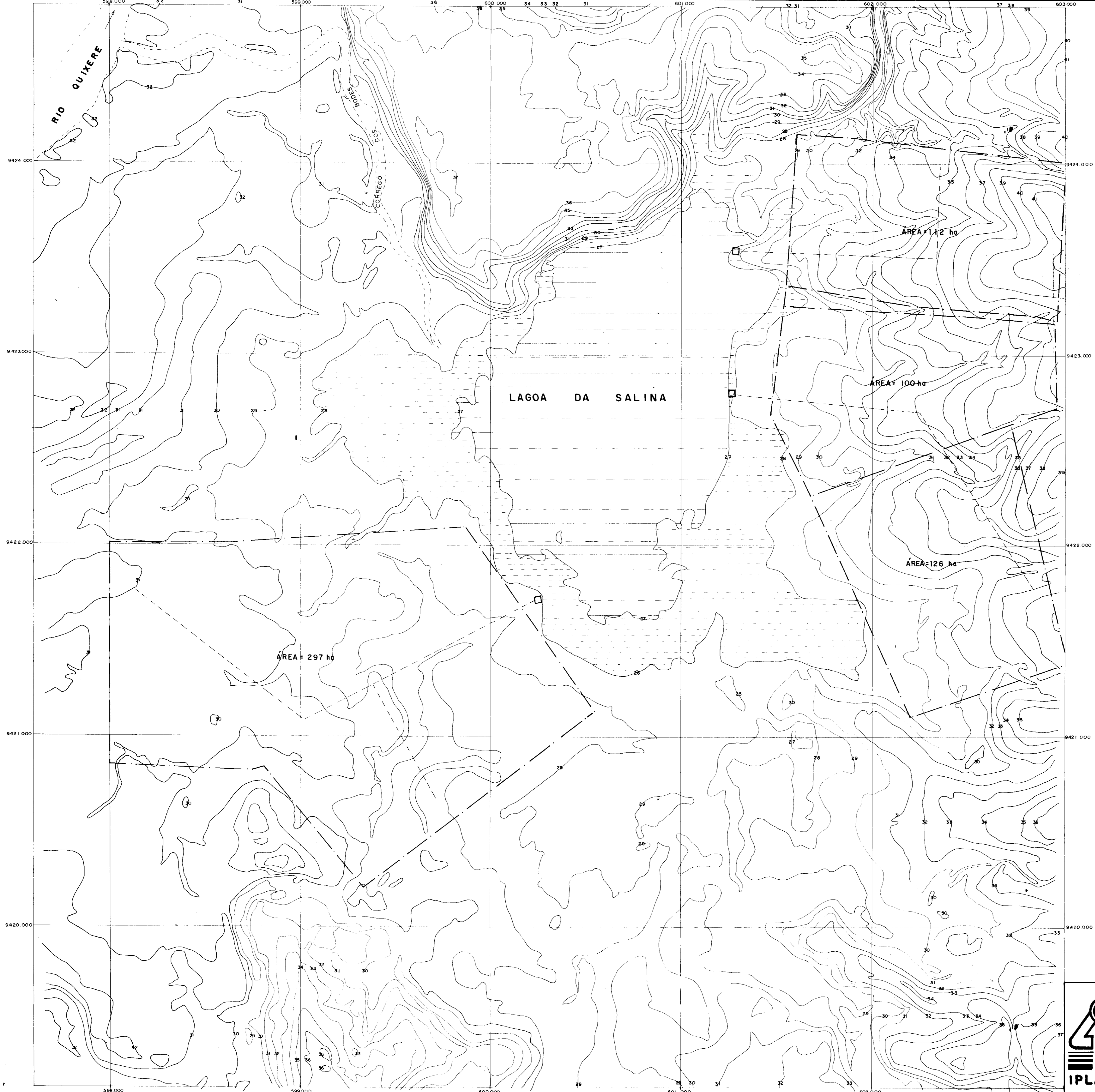
PIVOT - PROJETOS DE IRRIGAÇÃO CONSULTORIA E ACESSORIA LTDA.

ESCALA H=1:2000
V=1:100

DATA DEZEMBRO /94

DESENHO Nº 04/06

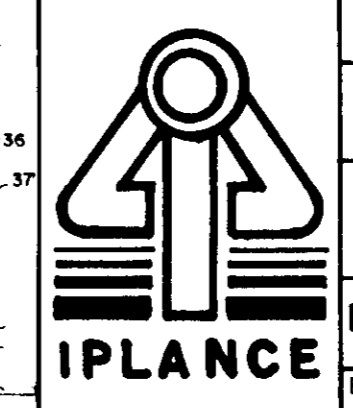
DESENHISTA



LEGENDA

- - - LIMITE DE ÁREA IRRIGÁVEL
- CAPTAÇÃO
- - - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

000059



FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ IPLANCE			
ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA D'ÁGUA DO SISTEMA QUIXERÉ / CORREGO DOS BODES / LAGOA DA SALINA			
L A Y - O U T G E R A L DESENHO ESQUEMÁTICO DAS ÁREAS IRRIGÁVEIS			
PIVOT - PROJETOS DE IRRIGAÇÃO CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA			
ESCALA 1 / 10.000	DATA DEZEMBRO / 94	DESENHO N° 06 / 06	DESENHISTA KAIO