

A decorative graphic consisting of several horizontal, wavy lines in shades of blue and light blue, resembling water or waves, positioned above the main title.

PERDAS POR EVAPORAÇÃO E INFILTRAÇÃO EM PEQUENOS AÇUDES

Série Hidrologia/25

RECIFE - 1989

MINISTÉRIO DO INTERIOR
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE

MINISTRO

João Alves Filho

SUPERINTENDENTE

Paulo Ganem Souto

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO GLOBAL

José Luiz Pérez Garrido

DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS NATURAIS

Marcelo José Gonçalves de Barros

GRUPO DE TRABALHO DE HIDROMETEOROLOGIA

Benedito José Zelaquett Seraphim

**SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO GLOBAL
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO DE
RECURSOS NATURAIS
GRUPO DE TRABALHO DE HIDROMETEOROLOGIA**

**PERDAS POR EVAPORAÇÃO E
INFILTRAÇÃO EM PEQUENOS AÇUDES**

François Molle

Técnico do Projeto TAPI (Cooperação Francesa)

Recife

1989

Série Brasil.SUDENE.Hidrologia, 25.

Publicação elaborada no âmbito do convênio SUDENE/ORSTOM (TAPI) - França. Proc nº DRN - 019/80.

Molle, François
Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes.
Recife, SUDENE/DPG/PRN/GT.HME, 1989.
175p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 25).

Referências bibliográficas

Convênio: SUDENE/ORSTOM

1. Evaporação - Açudes - Nordeste. 2. Infiltração - Açudes - Nordeste. I. Brasil. SUDENE. ed. II. Série. III. Título.

CDU: 551.573: 556.14:556.55 (812/814)

PARTICIPAÇÃO NOS TRABALHOS

No campo:

Roberto Dantas de Medeiros. Engenheiro Agrônomo (Convênio SUDENE/IICA)

Frederico Roberto Doherty. Engenheiro Civil (Convênio SUDENE/IICA)

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/PE)

No escritório:

Edilton Mendes das Mercês. Desenhista (SUDENE)

Joabel Vicente de Andrade. Técnico Agrícola (SUDENE)

Sebastião Adolfo de Oliveira Júnior. Engenheiro Agrônomo (Convênio SUDENE/IICA)

Alain Laraque. Pesquisador (ORSTOM)

Rosana Alves Soares. Digitação (Convênio SUDENE/IICA)

S U M Á R I O

Página

APRESENTAÇÃO

RESUMO 11

INTRODUÇÃO..... 13

PARTE I - AVALIAÇÃO DAS PERDAS POR EVAPORAÇÃO

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 15

1.1 - As variáveis influentes..... 15

1.2 - O balanço energético e o efeito "Oásis"..... 15

1.3 - Valores de referência..... 16

2 - A EVAPORAÇÃO DO TANQUE (EVT)..... 17

2.1 - O tanque classe A..... 17

2.2 - Dados utilizados..... 17

2.3 - Médias gerais..... 17

2.4 - Crítica dos dados..... 22

2.5 - Variação interanual..... 27

2.6 - Variação da evaporação com a pluviometria..... 35

3 - A EVAPOTRANSPIRAÇÃO (ETP)..... 45

4 - A EVAPORAÇÃO NA REPRESA (EVA)..... 50

4.1 - Diferenças com a evaporação do tanque..... 50

4.2 - Condições de estudo..... 51

4.3 - Variação mensal da evaporação nos açudes (EVA)..... 56

4.4 - Evaporação anual dos açudes..... 56

4.5 - Coeficiente de passagem açude/tanque..... 59

4.6 - Variação de K_a com a superfície do açude..... 61

4.7 - Variação mensal de K_a 67

PARTE II - AVALIAÇÃO DAS PERDAS POR INFILTRAÇÃO

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	71
1.1 - <u>Causas das infiltrações</u>	71
1.1.1 - Variação da infiltração com a profundidade.....	72
1.2 - <u>Avaliação da infiltração</u>	76
1.2.1 - O Método do balanço hídrico (Método nº 1).....	76
1.2.2 - O Método do balanço químico (Método nº 2).....	76
1.3 - <u>Comparação entre dois métodos</u>	77
1.3.1 - O caso do açude Moquém.....	77
1.3.2 - Os Açudes Marmeleiro Velho e Sacada.....	81
1.3.3 - Açudes de Maior Infiltração: Chico e Luzimar.....	86
1.3.4 - Outros casos.....	92
1.3.5 - Utilização da condutividade elétrica.....	94
1.3.6 - Conclusões.....	97
1.4 - <u>Relação entre volume infiltrado e profundidade</u>	97
1.5 - <u>Importância das perdas por infiltração</u>	105
1.5.1 - Metodologia da pesquisa.....	105
1.5.1.1 - Condições gerais.....	106
1.5.1.2 - Medição da estaca.....	106
1.5.1.3 - O questionário.....	106
1.5.1.4 - Dados evaporimétricos.....	107
1.5.1.5 - Resultados obtidos.....	107
1.5.2 - Análise dos Rebaixamentos Observados.....	108
1.5.2.1 - Condições gerais.....	108
1.5.2.2 - Distribuição de EVINF.....	108
1.5.2.3 - Distribuição de EVINF/EVT.....	108
1.5.2.4 - Distribuição da infiltração (INF) e da taxa de infiltração INF/EVINF.....	111
1.5.2.5 - Distribuição da infiltração volumétrica (VINF).....	114
1.5.2.6 - Distribuição do volume infiltrado homogeneizado.....	114
1.5.2.7 - Resumo.....	116
1.6 - <u>Análise do questionário</u>	117
1.6.1 - Idade e tipo de construção dos açudes.....	117
1.6.2 - Características observáveis.....	121
1.6.3 - Correlações entre as infiltrações e as variáveis observadas.....	121

1.7 - <u>Esboço de um método de avaliação das perdas</u>	126
1.7.1 - Avaliação mediante medição de campo.....	126
1.7.2 - Avaliação mediante observação rápida.....	128

PARTE III - RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

1 - EVAPORAÇÃO.....	131
2 - INFILTRAÇÃO.....	133
A N E X O S.....	137
A N E X O 1.....	139
A N E X O 2.....	159
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	173

APRESENTAÇÃO

A utilização dos recursos hídricos, armazenados em cerca de 70.000 açudes de pequeno porte no Nordeste Brasileiro, deverá se intensificar nos próximos anos por força da expansão dos Programas de Irrigação na Região.

Para o correto manejo desses reservatórios, é reconhecida como de fundamental importância a avaliação das perdas de água causadas pela forte evaporação e/ou infiltração.

Neste contexto, destaca-se este trabalho realizado por F. Molle, da Cooperação Francesa, em conjunto com as equipes da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE/Diretoria de Planejamento Global - DPG/Departamento de Planejamento de Recursos Naturais - PRN/Grupo de Trabalho de Hidrometeorologia - HME e do Institut Français de Recherche pour le Développement em Cooperation - ORSTOM (França).

O estudo, objeto desta publicação, representa por seu alcance, uma contribuição técnica, valiosa e original, ao aproveitamento desses suportes hídricos, na medida em que propicia:

- a consolidação de toda a informação disponível, mediante compilação inédita detalhada;
- a adaptação dos estudos técnicos existentes às condições específicas dos pequenos açudes do Nordeste semi-árido brasileiro;
- a implantação de sistemas adequados de medição, no campo, para permitir os ajustamentos necessários à consistência dos dados e resultados disponíveis;
- a apresentação desses elementos hidrológicos básicos sob a forma de normas e ábacos simples, diretamente utilizáveis para a implantação de projetos de irrigação, a partir de pequenos açudes.

JOSÉ LUIZ PÉREZ GARRIDO
Diretor de Planejamento Global

RESUMO

A avaliação das perdas por evaporação e infiltração dos pequenos açudes é de fundamental importância para uma utilização correta destes reservatórios.

Para realizar o presente relatório foram estudados, analisados e utilizados os dados dos trabalhos mais importantes existentes sobre o assunto, no intuito de reunir e integrar todas essas informações de forma mais detalhada e completa.

Na primeira parte, tendo por base o estudo de 11 postos evaporimétricos (Tanque Classe A) do Nordeste semi-árido, estudou-se a variabilidade interanual da evaporação e definiu-se valores com diversas probabilidades de ocorrência, a nível mensal, semestral e anual. Com a calibragem de coeficiente de passagem Tanque/ETP, critica-se os valores da ETP fornecidos por Margreaves. Segue, a partir da observação de seis açudes, um estudo detalhado da relação Tanque/Açude, de sua variabilidade com a superfície do espelho d'água e com a estação.

Na segunda parte, tentou-se encarar a questão complexa das perdas por infiltração. O primeiro problema que encontramos reside na própria determinação do fenômeno: evidenciá-lo e estimá-lo quantitativamente. Aprofundando mais a questão, devemos estudar a variação do fenômeno em função do nível d'água no açude. Enfim determina-se como varia o volume infiltrado em uma amostra ampliada de açudes, tentando-se além disso, destacar os principais fatores responsáveis por essas perdas.

INTRODUÇÃO

Alguns estudos hidrológicos já foram dedicados ao problema da evaporação nas represas, sendo estas, geralmente, de grande porte, por ser este fenômeno de grande importância no que diz respeito às perdas que ele acarreta. Esse desperdício torna-se ainda mais acentuado em períodos de seca.

De fato, sabe-se que as condições climáticas provocam taxas anuais de evaporação que alcançam três metros, o que repercute de maneira crucial sobre os açudes de pequeno porte, formadores da grande maioria das aguadas nordestinas.

A essas perdas, somam-se aquelas por infiltração, as quais costuma-se desprezar em açudes de grande porte, por ser a construção dessas represas melhor cuidada e porque o volume infiltrado é pequeno em relação ao volume armazenado, não chegando a ter sensível repercussão sobre o rebaixamento do nível de água.

Entretanto, observações realizadas em pequenos açudes mostraram que as infiltrações estão longe de serem desprezíveis e podem chegar, em termos quantitativos, a assemelhar-se à evaporação.

Para qualquer projeto de aproveitamento de pequenos açudes, é de fundamental importância saber avaliar essa dupla perda, de maneira a poder definir o volume potencial disponível.

Primeiramente, estudou-se o fenômeno da evaporação nas represas, suas variações, bem como suas relações com outros valores de referência. Em segundo lugar, procuraremos avaliar as perdas por infiltração, e melhor compreensão de suas causas, variações e importância.

Tentaremos apresentar alguns resultados obtidos a partir dos dados básicos seguintes:

- Dados da rede Hidrometeorológica da SUDENE.

- Acompanhamento de 15 açudes situados nas **Bacias Hidrográficas Representativas** estudadas pela SUDENE (Séries de até 15 anos de pluviometria, linimetria, evaporação tanque classe A).
- Monitoramento de 10 projetos pilotos do Programa de Desenvolvimento da Pequena Irrigação com base em Açudes (zonas de observações linimétricas e pluviométricas).
- Medição do rebaixamento natural de 150 açudes situados em quatro estados diferentes, num período de 3 a 4 semanas.
- Estudo da pequena Açudagem do Alto Pajeú (Convênio SUDENE/Cooperação Francesa/CISAGRO-PE).
- Acompanhamento da qualidade química de vários pequenos açudes (LARAQUE, 1989).

PARTE I - AVALIAÇÃO DAS PERDAS POR EVAPORAÇÃO

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 - As variáveis influentes

O fenômeno da evaporação é muito mais complexo do que se imagina e sua compreensão implica na medição de muitas variáveis, mediante a utilização de equipamentos sofisticados. Os fatores climáticos em jogo são numerosos, sempre interdependentes, e pode-se destacar em particular:

- a intensidade da radiação solar;
- a umidade e a temperatura do ar;
- o vento,

bem como fatores secundários como a pressão atmosférica, a salinidade da água, etc...

Em segundo lugar, a evaporação depende da natureza da superfície evaporante, principalmente da sua temperatura, do seu albedo e da sua rugosidade com relação à circulação do ar. No caso de uma superfície de água, o fator preponderante é a temperatura da camada superior.

1.2 - O balanço energético e o efeito "Oásis"

A energia necessária ao fenômeno da evaporação tem, basicamente, uma origem dupla:

- a radiação solar;
- a advecção, ou energia trazida pelo ar ambiente, que depende da sua umidade relativa e da sua renovação, ou seja, do vento.

Na realidade, o balanço energético é extremamente complexo, pois existem intercâmbios de calor entre o fundo do açude e a água, entre a camada de água e a superfície evaporante, entre essa superfície e a coluna de ar acima. Nesses intercâmbios, entram fenômenos de convecção, extremamente complexos no caso do ar, já que superpõe-se fluxos laterais devidos ao vento. Além desses intercâmbios, temos o fornecimento da energia necessária à evaporação e à emissão radiativa oriunda da massa d'água.

Em regiões costeiras, o componente advectivo é geralmente desprezível, sendo a umidade do ar próxima da saturação. Em regiões áridas, a importância da advecção no balanço energético pode, às vezes, superar a da energia radiativa: desta maneira, a evaporação passa a ser altamente dependente da natureza da área circunvizinha à área estudada.

O efeito oásis resulta da inclusão numa área seca (o deserto) de uma área (mais) úmida (oásis, área irrigada...) que passa a ser varrida por um ar mais seco e, conseqüentemente, tem a sua evaporação incrementada.

1.3 - Valores de referência

Face ao grande número de variáveis influenciando neste fenômeno e aos vários tipos de superfície evaporante, convém restringir-nos a dois valores de referência agro-meteorológicos clássicos que são: a evapotranspiração (evaporação do solo e transpiração da cultura) e a evaporação em tanques evaporimétricos padronizados (evaporação de uma superfície de água livre pré-definida).

Um estudo prévio dessas duas variáveis é de grande interesse para nosso estudo, por permitirem:

- obter informações sobre a variação espacial da evaporação, graças a uma extensa rede de observação.
- Obter informações sobre a variação interanual da evaporação, graças a séries de dados alcançando 25 anos.
- Avaliar uma dessas variáveis em função das outras, após evidenciar as suas diferenças e definir coeficientes de passagem.

2 - A EVAPORAÇÃO DO TANQUE (EVT)

2.1 - O tanque classe A

Existem vários tipos de tanques padronizados suscetíveis de medir a evaporação de uma superfície de água restrita. Entre eles, o tanque classe A é um tanque cilíndrico em ferro galvanizado, de superfície 1.50 m^2 e profundidade $25,5 \text{ cm}$ e deve ser colocado a 15 cm acima do solo.

Esse tanque apresenta a inconveniência de ser inteiramente exposto ao vento e, desse modo, ser mais sensível às variações de temperatura. Armazenando calor durante o dia, ele produz uma evaporação noturna. Uma medição obtida com esse tanque deve ser acompanhada da descrição da área circunvizinha que passa a ter grande influência.

O Tanque Colorado é um tanque enterrado, menos sujeito a intercâmbios energéticos, mas de manejo e manutenção mais delicados.

Na prática, encontra-se com maior frequência o Tanque classe A o qual, no caso particular do Nordeste, está sendo utilizado nas estações climatológicas.

2.2 - Dados utilizados

A Tabela 1 resume as características das séries evaporimétricas e dos postos estudados, sendo estes distribuídos em várias regiões do Sertão Semi-árido, como mostrado na Figura 1.

2.3 - Médias gerais

As Figuras 2, 3 e 4 mostram a variação de EVT no decorrer do ano, para os 11 postos em apreço e evidenciam uma variação sinusoidal que corresponde ao período chuvoso (parte baixa) e ao período seco (parte alta).

A amplitude anual, ou seja a diferença entre o mês de evaporação máxima e o de mínima, tem média de 136 mm ou seja, aproximadamente, a metade da evaporação mensal média.

Observa-se que a média anual para os 11 postos está próxima de três metros (2998 mm), variando entre 2695 mm e 3341 mm , sendo criticável este último valor relativo a Patos já que está baseado em apenas oito anos, abrangendo a última seca de 1979/1983.

TABELA 1

Características dos postos estudados

POSTO	SÉRIE DE DADOS	AMPLITUDE ANUAL (mm)	TOTAL MÉDIA (mm)		TOTAL MENSAL MÉDIO (mm)	
			ANO	JUN/DEZ	ANO	JUN/DEZ
PATOS (PB)	73/83	169	3341	2127	278	300
SUMÉ (PB)	73/88	133	2789	1703	241	246
PETROLINA (PE)	74/88	134	3132	2224	263	284
OURICURI (PE)	75/86	151	2760	1822	233	265
IRECÊ (BA)	71/88	117	2846	1791	238	258
BARBALHA (CE)	67/88	114	2695	1776	225	254
TAUÁ (CE)	78/88	118	3137	1978	262	284
CRUZETA (RN)	72/88	161	3303	2093	275	298
SOUZA (PB)	69/93	153	2945	1927	245	274
CAICÓ (RN)	64/88	122	3154	2001	240	262
FLORÂNIA (RN)	64/83	127	2879	1831	240	262
MÉDIAS		136	2998	1934	249	272
COEF; VARIAÇÃO		0.13	0.07	0.08	0.07	0.06

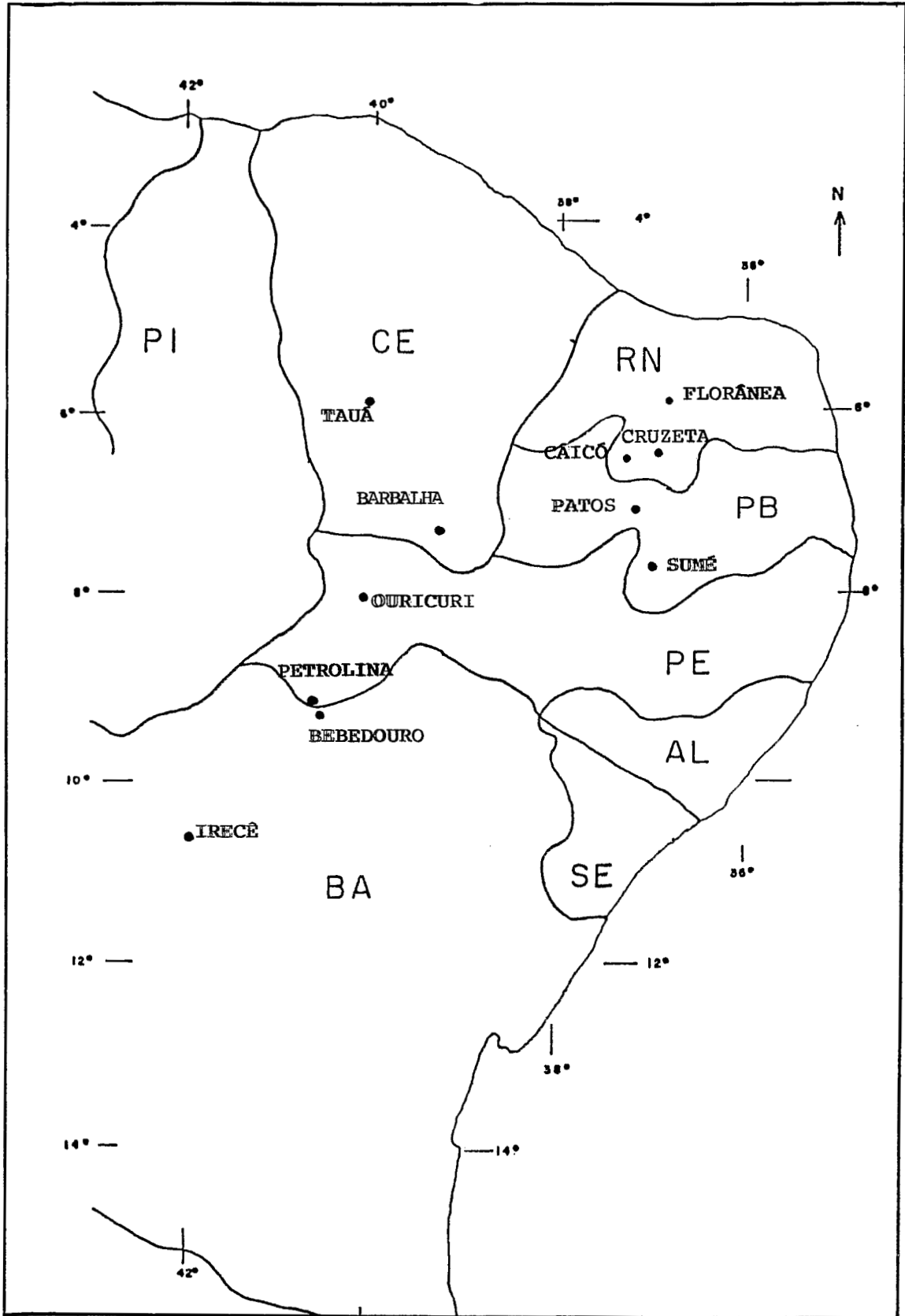


Figura 1 - Localização dos postos utilizados

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A PARA QUATRO ESTAÇÕES METEORÓLOGICAS (1)

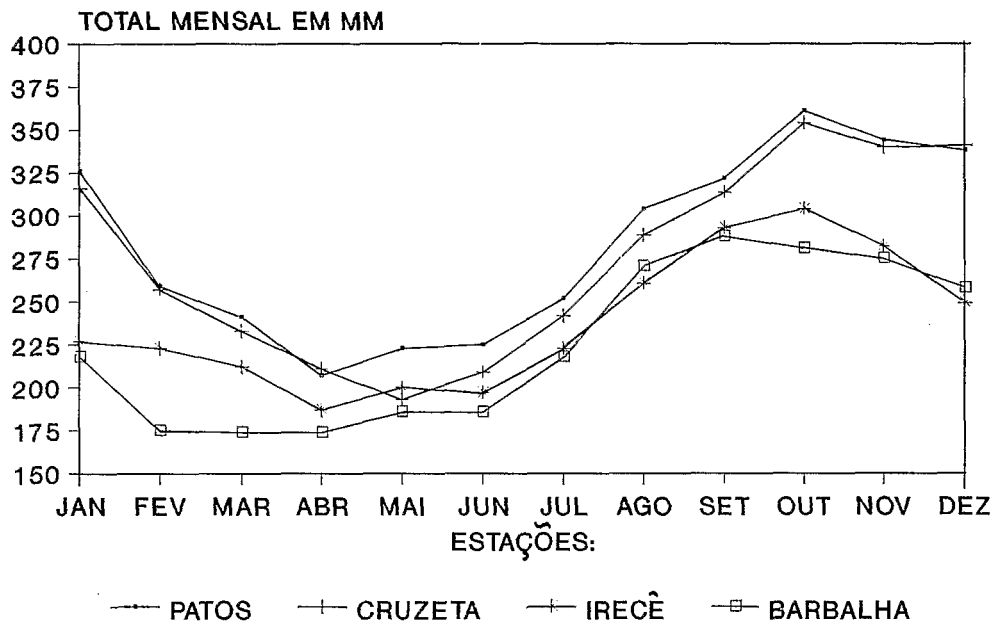


Figura 2 - Variação da Evaporação Tanque Classe A
Para Quatro Estações Meteorológicas (1)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A PARA QUATRO ESTAÇÕES METEORÓLOGICAS (2)

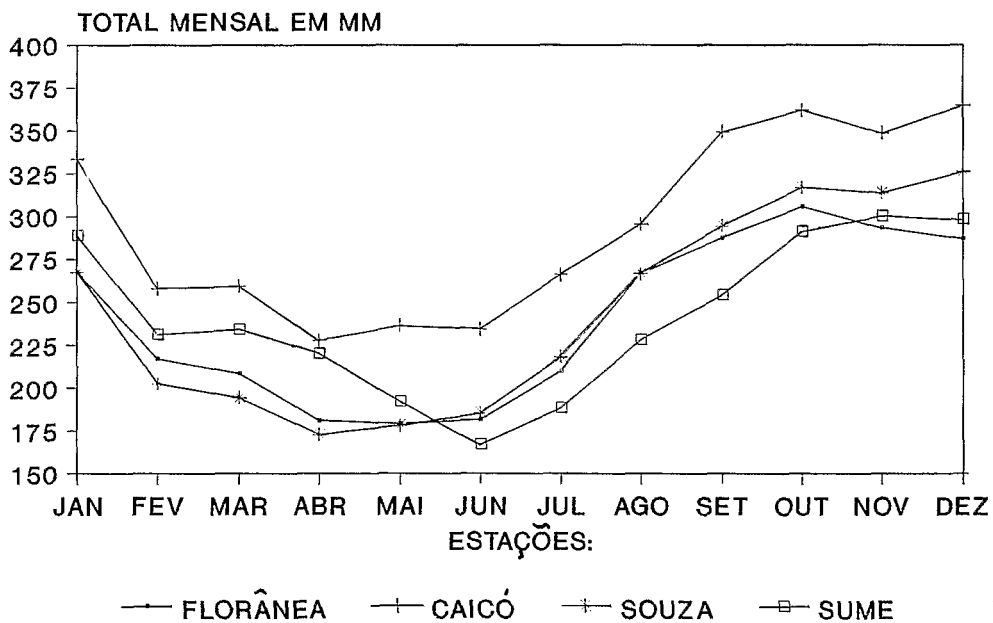


Figura 3 - Variação da Evaporação Tanque Classe A
Para Quatro Estações Meteorológicas (2)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A PARA TRÊS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS (3)

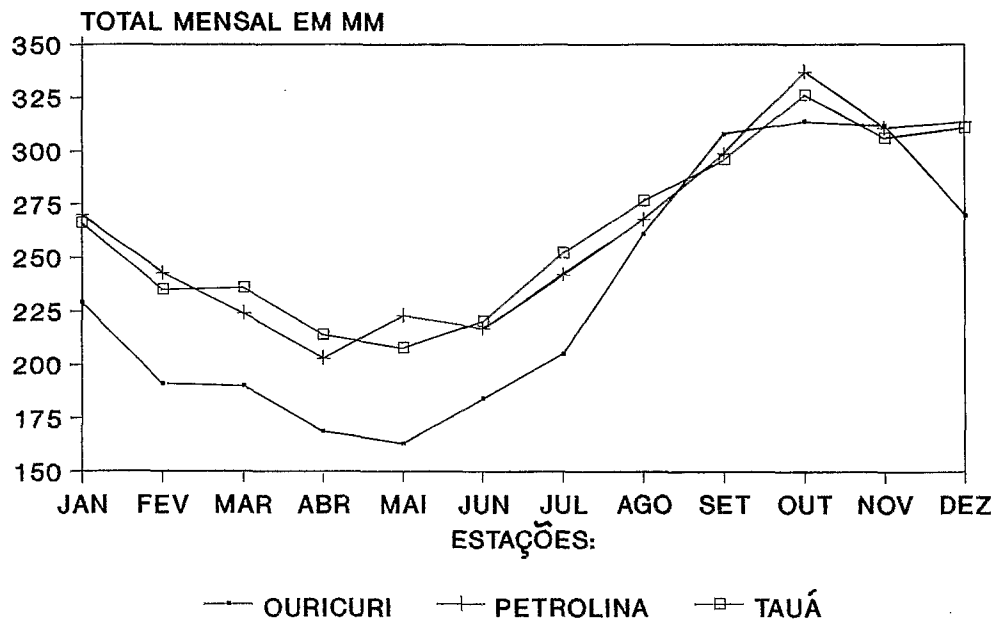


Figura 4 - Variação da Evaporação Tanque Classe A Para Três Estações Meteorológicas (3)

Para avaliar a incidência deste fato, calculou-se, para os dois postos de séries mais longas (Cruzeta, Florânea), as relações (Evaporação anual média na seca/Evaporação anual média para a série total) e (Evaporação média na seca/Evaporação média da série total menos a seca); encontrou-se relações respectivas de 1.10 e 1.14. Entretanto, um cálculo semelhante sobre o período 75/83, série do posto de Patos, apontou para uma diferença de apenas 2%; os dados reais foram corrigidos em função deste valor.

Quanto à média mais baixa obtida, a de Barbalha, ela corresponde a um microclima úmido já que o posto pluviométrico correspondente tem uma média anual de 1100 mm.

No entanto, o resultado obtido está longe de condizer com o mapa de evaporação anual publicado pela SUDENE (Rebouças e Marinho, 1972), restituído na Figura 5. Para elaboração deste mapa foi utilizada a fórmula empírica de Mayer, baseada unicamente em dados de umidade do ar e velocidade do vento.

Para o período junho/dezembro, obteve-se um total médio de 1934 mm ou seja, 65% do total anual: quase dois terços das evaporações ocorrem no período seco. Reciprocamente, obtém-se a evaporação anual mediante um coeficiente de 1.54 aplicado à evaporação junho/dezembro.

2.4 - Crítica dos dados

A medição do rebaixamento do tanque Classe A acarreta erros devidos a perturbações externas (animais bebendo, etc...) e às precipitações; estas precipitações são medidas e acrescentadas ao rebaixamento observado. Entretanto, perdas por respingo e perdas devidas a turbulências do vento podem implicar em variações de até 30% entre a pluviometria medida no pluviômetro e a pluviometria ao nível do solo. A anotação dos dados (chuvas registradas com 1 ou 2 dias de atraso), bem como a análise e a digitação podem levar a erros suplementares. Influem também a cor do tanque (muitas vezes é pintado para evitar enferrujamento) e até o material (zinco, cobre, ferro), quando se leva em conta a dilatação do tanque, o que, em casos de grande amplitude térmica, não é irrelevante.

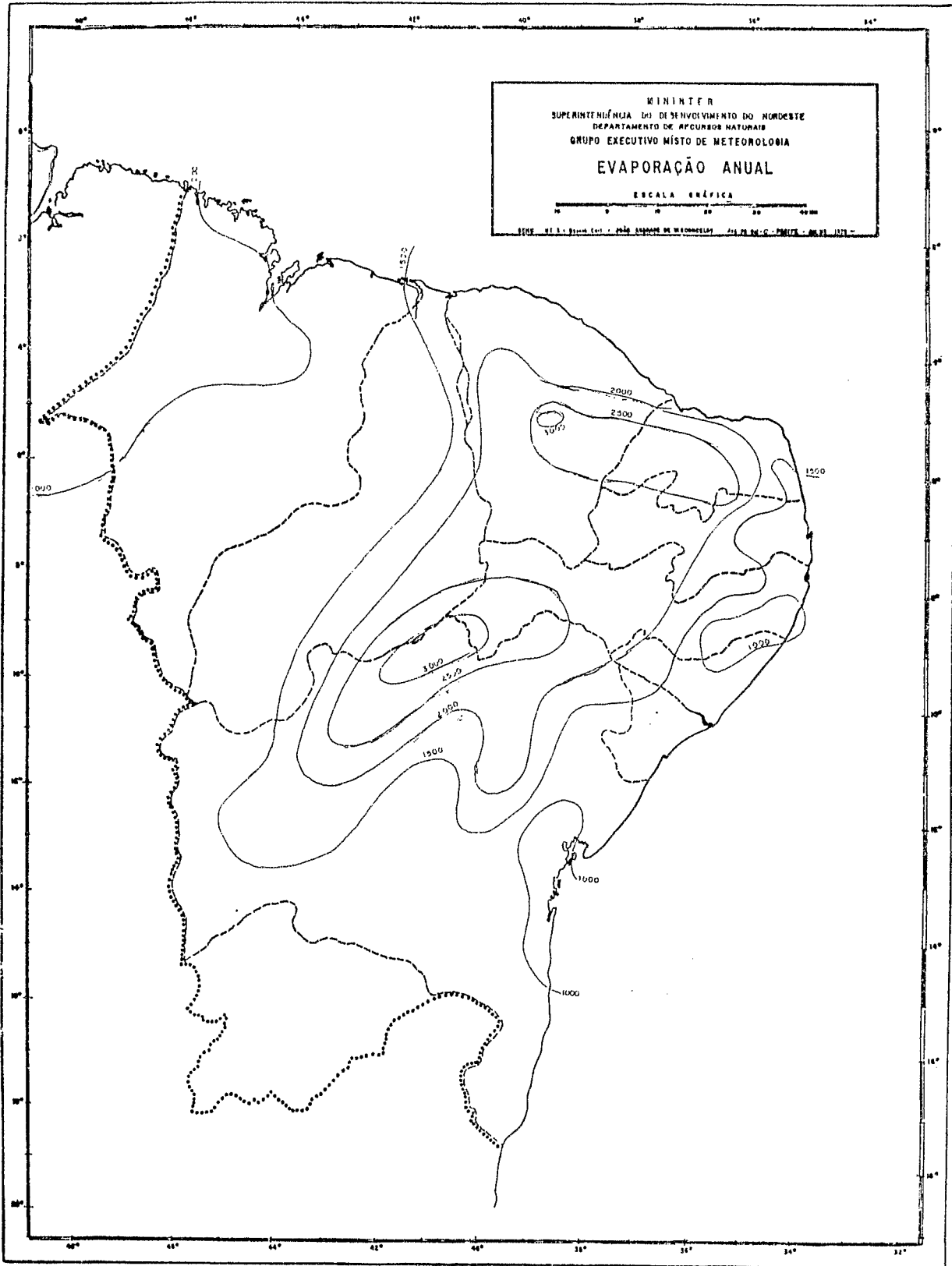


Figura 5 - Evaporação Anual

Para detectar os erros mais gritantes, resultantes da combinação dos fatores aludidos, utilizou-se os dados de evaporação do tubo PICHE, sendo este valor muito menos sujeito aos erros inerentes ao Tanque. Colocando-se os valores mensais do tanque e do PICHE num mesmo gráfico, obtém-se uma nuvem bastante dispersa da qual destacam-se alguns pontos suscetíveis de corresponder a valores errados. Ao se conferir os valores de EVT e do PICHE correspondentes, ficou evidenciada assim, em 60% dos casos, a existência de erros efetivos. As Figuras 6 e 7 mostram o resultado obtido para o Posto de Bebedouro (encontrar-se-á em anexo os gráficos correspondentes aos Postos de Ouricuri, Irecê e Florânea).

Embora mais subjetivamente, a qualidade geral das observações transparece, também, nos cuidados dedicados às anotações e na ausência de valores extremos que acarretam desvios padrão importantes no conjunto de valores relativos a um mesmo mês.

No caso das chuvas terem ocasionado transbordamentos do tanque, ou subida do nível de água incompatível com a altura pluviométrica registrada, considerou-se arbitrariamente uma evaporação diária igual a 60% da média mensal; isso foi feito para os valores recalculados ou atualizados com relação aos valores fornecidos pelo banco de dados.

No caso de Tauá (CE), dispõe-se de medições efetuadas em dois tanques diferentes, sendo um da rede geral (EVPg) e outro pertencente ao Programa de Bacias Representativas (EVPb). O gráfico da Figura 8 mostra a relação gráfica entre os dois, com regressão linear calculada, dada por:

$$EVPg = 0.74 \text{ EVPb} + 71.7 \quad (1) \quad (\text{Valores mensais em mm})$$

NOTA: a diferença entre os dois tanques pode ser explicada pela distância entre eles (40 Km) e situações diferentes induzindo variações na influência do vento e da chuva.

O gráfico permite detectar, de imediato, os valores que se encontram fora do alinhamento médio e passíveis de serem associados a erros de medição. De fato, verificou-se que os 6 pontos destacados correspondiam a rebaixamentos não naturais e a chuvas descontroladas. A fim de homogeneizar os dados, substituiu-se estes valores pelas suas projeções na reta média de regressão.

RELAÇÃO PICHE / TANQUE CLASSE A BEBEDOURO (PE)

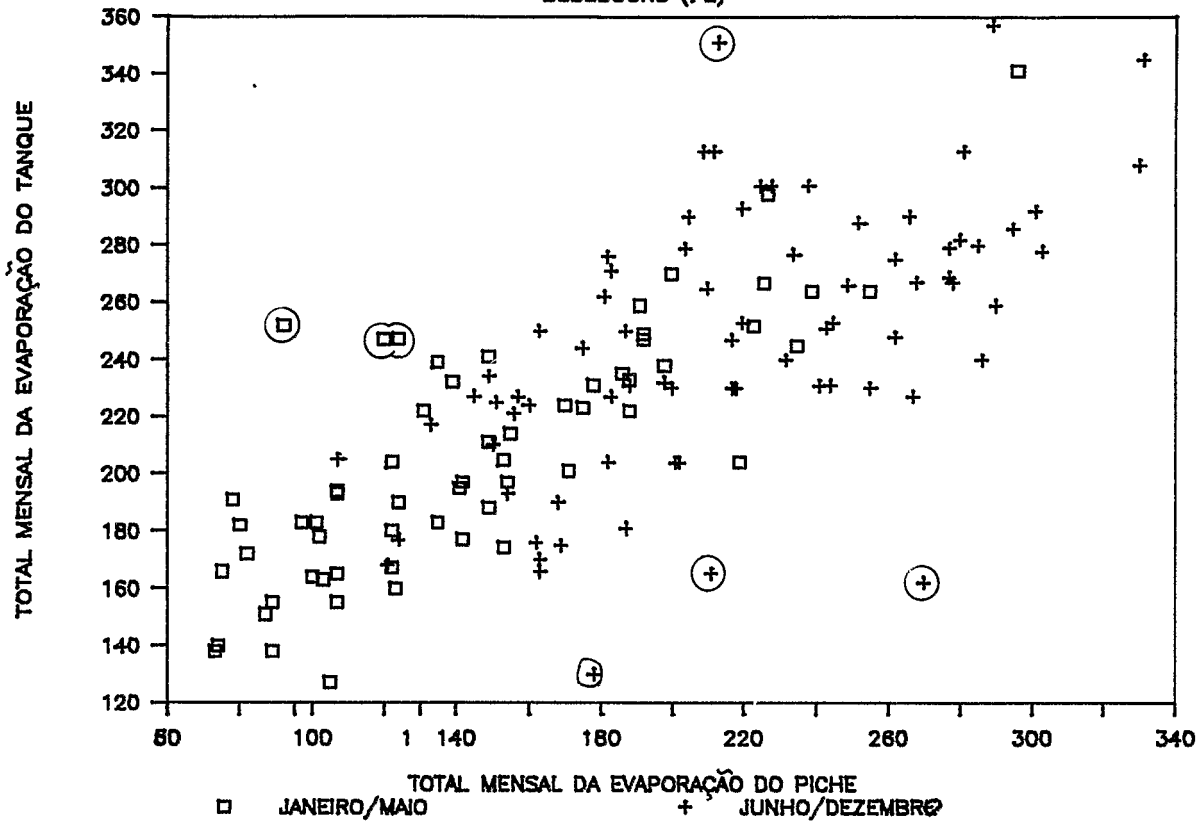


Figura 6 - Relação Piche / Tanque Classe A

CORREÇÃO DA EVAPORAÇÃO DO TANQUE BEBEDOURO (PE)

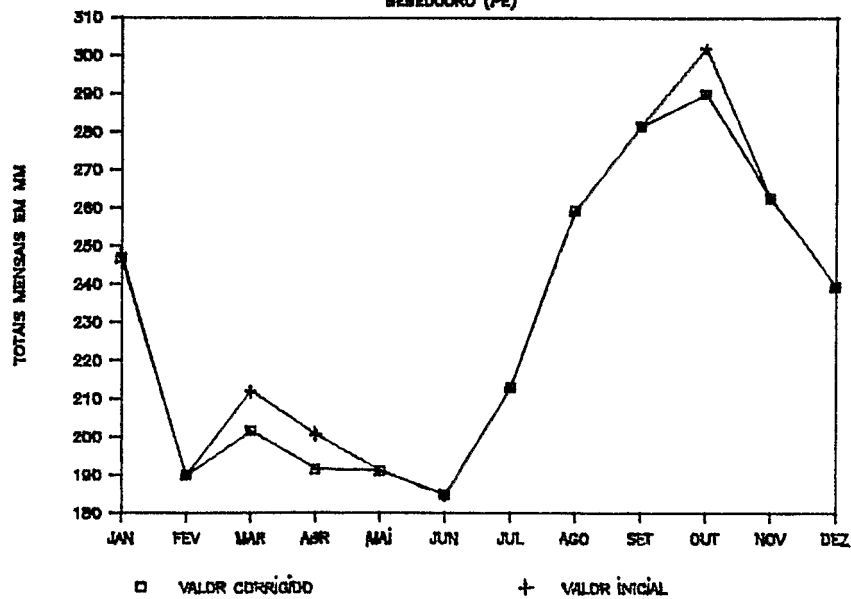


Figura 7 - Correção da Evaporação do Tanque

COMPARAÇÃO DE DOIS TANQUES CLASSE A A TAUA (CEARÁ)

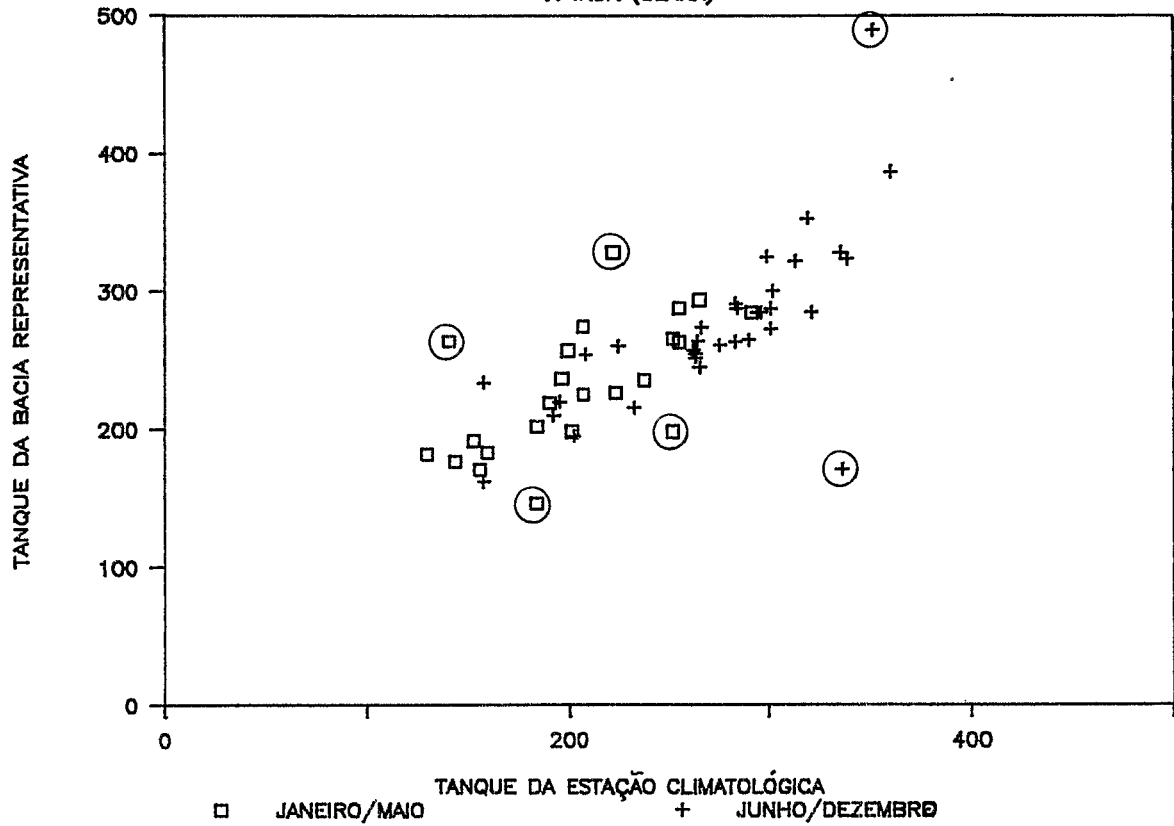


Figura 8 - Comparação de Dois Tanques Classe A

No que diz respeito ao Posto de Caicó, de média anual muito elevada (3535 mm), diminuiu-se esse valor de 10%, na base da razão obtida após comparação com 40 meses de observações de boa qualidade, oriundas do programa CASI. (Ver Gráfico em anexo)

A comparação entre os postos de Petrolina e de Bebedouro (ver gráfico em anexo), permitiu também detectar pontos errados e apontou para uma diferença de 10% entre os dois postos. Essa diferença foi atribuída à influência do perímetro irrigado sobre o tanque de Bebedouro e, conseqüentemente, selecionou-se o posto de Petrolina para figurar na Tabela 1.

Semelhante comparação poderia ser feita em Souza, na base dos dados do perímetro irrigado de São Gonçalo.

Durante alguns meses, foram observados manejos fora das normas que desrespeitam a faixa em que deve ser mantida o nível d'água (entre 5 e 7.5 cm da borda do tanque), em particular no posto de Caicó. Sabe-se que a evaporação observada pode aumentar de até 15% (Charoy 1978), quando se deixa um nível próximo de 0, fato que pode explicar, em parte, a obtenção de valores um pouco mais altos.

2.5 - Variação interanual

A evaporação é considerada como um fator climatológico relativamente estável, apresentando variações interanuais fracas, sobretudo com relação a fatores como a pluviometria ou as lâminas escoadas.

Para quantificar essas variações, selecionou-se os 8 postos de melhor qualidade e de séries mais longas (CRUZETA, BARBALHA, SUMÉ, IRECÊ, TAUÁ, SOUZA, FLORÂNEA, CAICÓ).

Para cada posto, os totais mensais e anuais, bem como os referentes ao período seco junho/dezembro, foram classificados do maior para o menor, conforme indica a Tabela 2 para o posto de Barbalha (os dados completos dos outros postos encontram-se em anexo). Das séries obtidas, deduziu-se a mediana (ou valor com probabilidade 0.5 de ser ultrapassada), os valores de probabilidade de ocorrência 1/4 e 3/4 e os valores extremos. As Figuras 9, 10, 11, 12, 13, e 14 mostram, graficamente os resultados obtidos, os quais encontram-se discriminados na Tabela 3. As médias, sobre os 12 meses, das relações estatísticas mais significativas estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 2

Dados Evaporimétricos (Tanque Classe A) Barbalha(CE)

ANO	(Valores em mm)												TOTAL	TOTAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL	JUN/DEZ
1967					170	206			268				246	
1968	191				160	192	211			277	259	239		
1969	234	177	172	178	193	175	217	299	290	305	305	252	2796	1842
1970	215	215	193	191	211	207	269	299	305	290	253	293	2941	1915
1971	230	167	170	149	188	172	212	276	286	258	254	261	2622	1719
1972	240	156	175	172	184	169	224	236	298	298	289	250	2690	1764
1973	202	176	176	154	168	151	178		270	269	283	255		
1974	205	149	150	149	178	180	206	272	298	285	248	258	2577	1746
1975	243	144	155	168	166	175	192	259	288	276	296	249	2611	1735
1976	245	176	186	178	196	222	265	293	263	193	202	231	2652	1670
1977	197	168	163	164	185	167	199	258	286	181				
1979		160	204	185	175	210	229	262	273	307	248	238	2490	1767
1980	212	147	205	233	232	209	264	300	293	305	222	212	2835	1805
1981	201	207	173	188	229	223	262	288	317	337	324	288	3038	2039
1982	202	193	187	184										
1983								287	309	336	331	332		
1984	242	221	172	157	178	188	218				305	305		
1985	196	161	169	150	167	157	188	228	269	293	278	184	2439	1596
1986	211	173	165	168	179	188	199	238	285	258	262	251	2577	1681
1987	226	192	151	175	210	174	181	275	277	296	304	304	2765	1811
1988	230	186	163	193	169	178	212	274	306	285				

VALORES CLASSIFICADOS

191	144	150	149	160	151	178	228	263	181	202	184	2439	1596
196	147	151	149	166	157	181	236	268	193	222	212	2490	1670
197	149	155	150	167	167	188	238	269	258	248	231	2577	1681
201	156	163	154	168	169	192	258	270	258	248	238	2577	1719
202	160	163	157	169	172	199	259	273	269	253	239	2611	1735
202	161	165	164	170	174	199	262	277	276	254	246	2622	1746
205	167	169	168	175	175	206	272	285	277	259	249	2652	1764
211	168	170	168	178	175	211	274	286	285	262	250	2690	1767
212	173	172	172	178	178	212	275	286	285	278	251	2765	1805
215	176	172	175	179	180	212	276	288	290	283	252	2796	1811
226	176	173	178	184	188	217	287	290	293	289	255	2835	1842
230	177	175	178	185	188	218	288	293	296	296	258	2941	1915
230	186	176	184	188	192	224	293	298	298	304	261	3038	2039
234	192	186	185	193	206	229	299	298	305	305	288		
240	193	187	188	196	207	262	299	305	305	305	293		
242	207	193	191	210	209	264	300	306	307	324	304		
243	215	204	193	211	210	265		309	336	331	305		
245	221	205	233	229	222	269		317	337		332		
				232	223.								

MEDIAS

MEDIA	218	176	174	174	186	186	218	271	288	281	274	258	2695	1776	
MEDIANA	214	175	172	173	179	180	212	275	287	287	278	252	2652	1764	223
PROBA.1/4	233	192	184	185	195	204	228	289	298	303	304	281	2796	1811	241
PROBA.3/4	202	160	164	159	170	173	199	259	274	271	254	241	2577	1719	210
MEDIA/PRO.1/4	0.94	0.92	0.95	0.94	0.96	0.91	0.96	0.94	0.97	0.93	0.90	0.92	0.96	0.98	0.94
MEDIA/PRO.3/4	1.08	1.10	1.06	1.10	1.10	1.08	1.10	1.05	1.05	1.04	1.08	1.07	1.05	1.03	1.07
VALOR MINIMA	191	144	150	149	160	151	178	228	263	181	202	184	2439	1596	182
VALOR MAXIMA	244	221	205	232	232	223	269	299	317	337	331	332	3038	2039	270

TABELA 3

Análise frequencial da evaporação
do tanque classe A de 8 estações

(continua)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO	JUN/ DEZ	MEDIA 12 MESES	SOMA/ 12 MESES	SOMA/ JUN/ DEZ
CRUZETA (72/88)																	
Media	316	257	233	211	193	209	242	289	314	354	340	341	3303	2093	275	3299	2088
Desvio	36	41	42	48	48	40	40	33	26	32	20	38	331	179	37	-	-
Mediana	313	254	232	198	174	204	242	287	311	356	337	336	3300	2041	270	3243	2073
Proba.1/4	344	277	247	254	221	223	264	306	328	380	356	368	3517	2228	297	3565	2223
Proba.3/4	284	241	206	184	160	194	230	276	300	337	325	320	3015	1974	255	3056	1982
Media/Pro.1/4	0.92	0.93	0.94	0.83	0.88	0.94	0.92	0.94	0.96	0.93	0.95	0.93	0.94	0.94	0.92	-	-
Media/Pro.3/4	1.11	1.07	1.13	1.15	1.21	1.07	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.07	1.10	1.06	1.09	-	-
Valor maxima	384	363	322	298	285	304	333	357	373	423	375	402	3931	2461	352	-	-
Valor minima	252	190	151	140	137	149	171	234	271	284	304	265	2810	1856	212	-	-
Media/Mediana	1.01	1.01	1.00	1.07	1.11	1.02	1.00	1.01	1.01	0.99	1.01	1.02	1.00	1.03	1.02	-	-
Maxima/Mediana	1.23	1.43	1.39	1.51	1.64	1.49	1.38	1.24	1.20	1.19	1.11	1.02	1.19	1.21	1.33	-	-
Minima/Mediana	0.81	0.75	0.65	0.71	0.79	0.73	0.71	0.82	0.87	0.80	0.90	0.79	0.85	0.91	0.78	-	-
BARBALHA (67/88)																	
Media	218	176	174	174	186	186	218	271	288	281	274	258	2695	1776	225	2705	1777
Desvio	18	22	16	20	20	21	28	22	15	39	34	34	167	109	24	-	-
Mediana	214	175	172	173	179	180	212	275	287	287	278	252	2652	1764	223	2681	1769
Proba.1/4	233	192	184	185	195	204	228	289	298	303	304	281	2796	1811	241	2895	1907
Proba.3/4	202	160	164	159	170	173	199	259	274	271	254	241	2577	1719	210	2525	1671
Media/Pro.1/4	0.94	0.92	0.95	0.94	0.96	0.91	0.96	0.94	0.97	0.93	0.90	0.92	0.96	0.98	0.94	-	-
Media/Pro.3/4	1.08	1.10	1.06	1.10	1.10	1.08	1.10	1.05	1.05	1.04	1.08	1.07	1.05	1.03	1.07	-	-
Valor maxima	191	144	150	149	160	151	178	228	263	181	202	184	2439	1596	182	-	-
Valor minima	244	221	205	232	232	223	269	299	317	337	331	332	3038	2039	270	-	-
Media/Mediana	1.02	1.01	1.01	1.01	1.04	1.04	1.03	0.99	1.00	0.98	0.99	1.03	1.02	1.01	1.01	-	-
Maxima/Mediana	1.14	1.27	1.19	1.34	1.30	1.24	1.27	1.09	1.11	1.17	1.19	1.32	1.15	1.16	1.02	-	-
Minima/Mediana	0.89	0.83	0.87	0.86	0.90	0.84	0.84	0.83	0.92	0.63	0.73	0.73	0.92	0.91	0.82	-	-
SUME (73/88)																	
Media	289	231	234	220	192	167	188	228	254	291	300	298	2789	1703	241	2894	1728
Desvio	31	42	51	41	45	40	37	42	37	29	29	29	452	192	38	-	-
Mediana	296	233	230	234	205	157	183	226	248	297	304	298	2879	1616	243	2911	1713
Proba.1/4	311	253	264	248	226	194	213	252	284	311	321	320	2971	1807	266	3198	1896
Proba.3/4	258	191	203	200	146	140	155	202	232	265	280	272	2630	1574	212	2544	1545
Media/Pro.1/4	0.93	0.91	0.89	0.89	0.85	0.86	0.88	0.91	0.90	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.90	-	-
Media/Pro.3/4	1.12	1.21	1.15	1.10	1.31	1.19	1.22	1.13	1.10	1.10	1.07	1.10	1.06	1.08	1.15	-	-
Valor maxima	347	314	338	271	274	237	255	297	318	338	369	357	3382	2088	310	-	-
Valor minima	249	171	148	138	126	118	140	159.6	200.4	244	254	239	1582	1450	182	-	-
Media/Mediana	0.98	0.99	1.02	0.94	0.94	1.07	1.03	1.01	1.02	0.98	0.99	1.00	0.97	1.05	1.00	-	-
Maxima/Mediana	1.17	1.34	1.47	1.16	1.34	1.52	1.40	1.31	1.28	1.14	1.21	1.20	1.17	1.29	1.29	-	-
Minima/Mediana	0.84	0.73	0.64	0.59	0.61	0.75	0.77	0.71	0.81	0.82	0.84	0.80	0.55	0.90	0.74	-	-
IRECE (71/88)																	
Media	227	223	212	187	200	197	223	261	293	304	282	249	2846	1791	238	2859	1809
Desvio	45	65	31	31	42	35	26	37	24	45	55	55	356	210	41	-	-
Mediana	236	202	209	180	195	193	218	253	288	307	281	239	2838	1751	233	2798	1778
Proba.1/4	259	276	227	206	215	209	237	279	310	351	286	259	3038	1898	259	3112	1930
Proba.3/4	192	182	198	162	177	174	206	236	281	272	245	223	2602	1663	212	2546	1637
Media/Pro.1/4	0.88	0.81	0.94	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.87	0.99	0.96	0.94	0.94	0.92	-	-
Media/Pro.3/4	1.18	1.23	1.07	1.16	1.13	1.13	1.08	1.10	1.04	1.12	1.15	1.12	1.09	1.08	1.13	-	-
Valor maxima	294	351	278	256	312	305	289	354	344	362	387	351	3538	2195	324	-	-
Valor minima	133	119	151	145	134	141	176	212	242	230	210	137	2301	1512	169	-	-
Media/Mediana	0.96	1.11	1.02	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	0.99	1.01	1.04	1.00	1.02	1.02	-	-
Maxima/Mediana	1.25	1.74	1.33	1.43	1.60	1.58	1.33	1.40	1.19	1.18	1.38	1.47	1.25	1.25	1.41	-	-
Minima/Mediana	0.56	0.59	0.72	0.81	0.69	0.73	0.81	0.84	0.84	0.75	0.75	0.57	0.81	0.86	0.72	-	-

TABELA 3

Analise frequencial da evaporação
do tanque classe A de 8 estações

(Continuação)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO	JUN/ DEZ	MEDIA 12 MESES	SOMA/ 12 MESES	SOMA/ JUN/ DEZ
TAUA (78/88)																	
Media	266	235	236	214	208	220	252	277	296	326	306	311	3137	1978	262	3147	1988
Desvio	36	39	38	35	34	27	33	26	33	33	44	37	251	188	35	-	-
Mediana	264	228	226	219	211	216	259	264	291	332	298	3154	2052	261	3133	1984	-
Proba.1/4	288	272	257	237	236	237	285	301	320	353	353	328	3288	2127	289	3466	2177
Proba.3/4	249	205	214	189	177	210	220	260	285	293	265	292	2985	1802	238	2859	1825
Media/Pro.1/4	0.93	0.86	0.92	0.9	0.88	0.93	0.88	0.92	0.92	0.92	0.87	0.95	0.95	0.93	0.91	-	-
Media/Pro.3/4	1.07	1.14	1.1	1.13	1.18	1.05	1.15	1.06	1.04	1.11	1.16	1.06	1.05	1.1	1.1	-	-
Valor maxima	329	294	301	274	258	255	291	322	352	372	360	378	3562	2204	316	-	-
Valor minima	198	182	183	154	155	162	195	245	228	274	252	250	2775	1703	206	-	-
Media/Mediana	1.01	1.03	1.04	0.98	0.99	1.02	0.97	1.05	1.02	0.98	1.03	0.96	0.99	0.96	1.01	-	-
Maxima/Mediana	1.25	1.29	1.33	1.25	1.22	1.18	1.13	1.22	1.21	1.12	1.21	1.17	1.13	1.07	1.21	-	-
Minima/Mediana	0.75	0.80	0.81	0.70	0.74	0.75	0.75	0.93	0.78	0.82	0.84	0.77	0.88	0.83	0.79	-	-
FLORANEA (69/88)																	
Media	267	217	208	181	179	181	210	267	287	306	293	287	2931	2093	240	2884	1832
Desvio	33	33	30	36	33	33	40	32	20	31	21	33	267	179	31	-	-
Mediana	267	209	205	173	172	174	205	259	283	306	294	294	2838	2041	237	2840	1814
Proba.1/4	289	243	233	200	198	191	232	288	299	321	306	299	3074	2228	258	3097	1935
Proba.3/4	254	193	193	158	157	162	177	247	273	286	277	274	2715	1947	221	2649	1694
Media/Pro.1/4	0.93	0.89	0.89	0.90	0.91	0.95	0.90	0.93	0.96	0.95	0.96	0.96	0.95	0.94	0.93	-	-
Media/Pro.3/4	1.05	1.12	1.08	1.15	1.15	1.12	1.19	1.08	1.05	1.07	1.06	1.05	1.08	1.07	1.10	-	-
Valor maxima	355	277	277	267	249	263	298	352	342	423	375	402	3931	2461	323	-	-
Valor minima	209	160	138	120	135	133	153	219	266	236	257	220	2388	1856	187	-	-
Media/Mediana	1.00	1.04	1.02	1.05	1.04	1.05	1.03	1.03	1.02	1.00	1.00	0.98	1.03	1.03	1.02	-	-
Maxima/Mediana	1.33	1.33	1.35	1.54	1.45	1.52	1.46	1.36	1.21	1.38	1.28	1.37	1.39	1.21	1.38	-	-
Minima/Mediana	0.78	0.77	0.67	0.69	0.78	0.77	0.75	0.85	0.94	0.77	0.87	0.75	0.84	0.91	0.78	-	-
SOUZA																	
Media	268	203	194	173	178	185	218	267	294	317	314	326	2945	1927	245	2936	1921
Desvio	57	36	26	27	31	34	55	37	38	49	51	60	308	224	42	-	-
Mediana	264	201	191	170	175	178	207	257	290	320	322	336	2880	1909	243	2910	1910
Proba.1/4	314	225	219	195	194	218	259	282	306	360	361	372	3014	2026	275	3304	2158
Proba.3/4	228	187	180	160	161	159	180	247	271	268	265	288	2813	1816	216	2591	1677
Media/Pro.1/4	0.85	0.90	0.89	0.89	0.92	0.85	0.84	0.95	0.96	0.88	0.87	0.88	0.98	0.95	0.89	-	-
Media/Pro.3/4	1.18	1.08	1.08	1.08	1.11	1.17	1.21	1.08	1.09	1.18	1.18	1.13	1.05	1.06	1.13	-	-
Valor maxima	375	285	234	215	239	243	341	382	408	404	393	402	3931	2461	327	-	-
Valor minima	171	117	140	116	128	132	117	211	243	249	219	200	2388	1856	170	-	-
Media/Mediana	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.04	1.05	1.04	1.01	0.99	0.97	0.97	1.02	1.01	1.01	-	-
Maxima/Mediana	1.42	1.42	1.23	1.26	1.37	1.37	1.65	1.49	1.41	1.26	1.22	1.20	1.37	1.29	1.36	-	-
Minima/Mediana	0.65	0.58	0.73	0.68	0.73	0.74	0.57	0.82	0.84	0.78	0.68	0.60	0.83	0.97	0.70	-	-
CAICO																	
Media	334	258	260	228	236	235	267	295	349	362	349	364	3504	2223	295	3535	2221
Desvio	29	43	54	46	52	58	48	33	54	34	29	36	190	43	-	-	-
Mediana	342	259	276	235	232	223	256	306	362	372	357	386	2253	300	3604	2261	-
Proba.1/4	347	293	290	255	263	282	300	316	387	383	371	391	2367	323	3876	2429	-
Proba.3/4	323	238	243	192	206	199	244	298	321	352	322	336	2134	273	3273	2071	-
Media/Pro.1/4	0.96	0.88	0.89	0.89	0.90	0.83	0.89	0.94	0.90	0.95	0.94	0.93	0.94	0.91	-	-	-
Media/Pro.3/4	1.03	1.09	1.07	1.19	1.15	1.18	1.09	0.99	1.09	1.03	1.08	1.08	1.04	1.09	-	-	-
Valor maxima	377	330	352	310	335	356	365	329	426	421	400	406	2461	367	-	-	-
Valor minima	257	192	152	152	167	160	181	207	213	298	305	287	1856	214	-	-	-
Media/Mediana	0.98	1.00	0.94	0.97	1.02	1.05	1.04	0.97	0.96	0.97	0.98	0.94	0.99	0.99	-	-	-
Maxima/Mediana	1.10	1.27	1.28	1.32	1.45	1.60	1.43	1.08	1.18	1.13	1.12	1.05	1.09	1.25	-	-	-
Minima/Mediana	0.75	0.74	0.55	0.65	0.72	0.72	0.71	0.68	0.59	0.80	0.86	0.74	0.82	0.71	-	-	-

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A CRUZETA (RN)

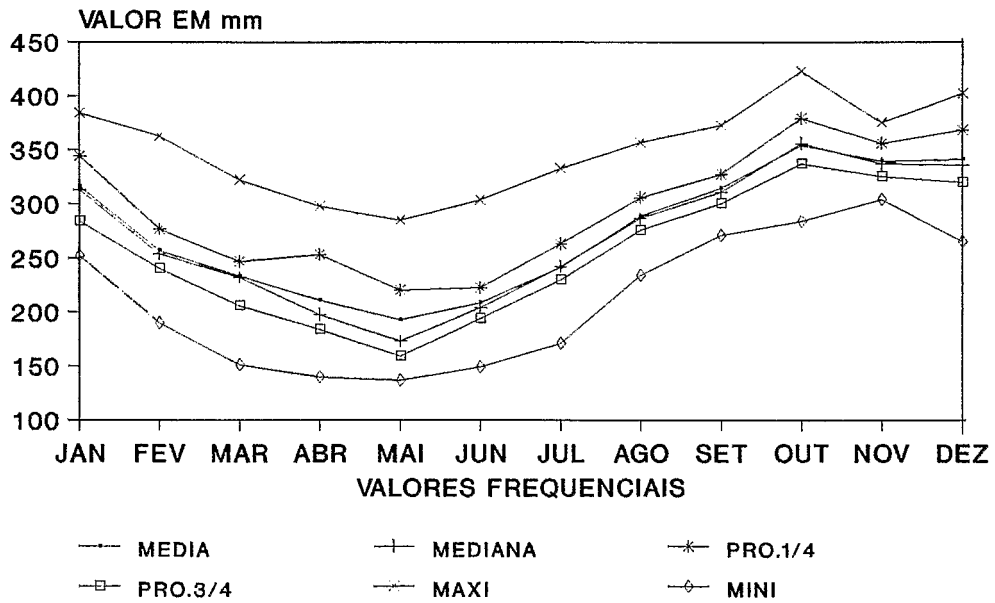


Figura 9 - Variação Tanque Classe A
Cruzeta (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A FLORÂNEA (RN)

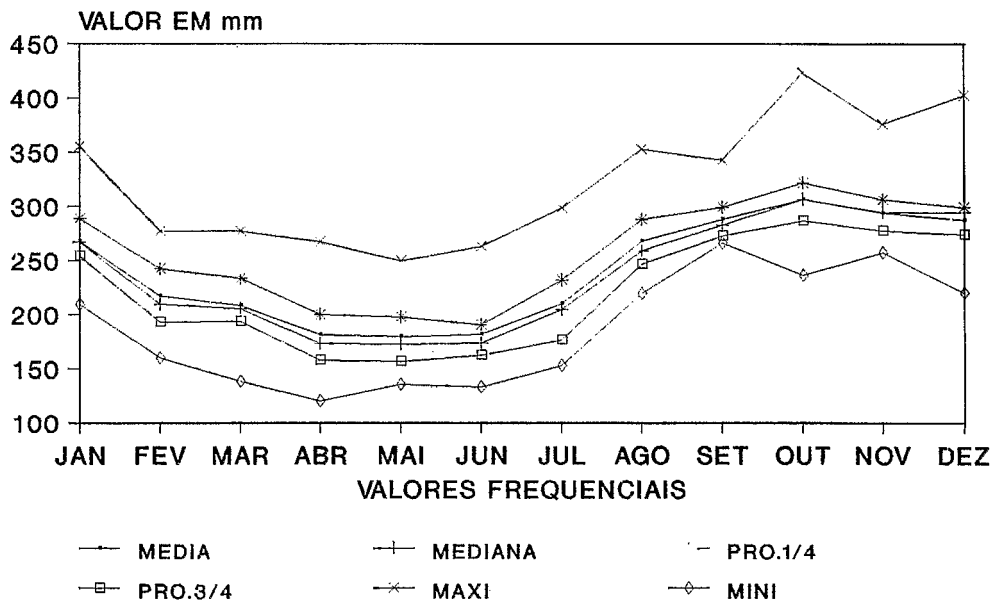


Figura 10 - Variação da Evaporação Tanque Classe A
Florânea (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A
SOUZA (PB)

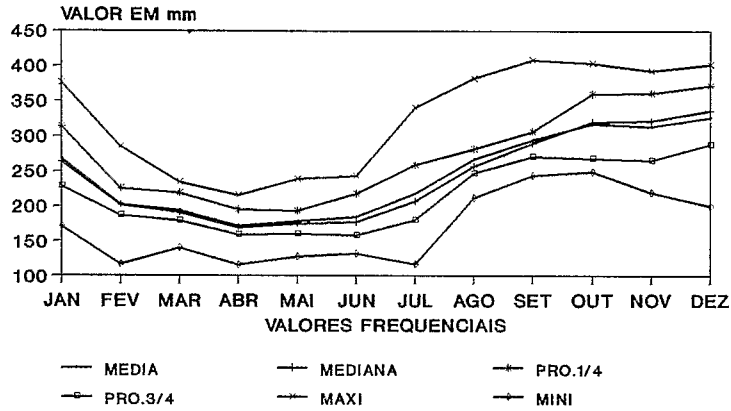


FIGURA 11 : EVAPORAÇÃO DO TANQUE
CLASSE A - SOUZA (PB)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A
IRECE (BA)

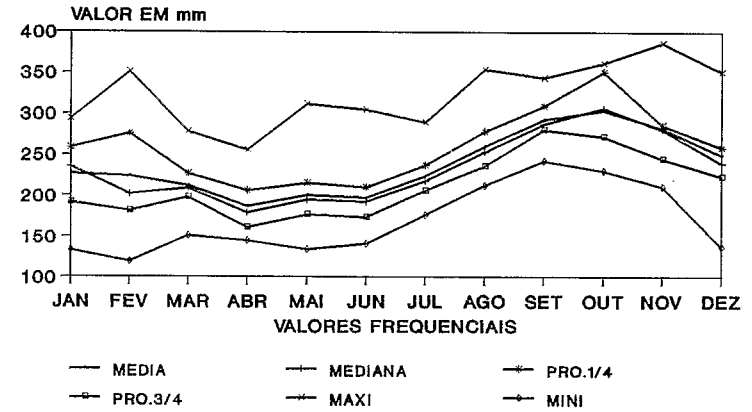


FIGURA 12 : EVAPORAÇÃO DO TANQUE
CLASSE A - IRECE (BA)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A
SUMÉ (PB)

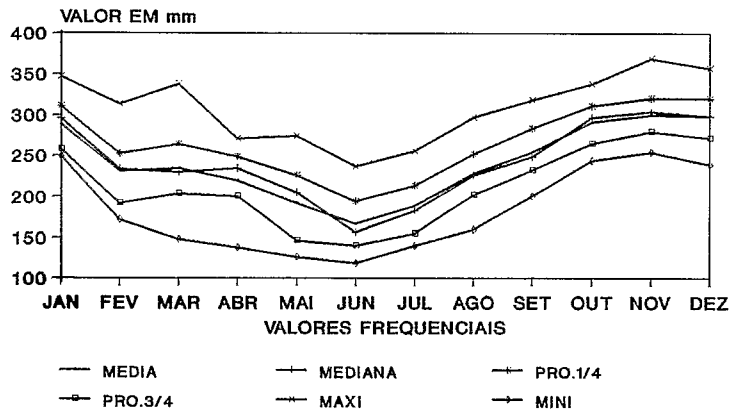


FIGURA 13 : EVAPORAÇÃO DO TANQUE
CLASSE A - SUMÉ (PB)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A
BARBALHA (CE)

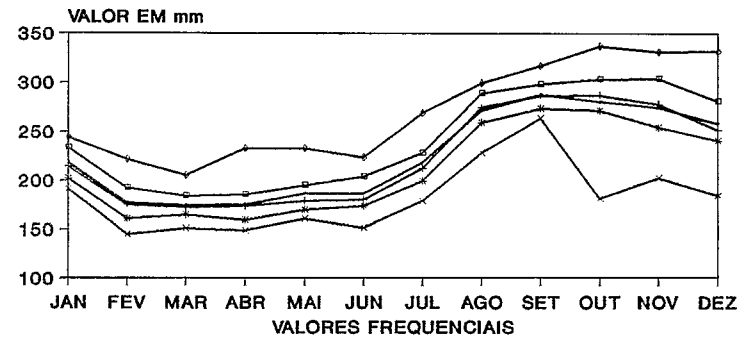


FIGURA 14 : EVAPORAÇÃO DO TANQUE
CLASSE A - BARBALHA (CE)

TABELA 4

Média sobre os 12 meses das relações estatísticas

Posto	Média/ Mediana	Desvio/ Mediana	Média/ Prob.1/4	Média/ Prob.3/4	Máxima/ Mediana	Mínima/ Mediana
Cruzeta.....	1.02	15%	.92	1.09	1.32	.78
Barbalha...	1.01	11%	.94	1.07	1.22	.82
Sumé.....	1.00	16%	.90	1.15	1.29	.74
Irecê.....	1.02	17%	.92	1.13	1.41	.72
Tauá.....	1.01	13%	.91	1.10	1.21	.79
Florânea...	1.02	14%	.93	1.10	1.38	.78
Souza.....	1.01	17%	.89	1.13	1.36	.70
Média.....	1.01	15%	.92	1.11	1.3	1.76

Destacam-se os pontos seguintes:

- As curvas da média e da mediana apresentam um recobrimento quase geral, aparecendo pequenas discrepâncias nos meses mais chuvosos onde a precisão das observações é menor.

Pode-se considerar que a distribuição estatística é simétrica, já que a média das relações mensais MÉDIA/MEDIANA varia, para os sete postos em apreço, entre 1.00 e 1.02.

- A diferença entre a média e os valores de probabilidade de ocorrência 1/4 e 3/4 é bastante constante, com médias respectivas, expressas em % da média, de 8,4% e 11.1%: esses valores indicam uma dispersão bastante fraca.
- A relação entre o desvio padrão e a média, ou coeficiente de variação, tem média de 15%, ficando em 11% para o posto de Barbalha, devido, em parte, à boa qualidade do posto.
- Os volumes extremos são bastante afastados da mediana. A média, para os 7 postos, das médias anuais relativas às razões VALOR MÁXIMA/MEDIANA e VALOR MÍNIMA/MEDIANA ficou em 1.31 e 0.76, ou seja, amplitudes de 31% e 24% - Para o período seco (junho/dezembro), obteve-se 20% e 12%; esse resultado espelha novamente uma maior variabilidade da evaporação em período chuvoso, derivada da própria variabilidade da pluviometria e, também, das dificuldades relativas à operação do tanque durante ocorrência de precipitações. Encontra-se uma maior variabilidade dos valores máximos, assimetria devida, possivelmente, a um limite climático inferior mais rígido.

- No que diz respeito aos totais anuais e aos totais sobre o período junho/dezembro, a Tabela 5 aponta uma variação ainda menor que a encontrada para os valores mensais. Em média, sobre as sete estações, obteve-se:

TABELA 5

Média para os 7 postos das relações estatísticas relativas aos períodos seco e anual

Período	Ano	junho/dezembro
Média/mediana.....	1.004	1.01
Média/proba. 1/4.....	.95	.95
Média/proba. 3/4.....	1.08	1.07
Máxima/média.....	1.24	1.20
Mínima/média.....	.81	.89

O ajustamento de uma Lei normal (GAUSS) para os três postos de série mais longa (Florânea, Cruzeta, Barbalha), permitiu estimar um desvio padrão e o intervalo com 95% de probabilidade de ocorrência; o posto de Barbalha, como já se detectou no estudo das valores mensais, apresenta uma variabilidade significativamente menor.

TABELA 6

Parâmetros do ajustamento de uma lei normal

POSTO	MÉDIA (mm)	DESVIO	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (DIFERENÇA COM A MÉDIA)	
			95%	90%
FLORÂNEA.....	2888	264	14.7%	11.7%
CRUZETA.....	3288	317	15.8%	12.3%
BARBALHA.....	2687	164	10%	7.82%

Deve-se lembrar que, do ponto de vista prático, se se quer, para execução de projetos ou outros fins, considerar a evaporação do período seco de probabilidade de ocorrência 1/4, tem-se que considerar que um acréscimo de apenas 5% com relação à média.

2.6 - Variação da evaporação com a pluviometria

O estudo estatístico de uma série evaporimétrica relativa a um mês dado, mostrou uma amplitude significativa. Embora para a maior parte dos projetos, o uso dos valores médios seja suficiente, pode ser interessante, em certos casos, como o do uso de modelos informáticos de simulação trabalhando a nível diário ou mensal, tentar precisar esta variação.

As variáveis mais óbvias suscetíveis de serem correlatas à evaporação de um dado mês são a temperatura e a pluviometria. Limitando-se aqui a esta última, é lógico que, nos meses onde houver mais precipitações, o céu estará mais nublado e as temperaturas mais baixas, provocando assim uma evaporação reduzida.

Para evidenciar essa possível correlação estudou-se as variações da razão evaporação/evaporação média (EVT/EVT_m) em função da relação pluviometria/pluviometria média (CH/CH_m), sendo evaporação e pluviometria os valores referentes a um mês qualquer, e evaporação média e pluviometria média as médias de EVT e da pluviometria para o mês em apreço.

O fato de reportarmo-nos à média tem a grande vantagem de permitir juntar, no mesmo gráfico, pontos relativos a meses diferentes.

A Figura 15 mostra a correlação obtida para 262 meses de observações no posto de Florânea, assim como a equação exponencial que foi ajustada. Constatam-se variações médias da ordem de mais ou menos 12% em torno da média. A dispersão reflete, em parte, o fato de que pode haver, por exemplo, num mês seco, uma chuva ocasional sem que a evaporação seja muito afetada.

Porisso, plotou-se separadamente os meses chuvosos (janeiro/maio) e os meses secos (junho/dezembro). As Figuras 16, 17, 18 e 19 evidenciam, para os postos de Florânea e Cruzeta, uma maior variabilidade nos meses chuvosos (da ordem de mais ou menos 20%) do que nos meses secos (da ordem de mais ou menos 8%).

Além do total pluviométrico, pode-se pensar que o número de chuvas do mês constitui, também, um indicador relevante.

A Figura 20, relativa ao posto de Florânea, destaca uma boa correlação, embora distorcida pelos meses secos em que não houve chuvas (pontos situados no eixo vertical).

Se se restringir ao período (janeiro/maio), obter-se-á uma correlação nítida e ainda mais satisfatória de que no caso anterior, como mostrada nas Figuras 21 e 22 para os postos de Florânea e Cruzeta.

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA

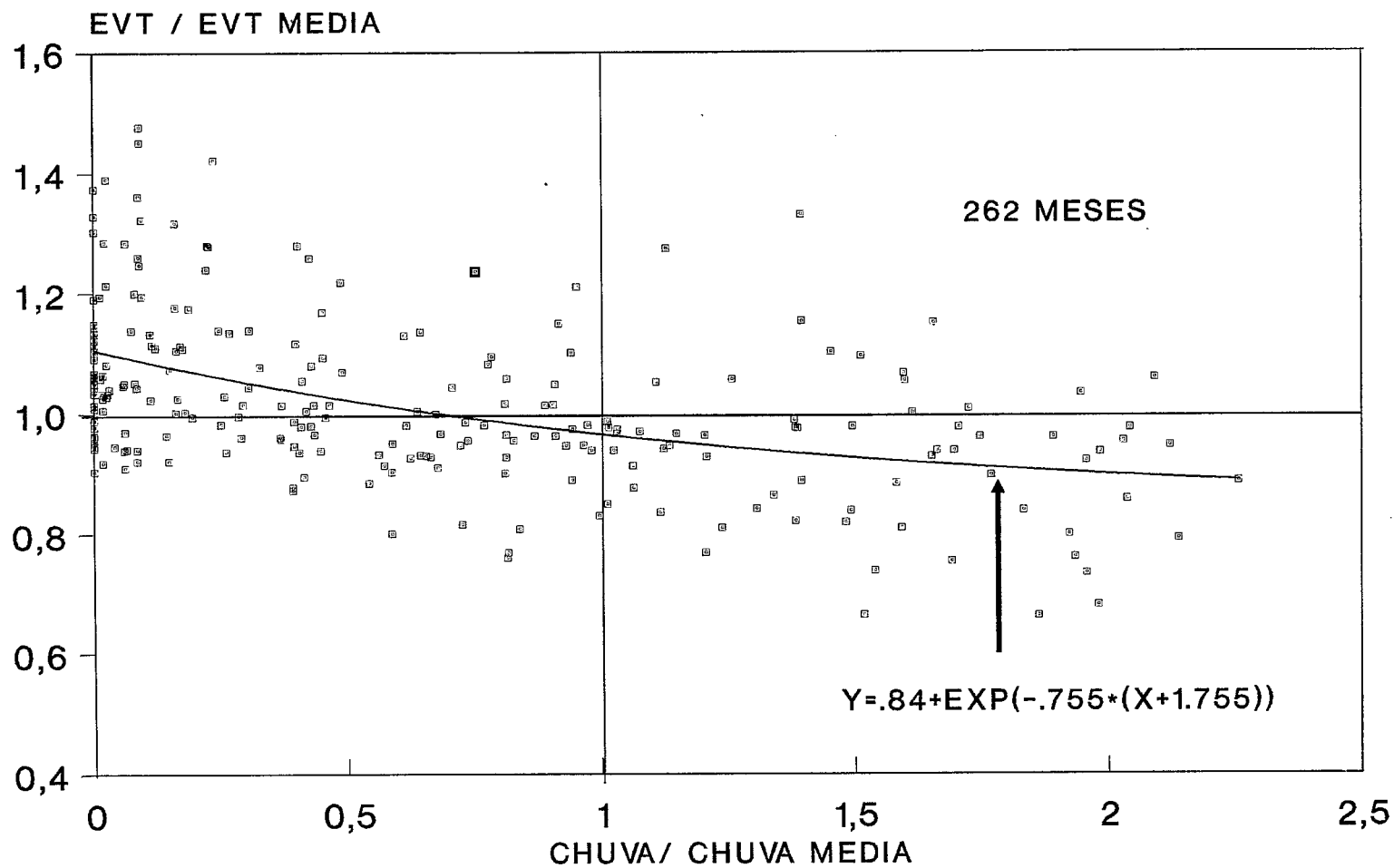


Figura 15 - Correlação EVT/Chuva Posto de Florânea (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA (JANEIRO/MAIO)

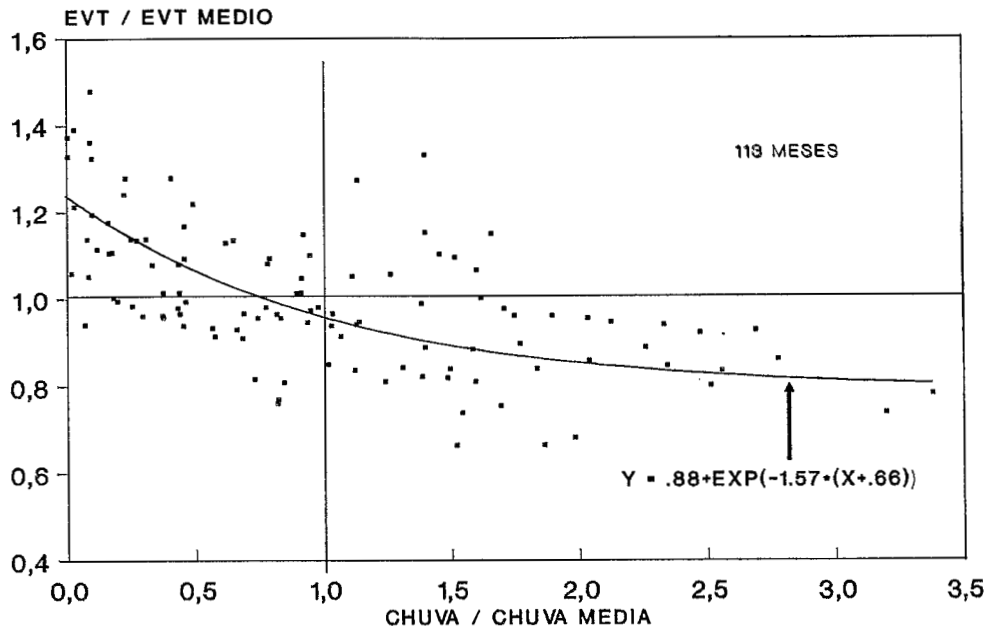


Figura 16 - Correlação EVT/Chuva (Inverno)
Posto de Florânea (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA (JUNHO/DEZEMBRO)

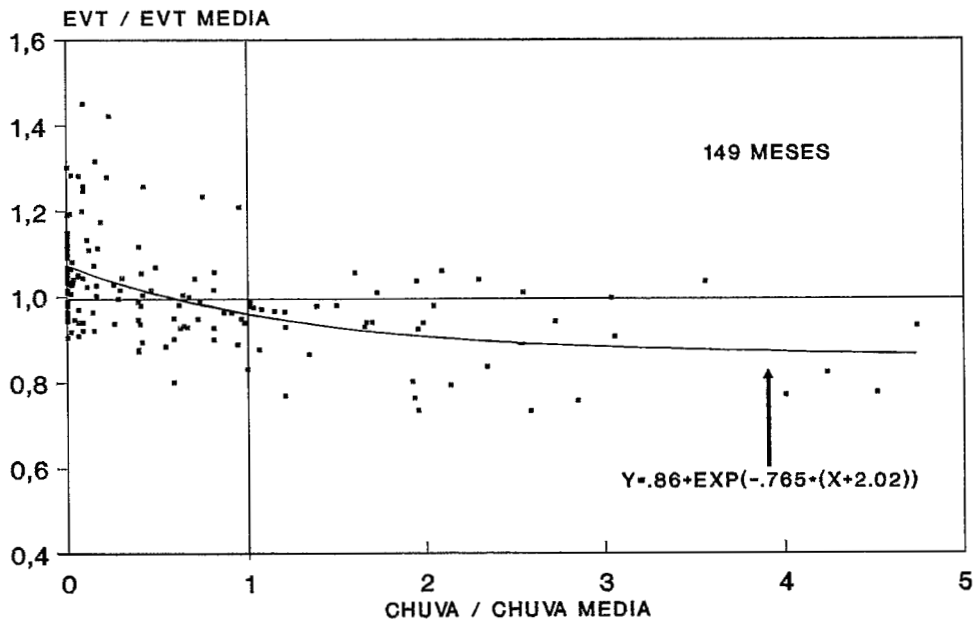


Figura 17 - Correlação EVT/Chuva (Verão)
Posto de Florânea (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA (JANEIRO/MAIO)

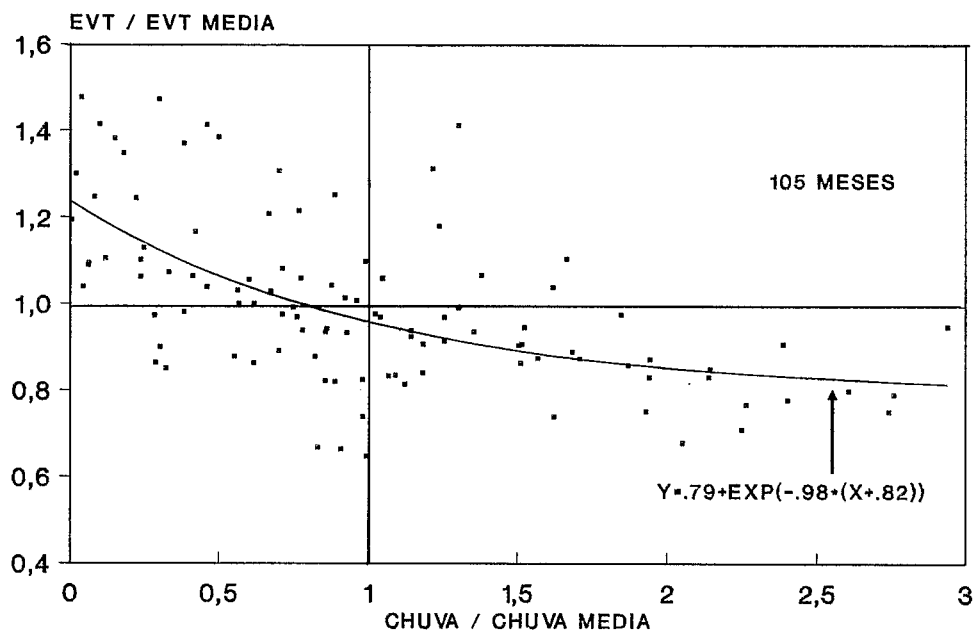


Figura 18 - Correlação EVT/Chuva (Inverno)
Posto de Cruzeta

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM A PLUVIOMETRIA (JUNHO/DEZEMBRO)

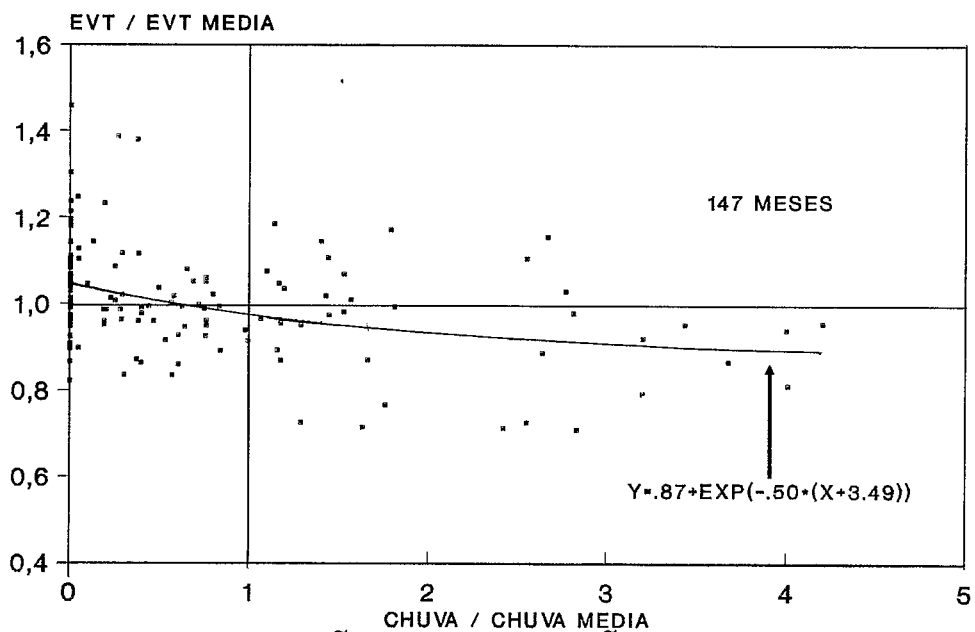


Figura 19 - Correlação EVT/Chuva (Verão)
Posto de Cruzeta

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM O NÚMERO DE CHUVAS

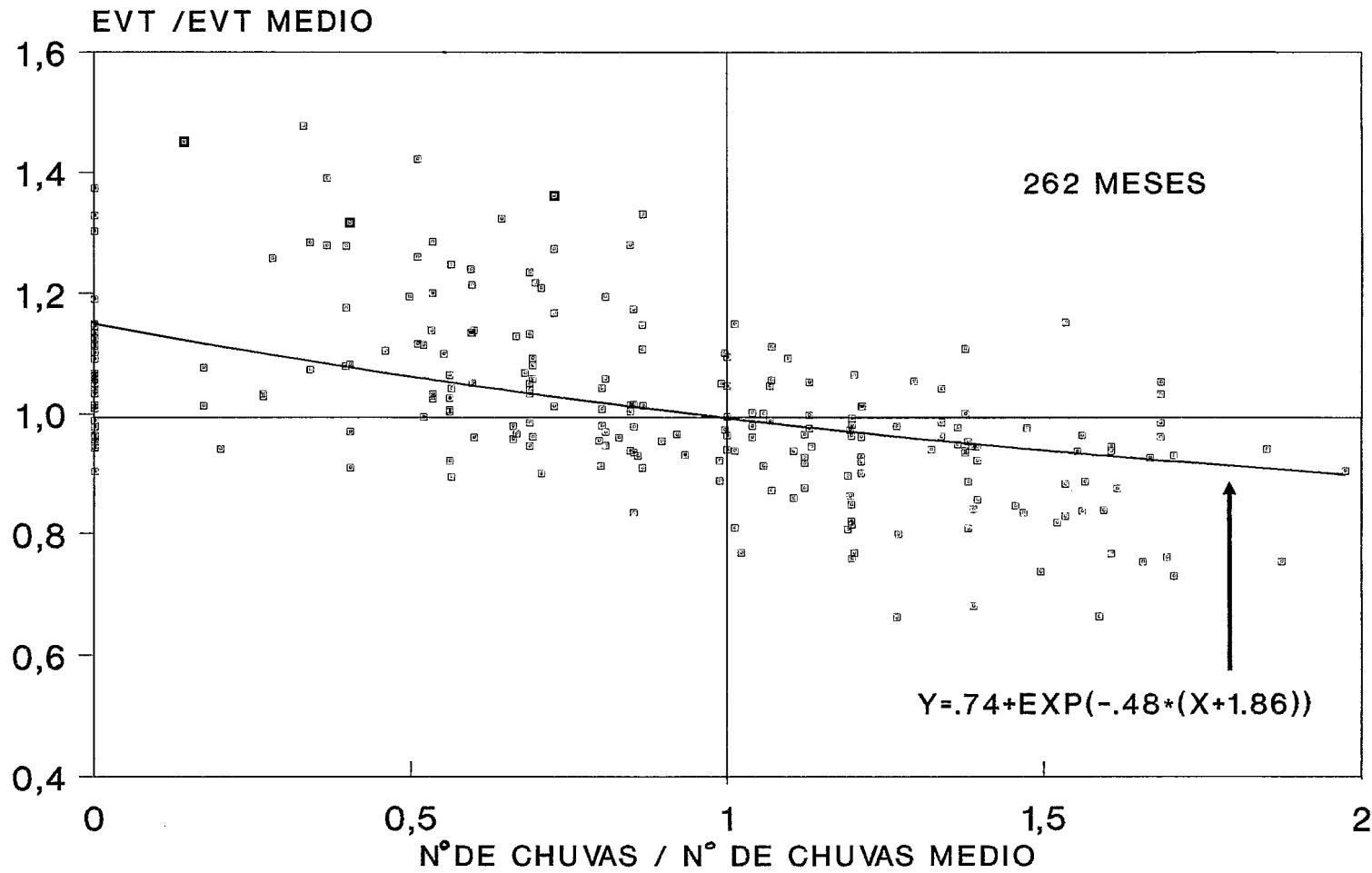


Figura 20 - Correlação EVT/Nº de Chuvas.
Posto de Florânea

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM O NUMERO DE CHUVAS (JANEIRO/MAIO)

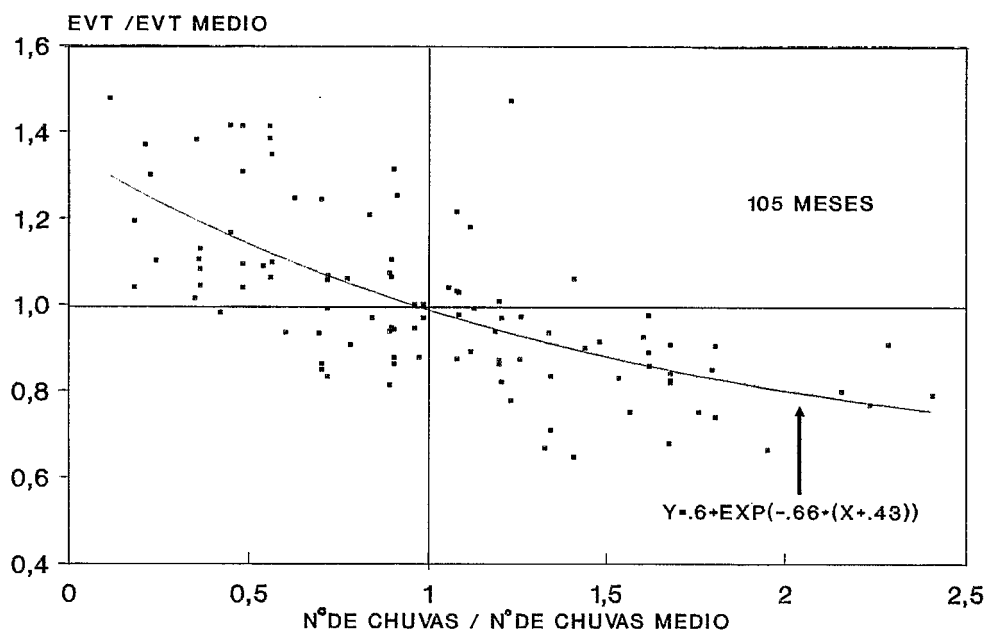


Figura 21 - Correlação EVT/Nº de Chuvas
Posto de Cruzeta (RN)

VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO COM O NUMERO DE CHUVAS (JANEIRO/MAIO)

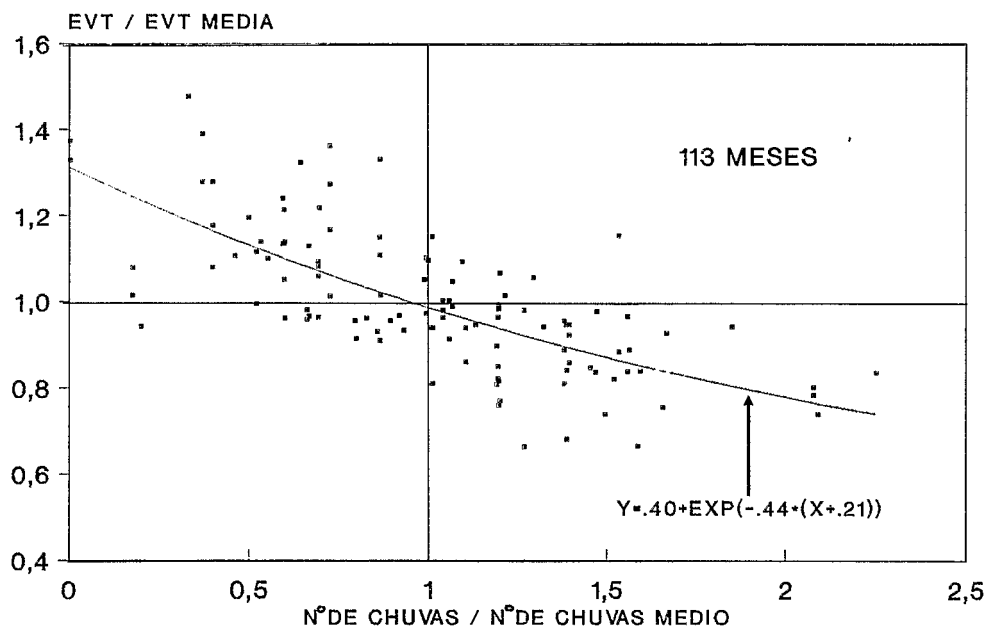


Figura 22 - Correlação EVT/Nº Chuva (Inverno)
Posto de Florânea

Essa abordagem considera os meses como elementos isolados e desassocia os meses de um mesmo ano. Ora, existe uma correlação entre os meses sucessivos, já que um mês mais quente que a média tende a ser associado a um ano mais quente. Para levar em conta esse fato, plotou-se os totais anuais da pluviometria e da evaporação, como mostrado nas Figuras 23 e 24 para os dois postos em apreço. Obteve-se uma boa correlação, aproximadamente linear. Semelhante resultado foi encontrado no posto de Barbalha (Figura 25), e o estudo separado dos períodos chuvosos e secos mostrou que a correlação é quase linear para o primeiro, enquanto que, para o segundo, chega-se a um patamar, acima de certo valor. Este fato é ilustrado pelas Figuras 26 e 27 (Florânea). O patamar do período seco indica que os totais pluviométricos muito superiores a média, são geralmente o resultado de algumas poucas chuvas extraordinárias.

A correlação entre os meses de um mesmo ano pode ser expressa de uma forma também muito sugestiva: a evaporação total do período seco (junho-setembro) é correlata com a evaporação total do inverno anterior e também com a sua pluviometria, como mostrado para Florânea e Cruzeta nas Figuras 28, 29, 30 e 31. Isso significa que nos anos em que, o inverno é "fraco" (pouca água nos açudes), a evaporação é ainda mais intensa durante o período seco seguinte (perdas por evaporação).

Esses resultados são muito relevantes para modelos informáticos trabalhando com séries diárias reais, porque permitem uma modulação de valores evaporimétricos, geralmente dados sob a forma de médias mensais. Um estudo mais abrangente deveria encarar, para um maior número de postos climatológicos, a variação da declividade da reta de regressão em função de outras variáveis (EVT total por exemplo).

RELAÇÃO EVT ANUAL / PLUVIOMETRIA ANUAL
POSTO DE FLORÂNEA - RN

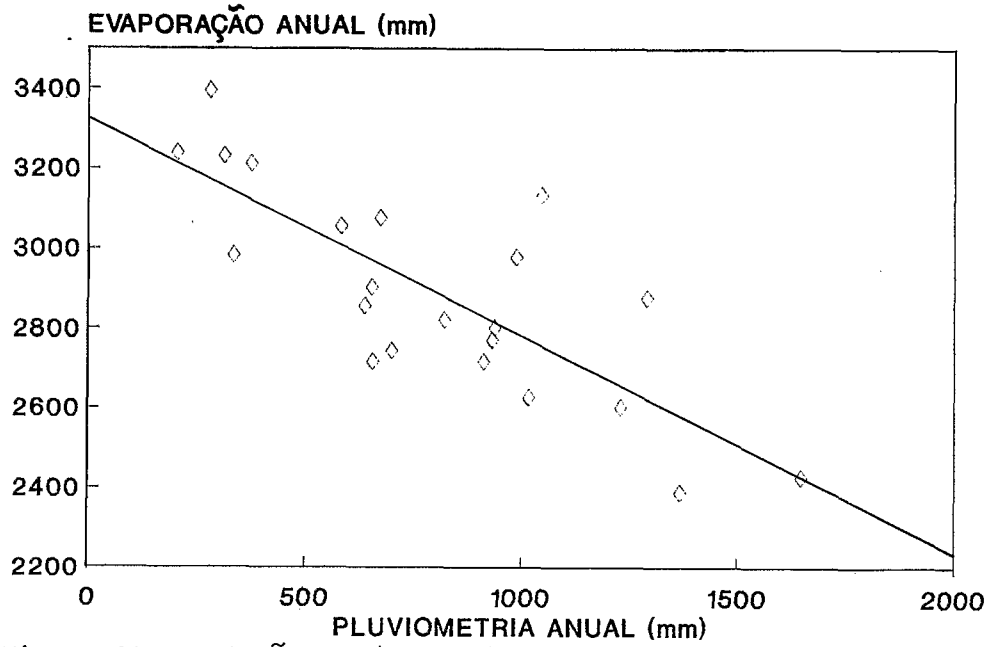


Figura 23 - Relação EVT/Chuva (Ano)
Posto de Florânea (RN)

RELAÇÃO EVT ANUAL / PLUVIOMETRIA ANUAL
POSTO DE CRUZETA (RN)

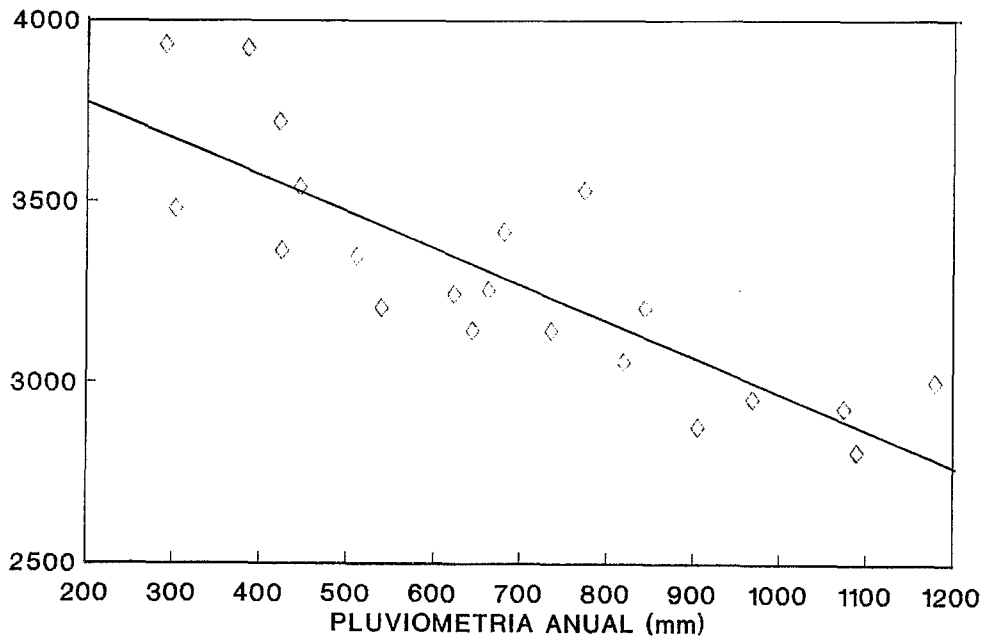


Figura 24 - Relação EVT/Chuva (Ano)
Posto de Cruzeta (RN)

RELAÇÃO EVT / PLUVIOMETRIA ANUAL
POSTO DE BARBALHA (CE)

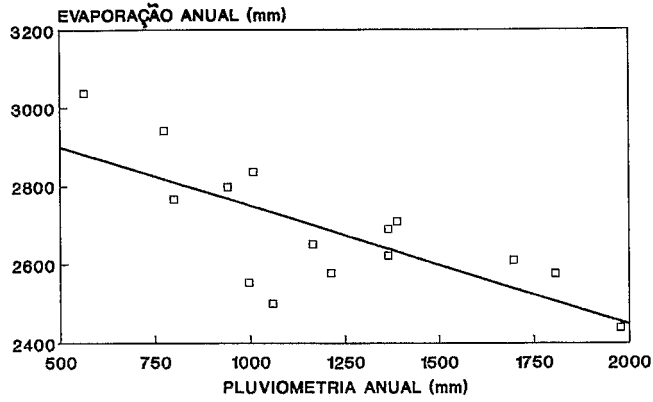


FIGURA 25 : RELAÇÃO EVT/CHUVA (Ano)
POSTO DE BARBALHA (CE)

RELAÇÃO EVT / PLUVIOMETRIA PARA O
PERÍODO CHUVOSO (FLORÂNEA - RN)

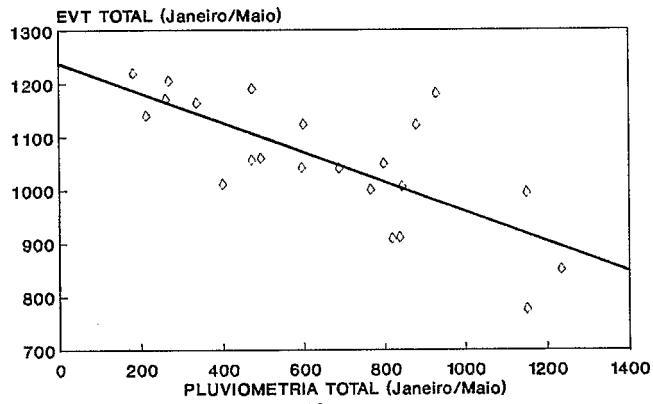


FIGURA 26 : RELAÇÃO EVT/CHUVA (INVERNO)
POSTO DE FLORÂNEA (RN)

RELAÇÃO EVT / PLUVIOMETRIA PARA O
PERÍODO SECO (FLORÂNEA - RN)

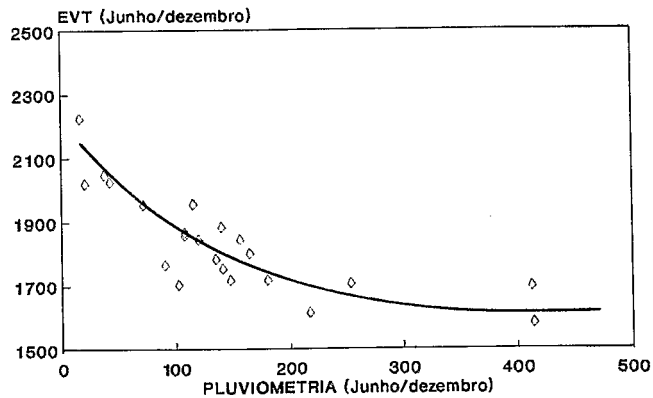


FIGURA 27 : RELAÇÃO EVT/CHUVA (VERÃO)
POSTO DE FLORÂNEA

POSTO DE FLORÂNEA (RN)

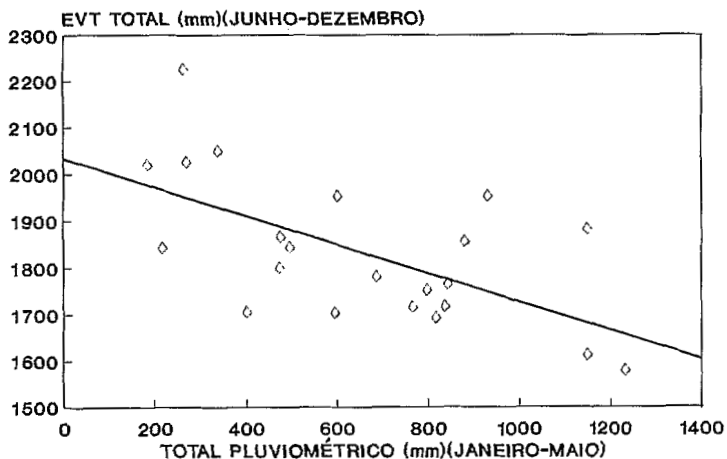


FIGURA 28 : CORRELAÇÃO EVT VERÃO/
CHUVA INVERNO

POSTO DE CRUZETA (RN)

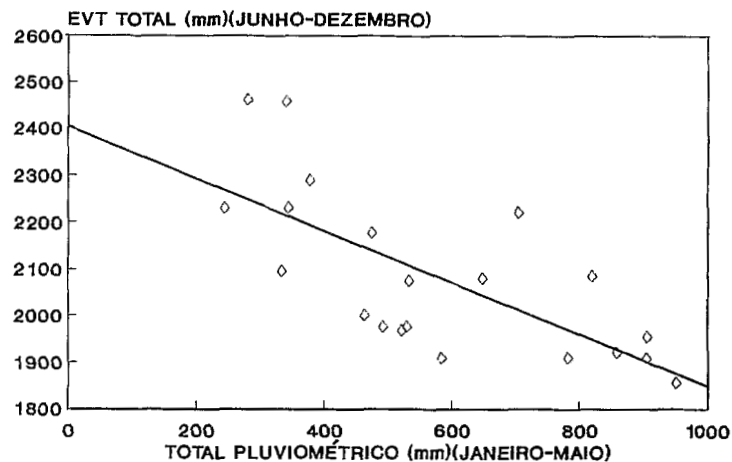


FIGURA 30: CORRELAÇÃO EVT VERÃO/
CHUVA INVERNO

POSTO DE FLORÂNEA (RN)

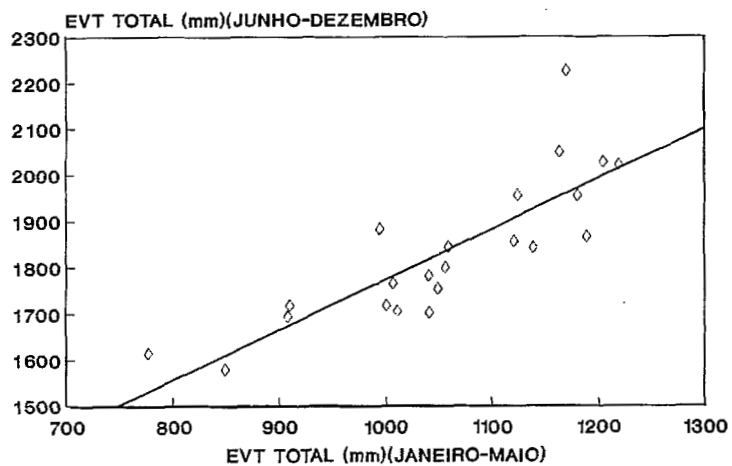


FIGURA 29 : CORRELAÇÃO EVT VERÃO/
EVT INVERNO

POSTO DE CRUZETA (RN)

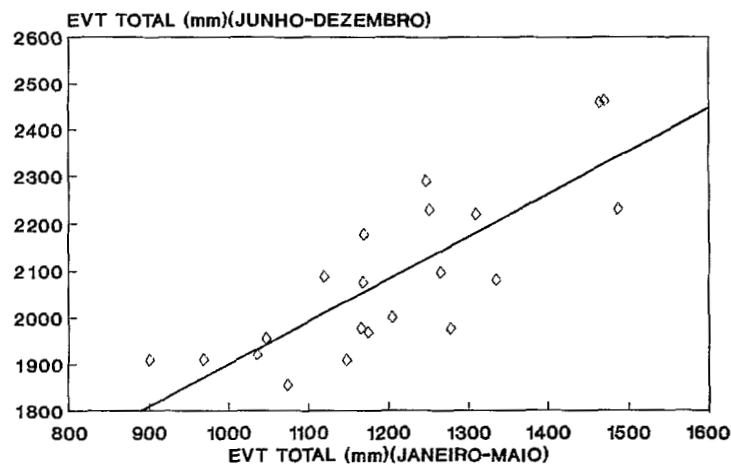


FIGURA 31 : CORRELAÇÃO EVT VERÃO/
EVT INVERNO

3 - A EVAPOTRANSPIRAÇÃO (ETP)

O problema da avaliação da evapotranspiração, fundamental no que tange à projetos de irrigação, é bastante conhecido. Sabe-se que na região Nordeste, os valores utilizados são geralmente os calculados por Hargreaves (1975) (a seguir denominados ETP_h), a partir de uma fórmula tipo Penman simplificada.

Por outro lado, a tentativa de estimar a ETP a partir da evaporação do Tanque classe A, esbarra, muitas vezes, na falta de dados ou no desconhecimento do coeficiente de passagem. Muitas experiências foram dedicadas à determinação deste coeficiente, K_p , (que permite avaliar a ETP por $ETP = K_p \cdot EVT$), e uma síntese foi elaborada na forma da tabela de referência publicada pela FAO (Doorembos 1980), a qual é restituída na Tabela 7. Observa-se que o coeficiente é dado em função da umidade do ar, do vento e da cobertura vegetal circunvizinha, condizendo com os esclarecimentos apresentados nos itens 1.1 e 1.2.

Juntamos, aos dados evaporimétricos das onze estações já apresentadas, os valores de umidade do ar e de velocidade do vento fornecidos pelas observações. Os instrumentos das estações encontram-se, segundo as normas vigentes, dentro de um quadrado de 12 metros de lado e estima-se a distância à vegetação em 10 metros. Com essa informação, torna-se possível estimar um coeficiente de passagem K_p e, assim, calcular um valor estimado da ETP, ou seja (ETP_e), que pode ser comparada, assim como (EVT), a (ETP_h) (Tabela 8); as médias dessas relações para os períodos seco e anual estão resumidas na Tabela 9.

TABELA 7

Coefficiente de tanque (Kp) para tanque classe A, para diferentes coberturas vegetais e níveis de umidade relativa média e vento em 24 horas.

Umidade Relativa Média (%)	Tanque colocado em área cultivada com vegetação baixa				Tanque colocado em áreas não cultivadas				
	Vento Km/dia	Tamanho da bordadura (grama) m	UMIDADE RELATIVA MÉDIA (%)			Tamanho da bordadura (solo nu) m	UMIDADE RELATIVA MÉDIA (%)		
Baixa <40			Média 40-70	Alta >70	Baixa <40		Média 40-70	Alta >70	
Leve	1	.55	.65	.75	1	.7	.8	.85	
	10	.65	.75	.85	10	.6	.7	.8	
	< 175	100	.7	.8	.85	100	.55	.65	.75
		1000	.75	.85	.85	1000	.5	.6	.7
Moderado	1	.5	.6	.65	1	.65	.75	.8	
	10	.6	.7	.75	10	.55	.65	.7	
	175 - 425	100	.65	.75	.8	100	.5	.6	.65
		1000	.7	.8	.8	1000	.45	.55	.6
Forte	1	.45	.5	.6	1	.6	.65	.7	
	10	.55	.6	.65	10	.5	.55	.65	
	425 - 700	100	.6	.65	.7	100	.45	.5	.6
		1000	.65	.7	.75	1000	.4	.45	.55
Muito Forte	1	.4	.45	.5	1	.5	.6	.65	
	10	.45	.55	.6	10	.45	.5	.55	
	> 700	100	.5	.6	.65	100	.4	.45	.5
		1000	.55	.6	.65	1000	.35	.4	.45

TABELA 8

Comparação da Evaporação do Tanque Classe A e da ETP
(Hargreaves) Para Onze Estações Climatológicas

(continua)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIAS	MEDIAS JUN/DEZ	TOTAIS/ 12 MESES	TOTAIS JUN/DEZ
PATOS(PB)																
TANQUE(mm)	319	254	236	203	219	221	247	298	316	354	337	331	278	300	3334	2103
VENTO(km/d)	178	148	130	96	107	136	161	193	215	221	207	199	166	190	-	-
UMIDADE	57/35	64/33	67/51	64/48	60/46	58/42	55/39	52/32	51/31	50/29	51/30	54/33	0	0	-	-
K estimado	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.68	0.66	-	-
ETP estimada	208	178	165	142	153	154	173	194	205	230	219	215	186	199	2236	1390
ETPh	192	154	136	126	124	123	136	164	174	195	195	201	160	170	1920	1188
ETP/ETPh	1.08	1.15	1.22	1.13	1.23	1.25	1.27	1.18	1.18	1.18	1.12	1.07	1.17	1.18	-	-
ETPh/TANQUE	0.60	0.61	0.58	0.62	0.57	0.56	0.55	0.55	0.55	0.55	0.58	0.61	0.58	0.56	-	-
CRUZETA(RN)																
TANQUE(mm)	316	257	233	211	193	209	242	289	314	354	340	341	275	298	3299	2089
VENTO(km/d)	166	120	87	74	80	108	136	163	189	178	185	168	138	161	-	-
UMIDADE	70/54	71/54	76/65	76/67	75/64	71/61	72/62	67/55	66/52	66/51	64/49	67/51	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.75	0.75	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.71	0.70	-	-
ETP estimada	221	180	175	158	145	146	169	202	220	248	238	239	195	209	2341	1462
ETPh	177	154	139	123	115	117	121	138	162	186	180	192	150	157	1804	1096
ETP/ETPh	1.25	1.17	1.26	1.29	1.26	1.25	1.40	1.47	1.36	1.33	1.32	1.24	1.30	1.34	-	-
ETPh/TANQUE	0.56	0.60	0.60	0.58	0.60	0.56	0.50	0.48	0.52	0.53	0.53	0.56	0.55	0.52	-	-
PETROLINA(PE)																
TANQUE(mm)	270	243	224	203	223	217	242	268	299	337	311	314	263	284	3151	1988
VENTO(km/d)	61	49	53	54	61	74	81	91	100	87	77	67	71	82	-	-
UMIDADE	68/46	76/56	74/54	75/53	71/52	69/48	66/45	62/38	60/36	58/34	58/35	63/40	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	0.70	-	-
ETP estimada	189	170	157	142	156	152	169	188	209	236	218	220	184	199	2206	1392
ETPh	205	179	180	150	146	132	136	155	174	205	210	205	173	174	2077	1217
ETP/ETPh	0.92	0.95	0.87	0.95	1.07	1.15	1.25	1.21	1.20	1.15	1.04	1.07	1.07	1.15	-	-
ETPh/TANQUE	0.76	0.74	0.80	0.74	0.65	0.61	0.56	0.58	0.58	0.61	0.68	0.65	0.66	0.61	-	-
OURICURI(PE)																
TANQUE(mm)	229	191	190	169	163	184	205	261	308	314	312	270	233	265	2796	1854
VENTO(km/d)	83	79	70	70	79	105	122	140	150	128	124	108	105	125	-	-
UMIDADE	70/47	76/53	77/54	78/56	77/53	73/47	73/44	65/36	60/32	57/31	55/31	61/38	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	0.70	-	-
ETP estimada	160	134	133	118	114	129	144	183	216	220	218	189	163	185	1957	1298
ETPh	189	160	158	135	130	123	130	155	174	202	204	202	163	170	1961	1189
ETP/ETPh	0.85	0.84	0.84	0.88	0.88	1.05	1.10	1.18	1.24	1.09	1.07	0.94	1.00	1.10	-	-
ETPh/TANQUE	0.83	0.84	0.83	0.80	0.80	0.67	0.64	0.59	0.56	0.64	0.65	0.75	0.72	0.64	-	-
IRECE (BA)																
TANQUE(mm)	227	223	212	187	200	197	223	261	293	304	282	249	238	258	2858	1809
VENTO(km/d)	101	106	88	111	132	172	193	203	218	192	174	146	153	185	-	-
UMIDADE	72/51	73/53	73/52	73/52	69/46	68/44	66/42	62/36	60/34	60/37	63/42	67/45	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.68	0.67	-	-
ETP estimada	159	156	148	131	140	138	145	170	190	198	197	174	162	173	1947	1212
ETPh	161	146	139	120	105	93	96	118	135	171	171	158	134	135	1613	942
ETP/ETPh	0.99	1.07	1.07	1.09	1.33	1.48	1.51	1.44	1.41	1.16	1.15	1.10	1.23	1.32	-	-
ETPh/TANQUE	0.71	0.65	0.66	0.64	0.53	0.47	0.43	0.45	0.46	0.56	0.61	0.63	0.57	0.52	-	-

TABELA 8

Comparação da Evaporação do Tanque Classe A e da ETP
(Hargreaves) Para Onze Estações Climatológicas

(Continuação)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIAS	MEDIAS	TOTAIS/	TOTAIS/
													JUN/DEZ	JUN/DEZ	12 MESES	JUN/DEZ
BARBALHA (CE)																
TANQUE(mm)	218	175	174	174	186	186	218	271	288	281	275	258	225	254	2704	1777
VENTO(km/d)	29	25	23	24	31	39	49	51	51	42	39	36	37	44	-	-
UMIDADE	68/43	70/46	73/55	71/52	68/54	63/47	57/41	51/27	54/28	53/27	53/31	61/36	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	-	-
ETP estimada	153	123	122	122	130	130	153	190	202	197	193	181	158	178	1893	1244
ETPh	186	137	133	114	123	120	142	161	177	192	192	198	156	169	1875	1182
ETP/ETPh	0.82	0.89	0.92	1.07	1.06	1.09	1.07	1.18	1.14	1.02	1.00	0.91	1.01	1.06	-	-
ETPh/TANQUE	0.85	0.78	0.76	0.66	0.66	0.65	0.65	0.59	0.61	0.68	0.70	0.77	0.70	0.66	-	-
SUME (PB)																
TANQUE(mm)	289	231	234	220	192	167	188	228	254	291	300	298	241	247	2892	1726
VENTO(km/d)	146	112	78	64	75	77	85	117	155	166	172	150	116	132	-	-
UMIDADE	65/49	69/57	73/54	76/54	74/62	72/68	71/67	71/62	66/60	63/56	62/46	62/48	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	-	-
ETP estimada	202	162	164	154	134	117	132	160	178	204	210	209	169	173	2024	1208
ETPh	174	134	118	115	108	108	121	146	159	177	174	183	143	153	1717	1068
ETP/ETPh	1.16	1.21	1.39	1.34	1.24	1.08	1.09	1.09	1.12	1.15	1.21	1.14	1.19	1.13	-	-
ETPh/TANQUE	0.60	0.58	0.50	0.52	0.56	0.65	0.64	0.64	0.63	0.61	0.58	0.61	0.59	0.62	-	-
TAUA (CE)																
TANQUE(mm)	266	235	236	214	208	220	252	277	296	326	306	311	262	284	3146	1988
VENTO(km/d)	179	149	116	99	120	131	155	184	202	227	241	221	169	194	-	-
UMIDADE	56	66	71	72	67	62	59	57	52	50	51	51	60	55	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.75	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.70	0.68	-	-
ETP estimada	186	165	177	161	145	154	176	194	207	212	199	202	181	192	2178	1344
ETPh	195	151	146	135	124	120	140	161	174	186	195	198	160	168	1925	1174
ETP/ETPh	0.95	1.09	1.21	1.19	1.17	1.28	1.26	1.20	1.19	1.14	1.02	1.02	1.14	1.16	-	-
ETPh/TANQUE	0.73	0.64	0.62	0.63	0.60	0.54	0.55	0.58	0.59	0.57	0.64	0.64	0.61	0.59	-	-
FLORANIA (RN)																
TANQUE(mm)	267	217	208	181	179	181	210	267	287	306	293	287	240	262	2884	1832
VENTO(km/d)	63	56	42	41	46	60	69	85	93	77	73	69	65	75	-	-
UMIDADE	58/40	64/49	69/57	69/58	69/58	67/53	63/47	57/39	54/35	52/33	50/33	54/37	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.7	0.69	0.69	-	-
ETP estimada	187	152	146	127	125	127	147	187	201	199	191	201	166	179	1989	1252
ETPh	192	160	149	129	121	120	130	158	177	192	192	198	160	167	1918	1167
ETP/ETPh	0.98	0.95	0.98	0.98	1.04	1.06	1.13	1.18	1.14	1.03	0.99	1.01	1.04	1.08	-	-
ETPh/TANQUE	0.72	0.74	0.72	0.71	0.68	0.66	0.62	0.59	0.62	0.63	0.65	0.69	0.67	0.64	-	-
CAICO (RN)																
TANQUE(mm)	300	232	234	205	213	211	240	266	314	326	314	328	265	285	3182	1998
VENTO(km/d)	148	150	112	115	139	147	199	212	229	198	169	172	166	189	-	-
UMIDADE	68/46	70/47	70/52	73/54	71/56	71/51	70/54	68/55	66/49	63/48	65/43	65/49	0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.68	0.67	-	-
ETP estimada	210	162	164	143	149	148	156	173	204	212	220	230	181	192	2170	1342
ETPh	177	140	139	123	115	117	121	143	162	186	180	192	150	157	1795	1101
ETP/ETPh	1.19	1.16	1.18	1.17	1.29	1.26	1.29	1.21	1.26	1.14	1.22	1.20	1.21	1.22	-	-
ETPh/TANQUE	0.59	0.60	0.60	0.60	0.54	0.55	0.50	0.54	0.52	0.57	0.57	0.59	0.56	0.55	-	-
SOUZA (RN)																
TANQUE(mm)	268	203	194	173	178	185	218	267	294	317	314	326	245	274	2936	1921
VENTO(km/d)	124	148	76	63	57	72	103	128	148	178	167	141	117	134	-	-
UMIDADE	58/40						UMIDADE MEDIA ENTRE 40% E 70%						0	0	-	-
K estimado	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.7	0.7	0.70	0.69	-	-
ETP estimada	187	142	136	121	125	130	153	187	206	206	220	228	170	190	2039	1329
ETPh	195	151	133	129	124	120	136	164	180	198	195	205	161	171	1932	1199
ETP/ETPh	0.96	0.94	1.02	0.94	1.01	1.08	1.12	1.14	1.14	1.04	1.13	1.12	1.05	1.11	-	-
ETPh/TANQUE	0.73	0.75	0.69	0.75	0.70	0.65	0.63	0.62	0.61	0.63	0.62	0.63	0.67	0.63	-	-

TABELA 9

Relações entre EVT, ETPh e ETPe

POSTO	ETPh/EVT		ETPe/ETPh		Kp
	Jan/Dez	Jun/Dez	Jan/Dez	Jun/Dez	média
Patos(PB).....	.57	.55	1.20	1.20	.68
Sumé (PB).....	.59	.62	1.19	1.13	.70
Petrolina (PE).....	.66	.61	1.07	1.15	.70
Ouricuri (PE).....	.72	.64	1.00	1.10	.70
Irece (BA).....	.57	.52	1.23	1.32	.68
Barbalha (CE).....	.70	.66	1.01	1.06	.70
Tauá (CE).....	.61	.59	1.14	1.16	.70
Cruzeta (RN).....	.55	.52	1.30	1.34	.71
Souza (PB).....	.67	.63	1.05	1.11	.70
Caicó (RN).....	.57	.54	1.22	1.22	.68
Florânea (RN).....	.67	.64	1.04	1.08	.69
Médias.....	.63	.59	1.13	1.17	.69

Das Tabelas 8 e 9, destacam-se os pontos seguintes:

- Nos postos de Florânea, Ouricuri e Barbalha, obteve-se uma boa concordância com a ETP Hargreaves. Nos oito demais postos houve uma discrepância significativa, ficando a média da relação ETPe/ETPh sobre os oito postos em 1.13.

Observando de perto as relações mensais, constata-se (Tabela 8) que, para a maioria dos postos, a relação ETPe/ETPh é próxima ou inferior a 1 nos meses chuvosos e bem superior a 1 no período seco: para o período junho/dezembro, a média da relação atinge 1.17, chegando a 1.34 para o posto de Cruzeta.

Essa tentativa de estimar a ETP é criticável na medida em que o coeficiente de passagem Kp dado pela tabela não pode ser considerado como preciso, e que a medição do Tanque também é sujeita a crítica. Entretanto, as características climáticas (umidade média, vento fraco) bastante estáveis permitem pensar que um coeficiente Kp de 0.7 é uma boa estimativa, confirmada por Hargreaves que, a partir de estudos feitos no Brasil, determinou um valor de 0.75.

A Tabela 9 mostra que a relação entre o Tanque e a ETPh parece ser, na realidade próxima de 0.6, apontando para, quer uma má avaliação de Kp, quer uma subestimação (média) da ETP, particularmente nos meses secos.

A diferença encontrada em Cruzeta chama a atenção para a possibilidade de um erro importante e a necessidade de estudos mais aprofundados.

4 - A EVAPORAÇÃO NA REPRESA (EVA)

4.1 - Diferenças com a evaporação do tanque

A evaporação do espelho de água de um açude apresenta duas diferenças fundamentais com relação ao tanque.

A primeira diz respeito à profundidade média da represa, ou ao volume armazenado: a massa de água represada apresenta uma inércia térmica que evita o aquecimento da água, próprio aos tanques, e o acréscimo de evaporação que daí decorre.

A segunda, concerne ao tamanho da represa: percebe-se que a advecção será diminuída pelo fato de que o ar circulando acima do espelho de água aumenta gradativamente a sua umidade e, assim diminui seu poder evaporativo. A evaporação média do espelho d'água tende, dessa maneira, a ser menor do que para uma superfície reduzida. Para represas muito grandes, cria-se até um microclima caracterizado por um ar mais úmido.

Chamaremos esses dois efeitos, respectivamente, "efeito térmico" e "efeito tamanho", sendo este último, dependente do vento e assim geralmente associado a um "efeito oásis".

Enfim, outros fatores secundários podem influenciar a evaporação do açude (EVA), como a turbidez e a salinidade da água: com relação a essa primeira, sabe-se que o albedo da água, que mede a proporção da radiação solar refletida, passa de um valor de 0.05, para uma água limpa, até 0.10 ou 0.15 para uma água barrenta. No que diz respeito à salinidade, estima-se (W.M.O 1966) que um acréscimo de 1% da massa salina diminui a evaporação em uma igual percentagem.

Deve-se também levar em conta uma diferença de albedo entre a água do açude e a do tanque, devida ao poder refletivo do fundo do tanque (Passerat de Silans, 1989).

Quanto ao papel desenvolvido pela vegetação aquática que, às vezes, cobre uma parte da superfície livre, tudo indica que seu efeito é muito fraco, já que a evapotranspiração das plantas é muito próxima da evaporação da água descoberta. Em compensação, coberturas vegetais apresentam um albedo superior (da ordem de 0.15 - 0.25), que tende a diminuir um pouco o termo radiativo do balanço hídrico. Estudos realizados em Alagoas (Barros, 1984), com tanques de 2,0m de diâmetro e 1.10 m de profundidade, deram uma evaporação até ligeiramente superior para o tanque com cobertura de plantas aquáticas. O resultado depende, na realidade, do tipo de planta considerado, em particular da sua resistência estomática e do seu albedo. Passerat de Silans (1989) estudou a diferença de evaporação entre um tanque normal e dois

tanques cobertos de duas variedades de plantas aquáticas (Jussiena e Salvinia), medindo o albedo e a resistência estomática. Ele evidenciou reduções da evaporação em 6% e 15% respectivamente. (Tabela 10). O cálculo da redução real da evaporação deve, porém, levar em conta o papel da variação da temperatura do tanque.

Tabela 10

Redução da evaporação para dois tipos de plantas

	ALBEDO	EVAPORAÇÃO (12 dias)
Jussiena.....	0.28	68.8 mm
Salvinia.....	0.25	62.2 mm
Tanque de referência.....	0.18	73.2 mm

Outra diferença - mas trata-se de uma influência secundária - vem de que extensas superfícies líquidas, planas e descobertas propiciam uma melhor circulação e uma maior velocidade do vento.

4.2 - Condições de estudo

Para estudar a evaporação dos reservatórios, deve-se contemplar açudes apresentando perdas por infiltrações negligenciáveis, ou sejam, pequenas com relação às perdas por evaporação. Muitas vezes, é possível avaliar a importância das infiltrações considerando a superfície da área à jusante da parede, cuja vegetação verdejante indica alimentações subterâneas. Atribuindo um consumo igual à ETP, pode-se avaliar o volume assim desperdiçado.

Além disso, deve-se observar o rebaixamento natural durante um mês seco, em que não haja, perturbações causadas por chuvas, escoamentos e sangrias (isso na impossibilidade de estimá-los).

Verificá-se, também, que não há uso para irrigação e que os volumes subtraídos para o abastecimento humano e animal são desprezíveis. É bom lembrar que, considerando um volume diário de 40 litros/res, um espelho de água de 1 ha de superfície e submetido a uma evaporação de 8 mm/dia, evapora o equivalente do volume consumido por 2000 reses, tornando-se desprezível o volume de abastecimento da grande maioria dos reservatórios.

Foram escolhidos 6 açudes de porte médio, com capacidades avaliadas entre 800.000 e 2 milhões de m³, conservando-se todos os dados de observação relativos a meses com pluviometria inferior a 20 mm e sem escoamento. Esse critério será conservado para todos os estudos apresentados a seguir. Com essas restrições, percebe-se que o balanço do açude durante um determinado período de tempo, ou seja:

$$\Delta V = V_{\text{chuva}} + V_{\text{escoa}} - V_{\text{evapo}} - V_{\text{infil}} - V_{\text{uso}} - V_{\text{sangria}}$$

reduz-se a:

$$\Delta V = V_{\text{chuva}} - V_{\text{evaporação}}$$

Tratando-se de valores proporcionais à superfície S, pode-se reescrever esse balanço

$$\Delta H = \text{Chuva} - \text{Evaporação} \quad (\text{Valores em mm})$$

onde: ΔH é o rebaixamento observado e a chuva é inferior à 20mm.

A consequência direta destas restrições é que a maior parte dos dados selecionados referem-se ao período seco (junho-dezembro), deixando uma relativa incerteza no que diz respeito ao inverno.

Foi escolhido um período de estudo mensal, de preferência ao anual ou semestral, de maneira a destacar, com maior facilidade, a influência de fatores variáveis com a profundidade do açude.

Os açudes estudados são os seguintes:

TABELA 11

Características dos açudes estudados

NOME	LOCALIZAÇÃO	PROFUNDIDADE MÁXIMA (m)	VOLUME MÁXIMA (1.000.000 m ³)
Açude Uruçu.....	Sumé - PB	(7)	-
Açude Jatobá.....	Sumé - PB	(7)	-
Açude Moquem.....	Tauá - CE	10	.89
Açude Juá.....	Tauá - CE	-	(1.5)
Açude Fragoso....	Tauá - CE	10	1.3
Açude Conceição..	R.do Navio - PE	10	1.78

OBS: os valores entre parênteses são estimados

Para cada açude e cada mês de observação, junta-se o valor da (ETPh), o valor da evaporação do tanque e o rebaixamento observado.

A variável (EVINF) corresponde ao rebaixamento observado (REBOB) corrigido pela chuva eventual. Considerando as infiltrações desprezíveis, pode-se equiparar (EVINF) (evaporação + infiltração) com (EVA) (evaporação). Entretanto, na ausência de uma confirmação da citada hipótese, conserva-se a variável (EVINF) nos quadros a seguir. A tabela fornece, para cada mês, as relações entre (EVINF), (EVT) e (ETP) e apresenta as médias gerais e os desvios padrões. Foram eliminados os meses em que a razão entre a evaporação do Tanque e a do açude se afastou de mais de 40% da média, ou seja, segundo os casos, entre 5 e 10% dos dados.

O sufixo 6/12 indica uma média calculada, apenas, com os valores relativos ao período seco junho/dezembro. O quadro inferior apresenta as médias mensais de todas as variáveis.

As Tabelas 12 e 13 apresentam os dados obtidos para os açudes Jatobá e Moquem; as tabelas completas dos 6 açudes estudados encontram-se no anexo.

Definição das variáveis das Tabelas 11 e 12

- NI,NF: Níveis iniciais e finais no período considerado
- CHUVA: Chuva do período considerado (< 20 mm)
- NDIAS: Número de dias do mês ou de um período menor
- REBOB: Rebaixamento observado no período considerado (NI - NF)
- EVINF: Rebaixamento real = rebaixamento observado + chuva. Esse rebaixamento representa a evaporação mais as infiltrações.
- EVT: Rebaixamento do tanque no período considerado
- ETP: ETP Hargreaves
- HM(m): Nível d'água médio no mês
- INF: Estimativa do valor das infiltrações, obtida subtraindo o rebaixamento EVINF, 80% do valor da evaporação do tanque. (Isso será explicado mais adiante).

TABELA 12
 Comparação Açude/Tanque: açude Jatobá - Sumê

MES	NMES	CHUVA	NI(m)	NF(m)	NDIAS	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVT	EVINF/ EVT	ETP/ EVT	INF/ EVINF
1/75	1	0.00	6.00	5.71	31	9.55	5.60	5.86	9.67	9.67	2.50	0.26	1.01	0.59	0.26
1/78	1	0.00	5.82	5.58	31	9.90	5.60	5.70	8.00	8.00	0.58	0.06	0.81	0.57	0.07
1/80	1	4.60	5.34	5.15	22	9.55	5.60	5.25	9.05	9.27	2.10	0.22	0.97	0.59	0.23
2/77	2	6.80	5.62	5.38	28	7.68	4.80	5.50	8.89	9.14	3.38	0.44	1.19	0.63	0.37
2/81	2	13.00	4.63	4.42	28	11.11	4.80	4.53	7.78	8.26	-0.07	-0.01	0.74	0.43	-0.01
2/82	2	19.00	5.01	4.79	28	7.68	4.80	4.90	8.15	8.85	3.09	0.40	1.15	0.63	0.35
5/80	5	3.60	6.49	6.30	31	8.29	3.50	6.40	6.33	6.45	0.24	0.03	0.78	0.42	0.04
5/81	5	7.00	6.92	6.78	31	7.45	3.50	6.85	4.67	4.90	-0.69	-0.09	0.66	0.47	-0.14
6/76	6	2.00	6.82	6.64	30	6.83	3.60	6.73	6.21	6.28	1.15	0.17	0.92	0.53	0.18
6/81	6	0.00	6.78	6.61	30	7.81	3.60	6.70	5.86	5.86	0.00	0.00	0.75	0.46	0.00
7/80	7	3.00	6.21	6.05	31	7.94	3.90	6.13	5.33	5.43	-0.52	-0.07	0.68	0.49	-0.10
7/81	7	1.00	6.61	6.43	31	8.24	3.90	6.52	6.00	6.03	-0.15	-0.02	0.73	0.47	-0.02
7/82	7	17.00	6.60	6.45	31	5.35	3.90	6.53	5.00	5.57	1.55	0.29	1.04	0.73	0.28
8/77	8	5.30	6.86	6.70	31	7.41	4.70	6.78	5.33	5.51	-0.05	-0.01	0.74	0.63	-0.01
8/78	8	11.00	6.90	6.74	31	6.76	4.70	6.82	5.33	5.70	0.63	0.09	0.84	0.70	0.11
8/79	8	0.00	6.53	6.32	31	9.57	4.70	6.43	7.00	7.00	-0.18	-0.02	0.73	0.49	-0.03
8/80	8	0.00	6.05	5.82	31	9.53	4.70	5.94	7.67	7.67	0.52	0.05	0.80	0.49	0.07
8/81	8	0.00	6.42	6.24	31	9.44	4.70	6.33	6.00	6.00	-1.08	-0.11	0.64	0.50	-0.18
8/82	8	4.20	6.45	6.27	31	5.88	4.70	6.36	6.00	6.14	1.73	0.29	1.04	0.80	0.28
8/83	8	20.00	4.57	4.36	31	7.41	4.70	4.47	7.00	7.67	2.11	0.28	1.03	0.63	0.28
8/86	8	1.20	6.92	6.79	31	5.71	4.70	6.86	4.33	4.37	0.09	0.02	0.77	0.82	0.02
8/87	8	0.00	6.43	6.22	31	7.07	4.70	6.33	7.00	7.00	1.70	0.24	0.99	0.66	0.24
9/76	9	0.00	6.29	6.00	30	10.20	5.30	6.15	10.00	10.00	2.35	0.23	0.98	0.52	0.24
9/77	9	0.00	6.68	6.48	30	7.92	5.30	6.58	6.90	6.90	0.96	0.12	0.87	0.67	0.14
9/79	9	0.00	6.32	6.13	30	9.14	5.30	6.23	6.55	6.55	-0.30	-0.03	0.72	0.58	-0.05
9/80	9	4.00	5.82	5.60	30	10.30	5.30	5.71	7.59	7.72	0.00	0.00	0.75	0.51	0.00
9/81	9	0.00	6.23	6.03	30	9.79	5.30	6.13	6.90	6.90	-0.45	-0.05	0.70	0.54	-0.06
9/83	9	0.00	4.35	4.06	30	10.59	5.30	4.21	10.00	10.00	2.06	0.19	0.94	0.50	0.21
9/84	9	9.40	6.75	6.60	25	7.22	5.30	6.68	6.25	6.64	1.23	0.17	0.92	0.73	0.18
9/85	9	18.20	6.75	6.58	30	7.82	5.30	6.67	5.86	6.49	0.62	0.08	0.83	0.68	0.10
10/75	10	0.00	6.82	6.58	31	7.88	5.70	6.70	8.00	8.00	2.09	0.27	1.02	0.72	0.26
10/77	10	2.00	6.46	6.24	31	9.95	5.70	6.35	7.33	7.40	-0.06	-0.01	0.74	0.57	-0.01
10/78	10	0.00	6.56	6.30	31	8.13	5.70	6.43	8.67	8.67	2.57	0.32	1.07	0.70	0.30
10/79	10	3.00	6.12	5.87	31	9.78	5.70	6.00	8.33	8.43	1.10	0.11	0.86	0.58	0.13
10/80	10	0.00	5.59	5.33	31	10.86	5.70	5.46	8.67	8.67	0.52	0.05	0.80	0.52	0.06
10/81	10	0.00	6.02	5.75	31	10.35	5.70	5.89	9.00	9.00	1.24	0.12	0.87	0.55	0.14
10/82	10	0.00	6.06	5.81	31	8.95	5.70	5.94	8.33	8.33	1.62	0.18	0.93	0.64	0.19
10/83	10	4.70	4.05	3.78	31	10.90	5.70	3.92	9.00	9.16	0.98	0.09	0.84	0.52	0.11
10/84	10	0.00	6.59	6.36	31	9.36	5.70	6.48	7.67	7.67	0.65	0.07	0.82	0.61	0.08
10/85	10	0.00	6.57	6.32	31	10.12	5.70	6.45	8.33	8.33	0.74	0.07	0.82	0.56	0.09
10/86	10	0.00	6.57	6.34	31	8.54	5.70	6.46	7.67	7.67	1.26	0.15	0.90	0.67	0.16
11/75	11	1.00	6.58	6.32	30	8.81	5.80	6.45	8.97	9.00	2.39	0.27	1.02	0.66	0.27
11/78	11	11.00	6.30	6.08	30	8.71	5.80	6.19	7.59	7.97	1.43	0.16	0.91	0.67	0.18
11/81	11	18.00	5.74	5.53	30	10.75	5.80	5.64	7.24	7.86	-0.20	-0.02	0.73	0.54	-0.03
11/82	11	0.00	5.80	5.53	30	8.52	5.80	5.67	9.31	9.31	2.92	0.34	1.09	0.68	0.31
11/83	11	0.00	3.77	3.48	30	12.30	5.80	3.63	10.00	10.00	0.78	0.06	0.81	0.47	0.08
11/84	11	14.00	6.35	6.12	30	10.17	5.80	6.24	7.93	8.41	0.79	0.08	0.83	0.57	0.09
11/85	11	0.00	6.31	6.09	28	11.17	5.80	6.20	8.15	8.15	-0.23	-0.02	0.73	0.52	-0.03
12/79	12	3.00	5.60	5.36	31	10.40	5.90	5.48	8.00	8.10	0.30	0.03	0.78	0.57	0.04
12/80	12	0.00	5.10	4.83	31	11.53	5.90	4.97	9.00	9.00	0.35	0.03	0.78	0.51	0.04
12/82	12	20.00	5.52	5.25	31	8.69	5.90	5.39	9.00	9.67	3.15	0.36	1.11	0.68	0.33
12/84	12	6.00	6.11	5.86	28	10.31	5.90	5.99	9.26	9.48	1.75	0.17	0.92	0.57	0.18
MEDIAS GERAIS			MEDIA			8.95	5.17	5.96	7.54	7.70	0.99	0.12	0.87	0.59	0.12
			MEDIA 6/12			8.96	5.24	6.02	7.49	7.63	0.91	0.11	0.86	0.60	0.11
			DESVIO			1.55	0.71	0.76	1.45	1.43	1.09	0.13	0.13	0.09	0.13
			DESVIO 6/12			1.60	0.67	0.76	1.43	1.40	0.99	0.12	0.12	0.09	0.12
MEDIAS MENSAIS			MES NUMERO												
			1	3	9.67	5.60	5.60	8.90	8.98	1.73	0.18	0.93	0.58	0.19	
			2	3	8.82	4.80	4.98	8.27	8.75	2.13	0.28	1.03	0.56	0.24	
			5	2	7.87	3.50	6.62	5.50	5.68	-0.23	-0.03	0.72	0.45	-0.05	
			6	2	7.32	3.60	6.71	6.03	6.07	0.58	0.08	0.83	0.49	0.09	
			7	3	7.18	3.90	6.39	5.44	5.68	0.30	0.07	0.82	0.56	0.05	
			8	9	7.64	4.70	6.26	6.19	6.34	0.61	0.09	0.84	0.64	0.09	
			9	8	9.12	5.30	6.04	7.51	7.65	0.81	0.09	0.84	0.59	0.09	
			10	11	9.53	5.70	6.00	8.27	8.30	1.16	0.13	0.88	0.61	0.14	
			11	7	10.06	5.80	5.71	8.45	8.67	1.13	0.13	0.88	0.59	0.13	
			12	4	10.23	5.90	5.45	8.81	9.06	1.39	0.15	0.90	0.58	0.15	
			MEDIA			8.74	4.88	5.98	7.34	7.52	0.96	0.12	0.87	0.56	0.11
			MEDIA 6/12			8.73	4.99	6.08	7.24	7.40	0.85	0.11	0.86	0.58	0.11
			DESVIO			1.10	0.88	0.52	1.33	1.35	0.66	0.08	0.08	0.05	0.07
			DESVIO 6/12			1.22	0.87	0.39	1.25	1.26	0.36	0.03	0.03	0.04	0.03

TABELA 13
 Comparação Açude/Tanque: açude Moquẽm-Tauã

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ EVT	ETP/ EVT	
1/82	1	8.54	8.37	31	19.80	8.40	6.30	8.46	5.67	6.33	0.03	0.00	0.75	0.75	
1/83	1	6.46	6.22	31	4.00	10.58	6.30	6.34	8.00	8.13	0.20	0.02	0.77	0.60	
5/80	5	10.02	9.82	31	8.70	7.60	4.00	9.92	6.67	6.96	1.26	0.18	0.92	0.53	
5/82	5	8.29	8.17	31	20.00	6.80	4.00	8.23	4.00	4.67	-0.43	-0.09	0.69	0.59	
6/79	6	5.61	5.42	31	17.70	6.80	4.00	5.52	6.33	6.92	1.82	0.26	1.02	0.59	
6/81	6	10.02	9.81	30	0.00	8.50	4.00	9.92	7.24	7.24	0.87	0.12	0.85	0.47	
6/82	6	8.13	7.95	30	12.10	7.90	4.00	8.04	6.21	6.62	0.70	0.11	0.84	0.51	
6/83	6	5.59	5.36	30	4.30	8.33	4.00	5.48	7.93	8.08	1.83	0.23	0.97	0.48	
6/84	6	6.10	5.94	30	0.00	7.00	4.00	6.02	5.52	5.52	0.27	0.05	0.79	0.57	
7/79	7	5.42	5.18	31	0.00	8.30	4.50	5.30	8.00	8.00	1.78	0.22	0.96	0.54	
7/80	7	9.64	9.42	31	0.00	9.20	4.50	9.53	7.33	7.33	0.43	0.06	0.80	0.49	
7/81	7	9.80	9.57	31	0.00	9.39	4.50	9.69	7.67	7.67	0.63	0.08	0.82	0.48	
7/82	7	7.94	7.73	31	4.80	8.35	4.50	7.84	7.00	7.16	0.89	0.12	0.86	0.54	
7/83	7	5.36	5.11	31	0.00	9.23	4.50	5.24	8.33	8.33	1.41	0.17	0.90	0.49	
7/86	7	10.07	9.93	31	8.30	7.10	4.50	10.00	4.67	4.94	-0.38	-0.08	0.70	0.63	
8/78	8	6.79	6.57	31	0.00	8.39	5.20	6.68	7.33	7.33	1.04	0.14	0.87	0.62	
8/79	8	5.18	5.00	20	7.00	8.42	5.20	5.09	9.47	9.84	3.53	0.36	1.17	0.62	
8/80	8	9.41	9.17	31	0.00	10.35	5.20	9.29	8.00	8.00	0.23	0.03	0.77	0.50	
8/81	8	9.56	9.34	31	1.70	9.71	5.20	9.45	7.33	7.39	0.11	0.01	0.76	0.54	
8/82	8	7.72	7.50	31	0.00	8.50	5.20	7.61	7.33	7.33	0.96	0.13	0.86	0.61	
8/83	8	5.10	4.83	31	2.50	8.65	5.20	4.97	9.00	9.08	2.60	0.29	1.05	0.60	
8/84	8	5.74	5.52	31	3.60	8.50	5.20	5.63	7.33	7.45	1.08	0.14	0.88	0.61	
8/85	8	10.22	10.00	31	0.00	8.30	5.20	10.11	7.33	7.33	1.11	0.15	0.88	0.63	
8/86	8	9.92	9.76	31	0.00	8.40	5.20	9.84	5.33	5.33	-0.97	-0.18	0.63	0.62	
9/78	9	6.56	6.33	30	7.20	9.80	5.80	6.45	7.93	8.18	0.83	0.10	0.83	0.59	
9/79	9	4.89	4.59	30	10.00	9.70	5.80	4.74	10.34	10.69	3.41	0.32	1.10	0.60	
9/81	9	9.34	9.08	30	8.00	10.80	5.80	9.21	8.97	9.24	1.14	0.12	0.86	0.54	
9/82	9	7.48	7.25	30	0.00	10.03	5.80	7.37	7.93	7.93	0.41	0.05	0.79	0.58	
9/83	9	4.82	4.52	30	0.00	11.73	5.80	4.67	10.34	10.34	1.54	0.15	0.88	0.49	
9/84	9	5.51	5.31	30	5.20	10.67	5.80	5.41	6.90	7.08	-0.93	-0.13	0.66	0.54	
9/85	9	9.97	9.76	30	9.60	9.76	5.80	9.87	7.24	7.57	0.25	0.03	0.78	0.59	
9/86	9	9.76	9.46	30	0.00	9.13	5.80	9.61	10.34	10.34	3.49	0.34	1.13	0.64	
9/90	9	9.17	8.94	30	0.00	7.60	5.80	9.06	7.93	7.93	2.23	0.28	1.04	0.76	
10/78	10	6.32	6.01	31	0.00	12.03	6.00	6.17	10.33	10.33	1.31	0.13	0.86	0.50	
10/80	10	8.93	8.69	31	12.20	11.40	6.00	8.81	8.00	8.41	-0.14	-0.02	0.74	0.53	
10/81	10	9.07	8.81	31	0.00	11.29	6.00	8.94	8.67	8.67	0.20	0.02	0.77	0.53	
10/82	10	7.24	7.00	31	0.00	10.19	6.00	7.12	8.00	8.00	0.35	0.04	0.78	0.59	
10/83	10	4.52	4.18	31	0.00	11.68	6.00	4.35	11.33	11.33	2.58	0.23	0.97	0.51	
10/84	10	5.30	5.00	31	1.00	10.65	6.00	5.15	10.00	10.03	2.05	0.20	0.94	0.56	
10/85	10	9.76	9.59	31	0.00	9.19	6.00	9.68	5.67	5.67	-1.23	-0.22	0.62	0.65	
10/86	10	9.45	9.27	31	0.00	8.84	6.00	9.36	6.00	6.00	-0.63	-0.10	0.68	0.68	
11/78	11	6.00	5.72	30	0.00	12.03	6.50	5.86	9.66	9.66	0.63	0.07	0.80	0.54	
11/80	11	8.63	8.45	30	0.00	8.80	6.50	8.54	6.21	6.21	-0.39	-0.06	0.71	0.74	
11/81	11	8.80	8.54	30	0.00	11.37	6.50	8.67	8.97	8.97	0.44	0.05	0.79	0.57	
11/82	11	7.00	6.73	30	0.00	10.80	6.50	6.87	9.31	9.31	1.21	0.13	0.86	0.60	
11/83	11	4.17	3.84	30	0.00	11.90	6.50	4.01	11.38	11.38	2.45	0.22	0.96	0.55	
11/84	11	4.98	4.71	30	2.90	12.00	6.50	4.85	9.31	9.41	0.41	0.04	0.78	0.54	
11/85	11	9.58	9.39	30	2.00	8.70	6.50	9.49	6.55	6.62	0.10	0.01	0.76	0.75	
12/78	12	5.72	5.46	31	3.70	9.74	6.40	5.59	8.67	8.79	1.48	0.17	0.90	0.66	
12/79	12	3.99	3.71	26	3.20	10.50	6.40	3.85	11.20	11.33	3.45	0.30	1.08	0.61	
12/80	12	8.45	8.21	31	6.90	10.50	6.40	8.33	8.00	8.23	0.35	0.04	0.78	0.61	
12/82	12	6.72	6.46	31	0.00	10.40	6.40	6.59	8.67	8.67	0.87	0.10	0.83	0.62	
12/83	12	3.83	3.58	31	0.00	10.60	6.40	3.71	8.33	8.33	0.38	0.05	0.79	0.60	
					MÉDIA		9.52	5.51	7.29	7.95	8.07	0.93	0.10	0.85	0.58
					MÉDIA 6/12		9.62	5.54	7.21	8.10	8.20	0.98	0.10	0.85	0.58
					DESVIO		1.44	0.84	2.00	1.66	1.61	1.13	0.13	0.12	0.07
					DESVIO 6/12		1.40	0.81	2.02	1.58	1.57	1.15	0.13	0.12	0.07
				1	2	9.49	6.30	7.40	6.83	7.23	0.11	0.01	0.76	0.67	
				5	2	7.20	4.00	9.08	5.33	5.81	0.41	0.04	0.80	0.56	
				6	5	7.71	4.00	6.99	6.65	6.88	1.10	0.15	0.89	0.52	
				7	6	8.59	4.50	7.93	7.17	7.24	0.79	0.10	0.84	0.53	
				8	9	8.80	5.20	7.63	7.61	7.68	1.08	0.12	0.88	0.59	
				9	9	9.91	5.80	7.37	8.66	8.81	1.38	0.14	0.90	0.59	
				10	8	10.66	6.00	7.45	8.50	8.56	0.56	0.04	0.79	0.57	
				11	7	10.80	6.50	6.90	8.77	8.79	0.69	0.06	0.81	0.61	
				12	5	10.35	6.40	5.61	8.97	9.07	1.31	0.13	0.88	0.62	
					MÉDIA		9.28	5.28	7.37	7.61	7.79	0.83	0.09	0.84	0.59
					MÉDIA 6/12		9.55	5.49	7.13	8.05	8.15	0.99	0.11	0.86	0.58
					DESVIO		1.22	0.89	0.87	1.15	1.04	0.40	0.05	0.05	0.04
					DESVIO 6/12		1.10	0.89	0.70	0.84	0.80	0.29	0.04	0.04	0.04

4.3 - Variação mensal da evaporação nos açudes (EVA)

No decorrer do ano, (EVA) varia em função do ciclo climatológico natural. As Figuras 32 e 33 apresentam essa variação para os açudes Moquem e Conceição. Nos mesmos gráficos, apresentou-se a variação do Tanque Classe A e da ETP Hargreaves. Os valores mensais de (EVT) e (EVA) são valores médios obtidos a partir de um certo número de dados, os quais aparecem, para cada mês, acima do eixo X.

NOTA: na Figura 32, EVT total, corresponde à curva média da evaporação do Tanque, obtida com a totalidade dos dados evaporimétrico e não só os dos meses com chuva inferior a 20 mm.

Como era de se esperar, a curva de (EVA) acompanha as variações de (EVT) e (ETP), porém com uma intensidade menor .

(Os gráficos correspondentes aos outros açudes encontram-se no Anexo).

4.4 - Evaporação anual dos açudes

A primeira maneira de avaliar a evaporação anual dos açudes consiste em observar o rebaixamento durante o período seco (junho/dezembro), acrescentando as pequenas chuvas registradas e, ainda, em utilizar o coeficiente de passagem (Período seco) → (ANO), de 1.54, obtido para o Tanque.

Essa evaporação anual é correlata à pluviometria anual e depende do tamanho do açude. Entretanto, não se pode comparar a profundidade média do açude na estação seca e sua evaporação durante o mesmo período, sem risco de evidenciar apenas uma dependência comum, com as chuvas do inverno anterior, como foi mostrado acima (2.6), já que um "inverno fraco" implica em açudes menos cheios.

As Figuras 34 e 35, obtidas por Girard (1966), para os açudes Choró e Nova Floresta, mostram provavelmente nada mais que essa correlação climatológica e não uma variação da influência do volume d'água - embora exista. Para melhor destacar a variação de (EVT) com a profundidade, deve-se estudar, a nível mensal, a relação de (EVT) com o valor de referência do Tanque, o qual constitui uma segunda maneira de estimar, após definição de um coeficiente de passagem, o valor de (EVA).

VARIAÇÃO MENSAL DA EVAPORAÇÃO E DA ETP AÇUDE MOQUEM (TAUÁ - CE)

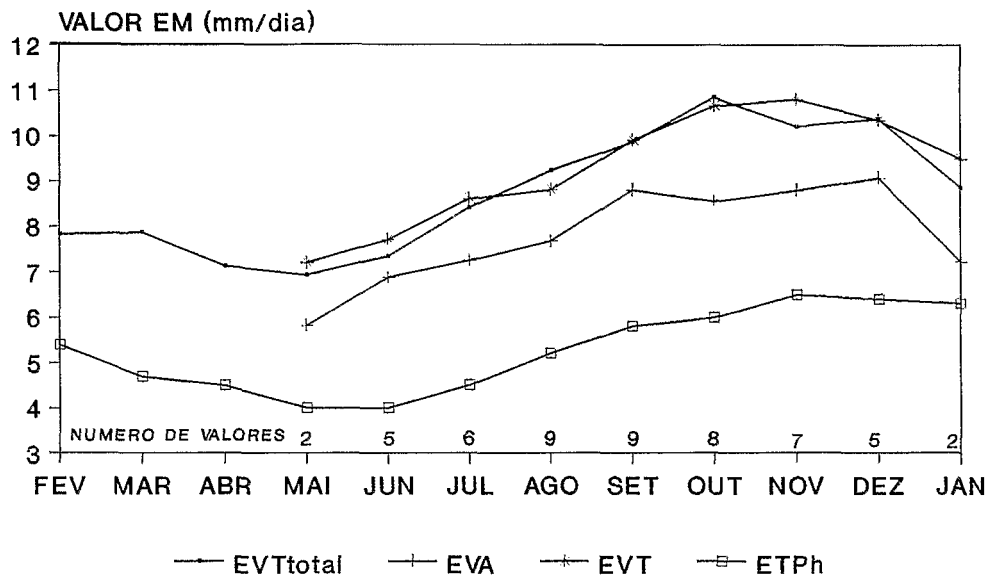


FIGURA 32 - VARIAÇÃO MENSAL DA EVAPORAÇÃO E DA ETP

VARIAÇÃO MENSAL DA EVAPORAÇÃO E DA ETP AÇUDE CONCEIÇÃO (RIACHO DO NAVIO - PE)

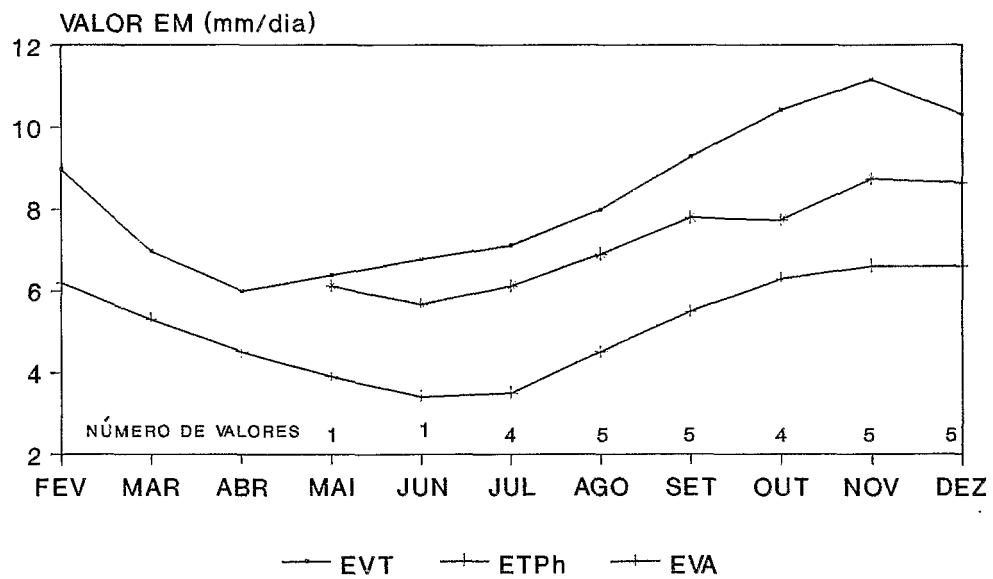


FIGURA 33 - VARIAÇÃO MENSAL DA EVAPORAÇÃO E DA ETP

AÇUDE CHORÓ (1934-1963)

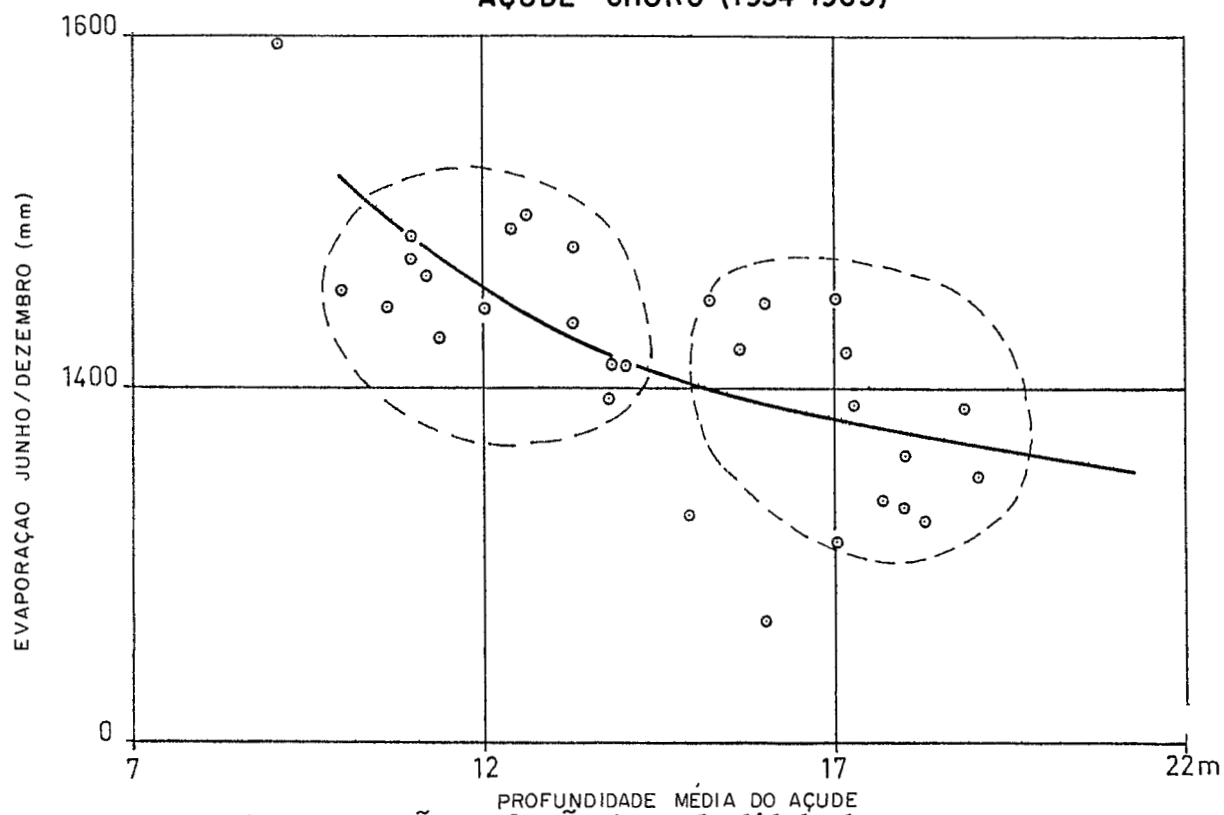


Figura 34 - Evaporação em função da profundidade da represa.

AÇUDE NOVA FLORESTA

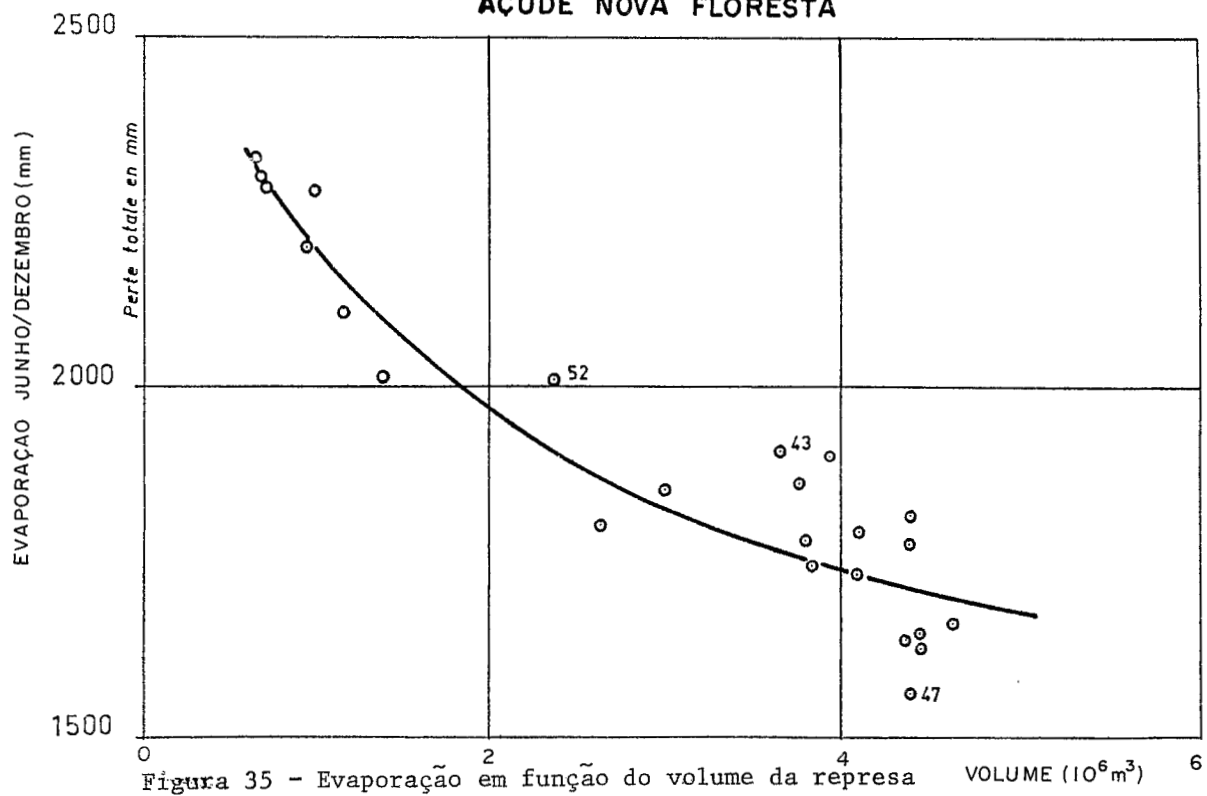


Figura 35 - Evaporação em função do volume da represa

4.5 - Coefficiente de passagem açude/tanque

A principal pergunta que surge é, então, a da relação entre as evaporações do Tanque (EVT) e do Açude (EVA) dada pelo coeficiente Ka (EVA = Ka. EVT).

A Tabela seguinte resume os resultados obtidos para os seis açudes, dando as médias e os desvios padrão das relações Tanque/Açude sobre um número de meses que varia entre 32 e 55.

TABELA 14

Média do coeficiente Ka

Açude	Número de meses observados	Média EVINF/EVT		Desvio Padrão EVINF/EVT	
		Ano	Junho/Dez	Ano	Junho/Dez
Uruçu.....	33	0.94	0.94	0.14	0.15
Jatobá....	52	0.87	0.86	0.13	0.12
Juá.....	34	0.95	0.95	0.13	0.13
Moquem....	55	0.85	0.85	0.12	0.12
J.Fragoso.	46	0.97	0.96	0.12	0.10
Conceição.	32	0.86	0.85	0.10	0.10

Destaca-se um grupo de três açudes (Conceição, Moquem, Jatobá), com coeficiente de passagem em volta de 0.85 (0.86, 0.85, 0.87) e outro (Uruçu, Juá, João Fragoso), com coeficiente próximo à 0.95 (0.94, 0.95, 0.97).

Várias hipóteses são possíveis para explicar essa discrepância:

- os açudes do grupo II apresentam pequenas infiltrações que explicam um coeficiente mais elevado. De fato, infiltrações profundas no pé da parede são difíceis de evidenciar, sobretudo, com açudes situados em aluviões profundos. Essa explicação é provável no que concerne ao açude Juá, açude subdimensionado, situado num leito arenoso de grande extensão e profundidade, e ao açude João Fragoso, à jusante do qual, observa-se um pequeno remanso d'água.
- Os açudes do grupo II encontram-se mais expostos aos ventos dominantes e têm evaporação por advecção superior. As fracas velocidades do vento registradas não parecem sustentar esta hipótese.

- Existe uso do açude, como é o caso do açude João Fragoso, a partir do qual houve uma irrigação restrita nos últimos anos, mas julgada desprezível.

Somos levados a admitir que os açudes do primeiro grupo são mais estanques. O caso particular do açude Moquem fornece uma informação suplementar, já que o tanque de referência encontra-se nas proximidades do açude. (Descarta-se a influência do açude, por não estar situado a montante do tanque, na direção dos ventos dominantes). Pode-se pensar que os dados correspondentes apresentam uma melhor consistência.

Numa primeira etapa, podemos considerar um coeficiente K_a de 0.85, correspondendo ao açude julgado desprovido de infiltração.

Reportando-nos a valores encontrados na literatura, temos indicações de coeficientes de passagem de 0.75 mas variando entre 0.6 e 0.9.

Experiências conduzidas em Piracicaba (SP) apontam para relações médias anuais de 0.76 (VILLA NOVA, 1988).

No Nordeste, o estudo dos açudes Forquilha e Araras (CE) (Leimbock, 1971), revelou coeficientes respectivos de 0.78 e 0.75.

Outro estudo sobre 5 açudes públicos do Ceará (Girard, 1966), fornece, para o período junho/dezembro, um coeficiente que varia entre 0.72 e 0.86 com uma média de 0.78. Nouvelot (1980) achou uma relação de 0.83 para o açude Conceição do Riacho do Navio.

O nosso valor $K_a = 0.85$, situa-se, então, na margem superior dos resultados já obtidos.

4.6 - Variação de Ka com a superfície do açude

Para se tentar obter uma compreensão mais precisa do resultado obtido, pode-se procurar uma relação entre Ka e a profundidade (H). As Figuras 36 e 37, relativas aos açudes Moquem e Uruçu destacam uma clara correlação, o coeficiente de passagem aumentando quando se reduz o nível do açude. Os gráficos obtidos para os açudes João Fragoso e Juá mostram semelhante tendência enquanto que, para os açudes Conceição e Jatobá, a dispersão dos pontos é mais acentuada (Ver os gráficos em Anexo).

Reconsiderando a coluna EVINF/EVT do açude Moquem, observa-se, após classificação dos dados, que as médias parciais, por faixas de superfície, variam assim:

TABELA 15

Variação de Ka com a Superfície S

Superfície (ha)	0/5	5/10	10/20	20/30	Média
Média de Ka.....	.98	.87	.82	.75	.85
Número de valores.	9	9	9	19	46

O gráfico correspondente é dado pela Figura 38. Descartou-se 8 pontos que fogem da nuvem central. Vários ajustamentos estatísticos são possíveis e escolheram três tipos de curvas: hiperbólica, exponencial e parabólica; após ajustamento, obteve-se

- 1) $y = .61 + 45.4 / (x + 96)$
- 2) $y = 3.88 \cdot 10^{-6} x^2 - 2.1 \cdot 10^{-3} x + 1.031$
- 3) $y = .72 + .35 \exp^{-0.01x}$

As curvas 1) e 2) são representadas na Figura 38. A curva 3) é quase confundida com a curva 2). Os valores calculados por essas fórmulas, são os seguintes:

TABELA 16

Valores calculados de Ka

Superfície (Ha)	1	5	10	15	20	25	50
Curva 1.....	(1.04)	.92	.84	.79	.76	.74	.69
Curva 2.....	(1.01)	.94	.86	.8	.77	.75	(.95)
Curva 3.....	(1.04)	.93	.85	.8	.77	.75	.72

RELAÇÃO \tilde{K}_a / PROFUNDIDADE AÇUDE URUÇÚ (SUME)

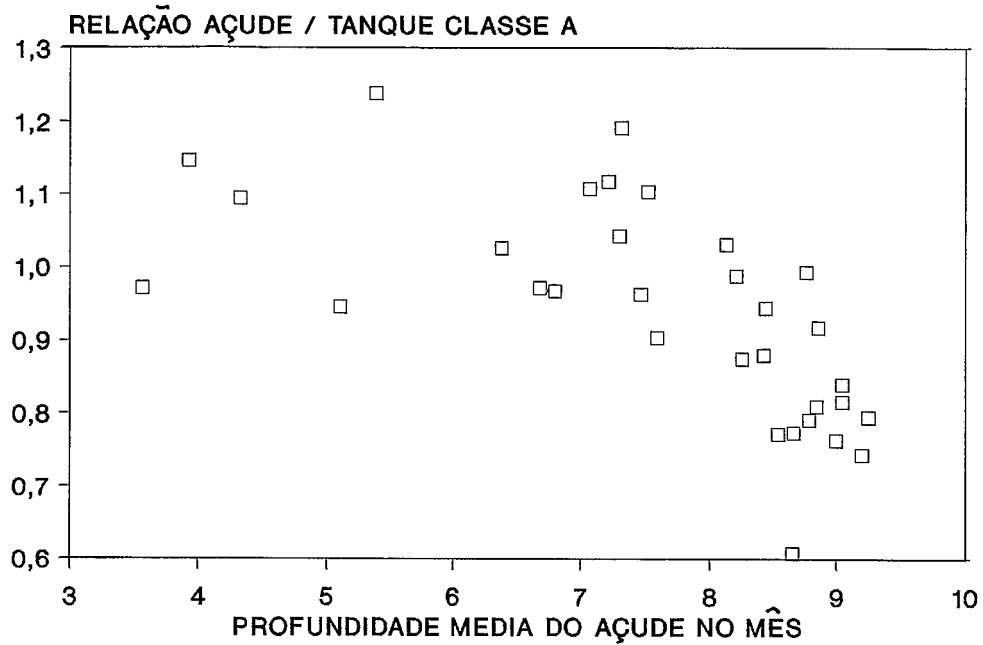


Figura 36 - Relação \tilde{K}_a (Profundidade)

RELAÇÃO \tilde{K}_a / PROFUNDIDADE AÇUDE MOQUEM (TAUÁ)

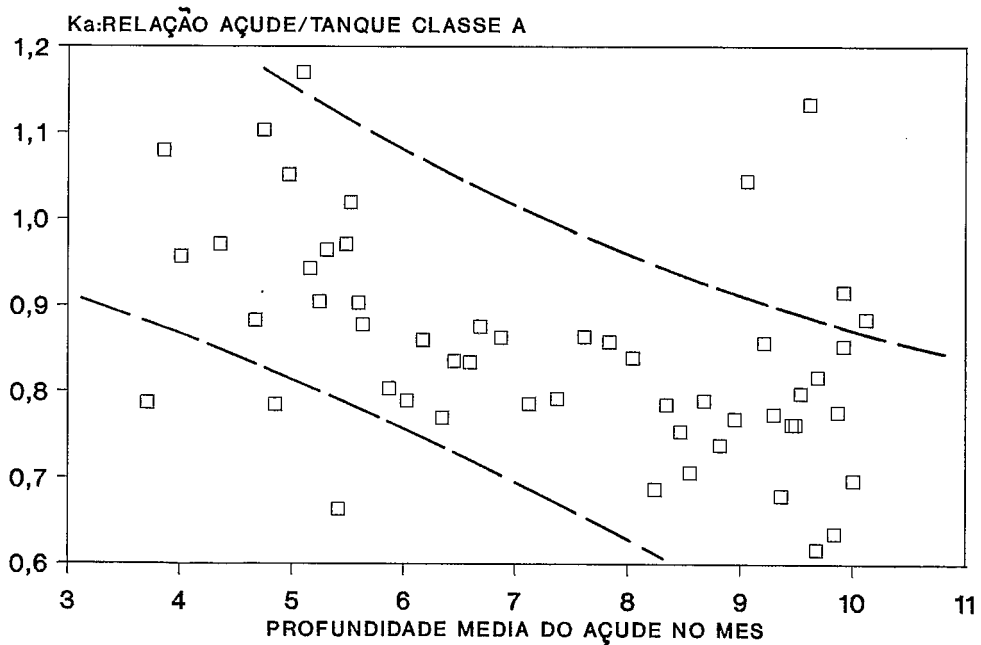


Figura 37 - Relação \tilde{K}_a /Profundidade

RELAÇÃO K_a / SUPERFÍCIE AÇUDE MOQUEM (TAUÁ)

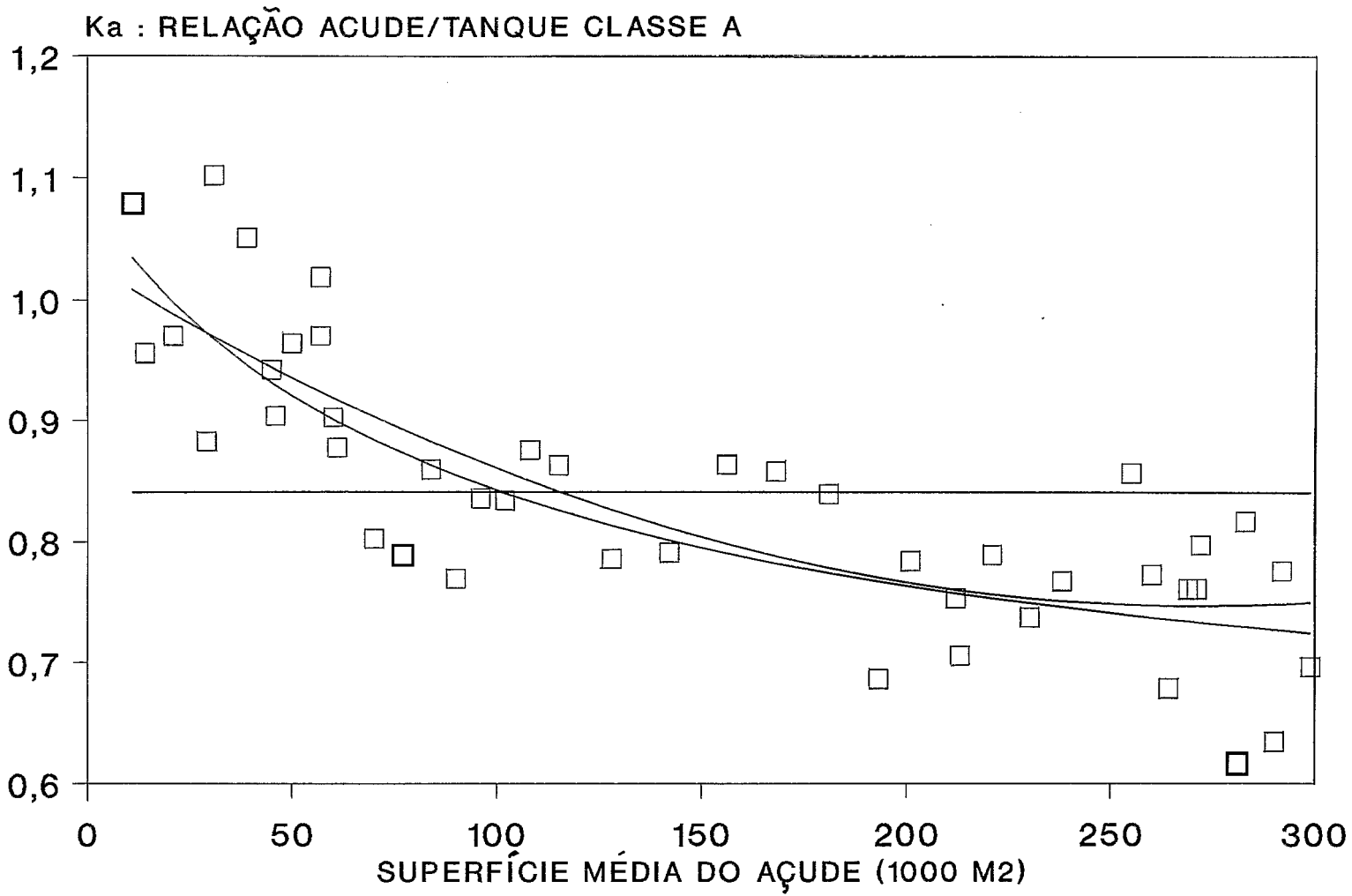


Figura 38 - Relação K_a (superfície)

Os valores relativos a $S = 1$ dependem do tipo de curva escolhida; a parábola (curva 2) tem evidentemente faixa de validade restrita.

Observa-se agora que os açudes estudados por Leimbock e Girard têm grande dimensões e pertencem à faixa superior, condizendo com a média de 0.75. A média, geral 0.85, obtida para o açude Moquem, para um acervo de varios meses em que o açude apresentava espelhos d'água de tamanho diferentes, ocultava essa variação.

Análise do problema:

Para uma melhor compreensão do problema, se pode recorrer ao gráfico da Figura 39, que mostra a variação do coeficiente $K_a = \text{EVINF}/\text{EVT}$, em função da superfície do açude. Visto de outra maneira ele mostra, para uma evaporação do tanque constante, como varia o rebaixamento natural do açude em função da sua superfície.

A curva inferior (1) representa a variação teórica da evaporação EVA na ausência total de infiltrações, e a curva superior (2) a variação real de EVINF.

Pode-se fazer as seguintes observações:

- 1) Para uma superfície máxima, as perdas por evaporação são consideráveis e as infiltrações desprezíveis; o valor 0.7 é o resultado do efeito tamanho e do efeito térmico. Este valor não constitui um valor limite: o valor encontrado por Pouyaud (1987) para o Lago Bam (Burkina Fasso) que tem extensão de 25 Km², é de 0.68, enquanto que para o Lago Tchad, de dimensão ainda mais considerável, o valor de K_a baixa para 0.59.

Entretanto, as variações de K_a além de 20 ha são muito fracas e pode-se adotar um valor limite de 0.7, compatível com as observações efetuadas sobre represas de algumas dezenas de hectares. Este valor limite depende, em particular, da proporção da energia advectiva no balanço energético.

- 2) Quando o açude baixa o seu nível, observa-se uma variação de K_a . Se o tamanho do açude diminui tende a aproximar-se do tanque e, portanto, o "efeito tamanho" e o "efeito térmico" também diminuem, elevando a evaporação média na superfície da represa.

VARIAÇÃO DE EVINF/EVT COM A SUPERFÍCIE

AÇUDE MOQUEM (TAUÁ-CE)

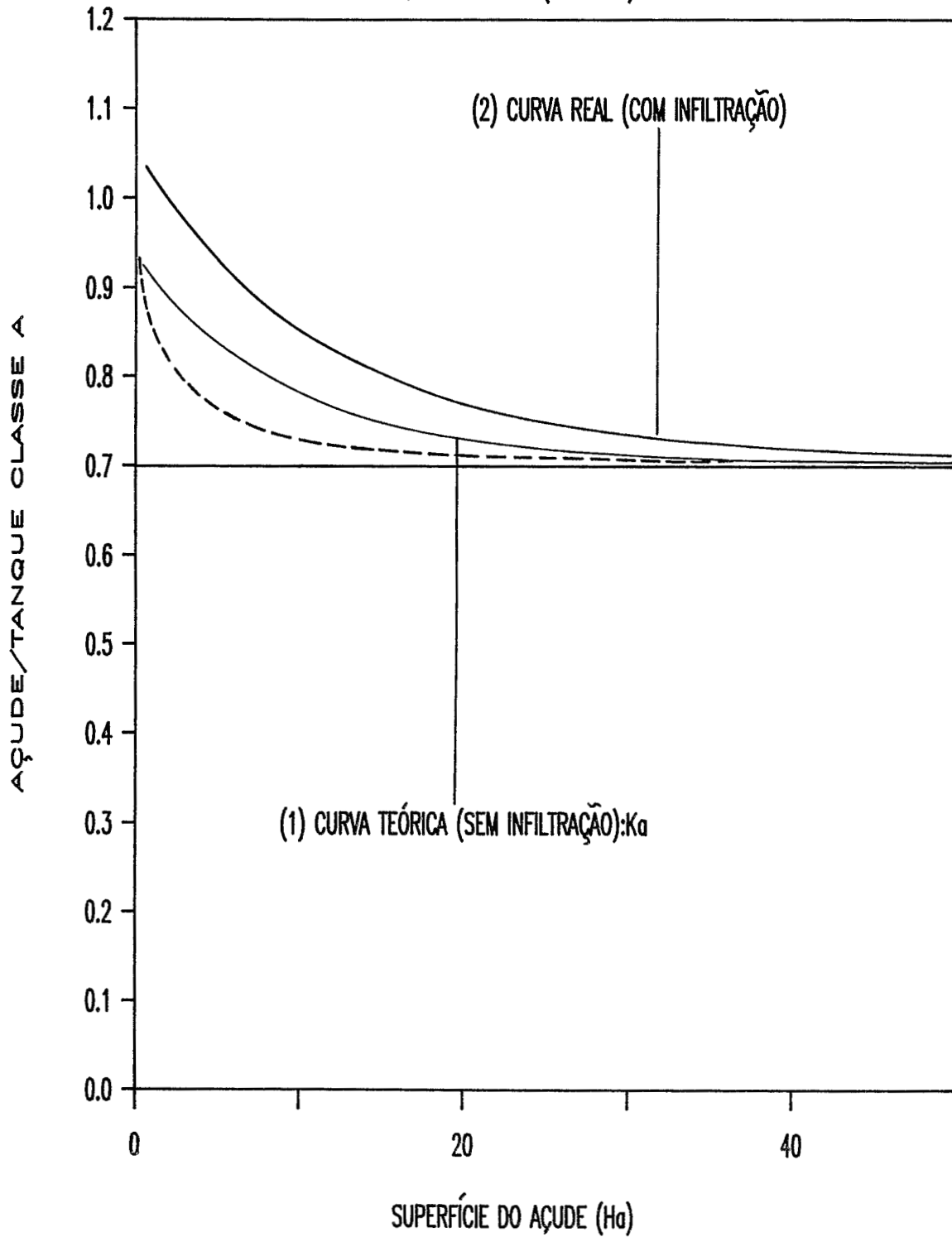


Figura 39 - Variação de EVINF/EVT com a Superfície

- 3) Quando o açude (sem infiltração) reduz-se a alguns metros quadrados, a relação deve aproximar-se de 0.95. Esta diferença de 5% com o tanque Classe A é aproximadamente a relação entre o tanque Classe A e o tanque Colorado que fica enterrado; deve-se isto ao fato, já evocado, do tanque Classe A ser colocado a 15 cm acima do solo e estar, assim, mais sujeito a intercâmbios energéticos. Observações efetuadas no Ceará (Aragão 1975) indicaram uma relação de 6% entre o tanque classe A e o tanque enterrado, valor também encontrado por Pouyaud (1987) que achou uma diferença de 5%.

Essa colocação é, na realidade, teórica, já que ao se reduzir a uma poça, a água se torna extremamente barrenta, o que modifica também a sua evaporação.

Nota-se a forma da curva nas proximidades da origem: há uma descida relativamente brusca que indica que o efeito tamanho se manifesta bastante rapidamente. Entretanto, há na literatura indicações de que um tanque enterrado de 20 m² e 2 m de profundidade tem evaporação semelhante à de um grande açude (VILLA NOVA, 1980) (W.MO, 1966), o que pode parecer abusivo em condições de advecção importante. Existe dúvida de que a forma da curva seja tão extrema como figurado em tracejado na Figura 39. De fato, é mais lógico pensar que a transição até um microclima úmido (lago de grande extensão) é mais progressiva, o que pode ser justificado a partir da abordagem da chamada relação complementar (Morton, 1983) (Trovati, 1987), cujo comentário foge do âmbito do nosso estudo. De qualquer modo, a presença de infiltrações impede, no nosso exemplo, a obtenção de uma informação mais precisa sobre este problema.

- 4) Para levar em conta o papel da infiltração, deve-se conhecer a variação dessa perda com a profundidade. Considerando uma lei do tipo $VINF = bH^c$, (onde VINF é o volume infiltrado, H a profundidade do açude), a lei cota volume $V = 94 H^{3.94}$, referente ao açude Moquem, obtém-se uma lâmina de infiltração $INF = VINF/S$ que varia com $H^{(c - 2.94)}$. Para um valor de $(c - 2.94)$ negativo, como é provável para um açude deste tipo (ver segunda parte), as infiltrações contribuem cada vez mais para a lâmina de rebaixamento na medida em que o nível do açude baixa, levando ao afastamento das duas curvas.

Percebe-se que a dificuldade reside na impossibilidade de separar e distinguir quantitativamente a influência respectiva das infiltrações e dos "efeitos tamanho e térmico", ambos os fatores contribuindo à diminuição do coeficiente K_a quando a superfície aumenta. A razão disto reside no fato da precisão dos dados medidos ser da ordem de grandeza dos fenômenos que se quer evidenciar. Em decorrência disso, a distância entre as curvas 1) e 2) é apenas qualitativa.

O acude Aracé (CE), na bacia de Juatama, fornece uma informação complementar interessante: observações cuidadosas (GIRARD 1966), conduzidas durante 10 meses (agosto 1964 - maio 1965), deram um coeficiente K_a de 0.81. Neste período, a superfície do espelho d'água variou entre 6 e 9 ha. O açude Aracé não apresenta nenhum sinal de revência no baixio à jusante e, conseqüentemente, tem um K_a um pouco inferior ao coeficiente correspondente ao acude Moquem para uma mesma faixa de superfície (5-10 ha).

4.7 - Variação mensal de K_a

O raciocínio desenvolvido em torno do gráfico 39 pressupõe, na realidade, que se o açude encontra-se com a mesma cota em duas épocas diferentes (março e novembro por exemplo) em que evaporações do tanque sejam iguais, os rebaixamentos $EVINF$ também serão iguais. Essa hipótese está implícita no fato de trabalhar com valores relativos $EVINF/EVT$ que permitem livrar-se da variação de EVT (se tivéssemos estudado as variações $EVINF(S)$, teria sido impossível separar o "efeito tamanho" da própria variação da evaporação no decorrer do ano).

Pode-se pensar que em períodos de umidade mais alta e de vento mais fraco (que de fato coincidem - ver 1.1), a relação $K_a = EVINF/EVT$ será diferente daquela obtida nos meses mais secos e mais ventilados. O aumento do efeito advectivo afeta, de fato, igualmente o tanque e o açude, porém **com a diferença** do efeito tamanho, no que concerne a este último.

O efeito da diminuição do poder evaporante do ar à medida em que ele varre a superfície, poderia ser maior no verão, induzindo uma diferença ($EVT - EVA$) maior e, conseqüentemente, um K_a menor. O exemplo do Lago Bam, já mencionado e estudado com grande precisão, evidenciou uma variação de K_a , ficando em 0.80 durante o período chuvoso e em 0.59 durante a estação seca, com média anual de 0.68 (Pouyaud 1986).

Para testar esta hipótese, efetuou-se a média dos Ka no período setembro-dezembro, mais seco e mais ventilado, e comparou-se à média do período janeiro-agosto. Tentando-se evitar que se destaque uma eventual variação que apenas espelhe uma variação de H, calculou-se também a média das profundidades neste período; obteve-se a Tabela 17.

TABELA 17

Variação de Ka com a estação

AÇUDE	EVINT/EVT		PROFUNDIDADE (m)	
	Jan/Ago	Set/Dez	Jan/Ago	Set/Dez
Uruçu.....	.94	.94	7.58	7.53
Jatobá.....	.87	.87	6.08	5.87
Juá.....	.95	.95	6.89	6.29
Moquem.....	.85	.84	7.67	6.98
João Fragoso	1.00	.94	6.32	6.49
Conceição....	.88	.81	-	-

As Figuras 40 e 41, apresentam a variação mensal do coeficiente Ka para os 6 açudes estudados. Os números associados a cada ponto indicam o número de meses que foi contemplado para o cálculo da média.

Os resultados obtidos não permitem discernir qualquer variação significativa de Ka, embora os coeficientes relativos aos dois últimos açudes apontem para uma certa discrepância.

Não foi possível evidenciar a oscilação do coeficiente Ka, relativa ao açude Forquilha, estudada por Leimbock e discutida por Campello (1979); é provável que o fenômeno se manifeste para açudes de grande tamanho, já que o açude Forquilha tem um espelho d'água de 200 ha; é também possível que a grandeza do efeito seja inferior à margem de erro.

Relação ETP Hargreaves/Evaporação do açude

A partir da discussão do parágrafo anterior propõe-se considerar um coeficiente (Ka) variando com (S), como mostrado na Tabela 18. Esta tabela apresenta um valor médio razoável, suficiente para uma primeira estimativa. Valendo-se de uma relação média de 0.6 entre EVT e ETPh, pode-se avaliar a evaporação dos açudes a partir dos dados de Hargreaves pelo coeficiente EVA/ETPh fornecido na Tabela 18.

VARIAÇÃO MENSAL DE Ka (1)

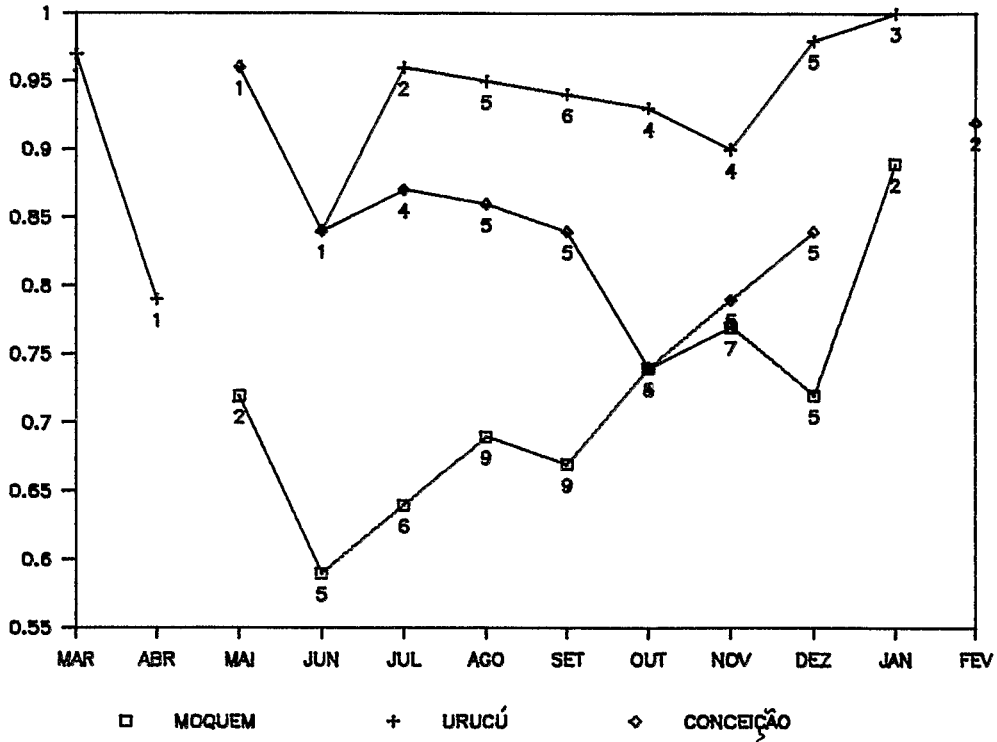


Figura 40 - Variação Mensal de Ka (1)

VARIAÇÃO MENSAL DE Ka (2)

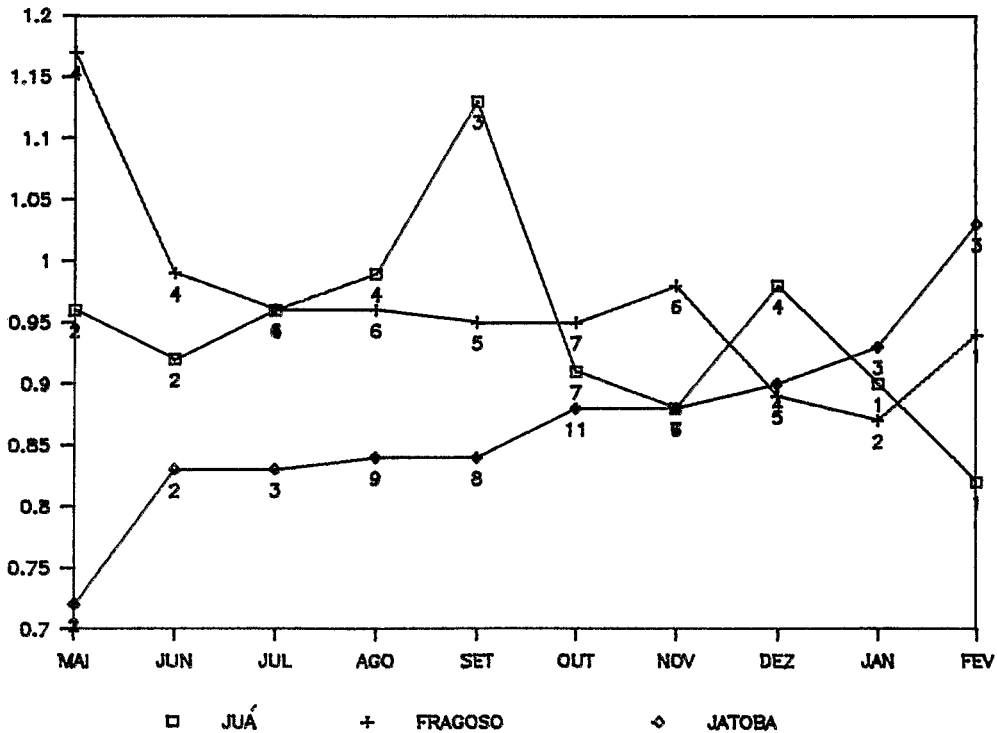


Figura 41 - Variação Mensal de Ka(2)

TABELA 18

Variação de Ka com a superfície (S)

S(ha)	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50
Ka.....	.9	.85	.80	.75	.70
EVA/ETPh...	1.5	1.43	1.33	1.25	1.16

Enfim, para fins informáticos, propomos a utilização da fórmula calibrada seguinte:

$$K_a(S) = .9 - .165 \text{ Arctg} (2*S(\text{ha})/30)$$

Entretanto, ressalva-se novamente as restrições devidas à incerteza relativa à importância das infiltrações e, também, ao fato de que essa lei poderá ser um pouco diferente para um outro açude.

PARTE II - AVALIAÇÃO DAS PERDAS POR INFILTRAÇÕES

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

As perdas por infiltração nas represas constituem um fator de difícil avaliação, mas de suma importância, já que para a quase totalidade dos pequenos reservatórios constata-se rebaixamentos bem superiores aos resultantes da evaporação.

Evidenciaram-se, na primeira parte deste trabalho, perdas por infiltração da ordem de 10% dos volumes evaporados em três açudes, de aproximadamente um milhão de m³.

Estudar-se-á, nesta parte, as perdas por infiltração de um grande número de pequenos açudes, para ter uma idéia de sua importância e da sua variabilidade. Em primeiro lugar focalizar-se-á sobre a teoria relativa à variação e às causas da infiltração.

1.1 - Causas das infiltrações

As infiltrações podem ocorrer principalmente em três situações diferentes.

- Na própria bacia hidráulica do açude, através de intercâmbios com lençóis freáticos laterais situados nas encostas da bacia.
- No leito do riacho, por baixo da parede da represa.
- Através da própria parede do açude.

A natureza da região cristalina do Nordeste, na qual encontra-se a quase totalidade dos açudes, indica que as perdas na bacia devem ser de pouca ocorrência. De fato, os solos rasos encontram-se em contato com o embasamento cristalino de tal maneira que, após umedecimento lateral, no momento do enchimento do açude, podem-se descartar maiores infiltrações.

Essa afirmação perde sua validade se houver presença de alguma falha no embasamento, sendo esta possibilidade, real uma vez que os riachos (de certa importância) correm, às vezes, ao longo das próprias falhas geológicas.

No que diz respeito às perdas através da parede, pode-se considerá-las mínimas, já que tal fenômeno, ao deixar de ser desprezível, provoca geralmente, tarde ou cedo, o arrombamento da obra.

As perdas por baixo da parede podem, conseqüentemente, ser consideradas responsáveis pela maior parte das perdas por infiltração: elas ocorrem na zona de contato mais ou menos definida entre o embasamento cristalino e o alicerce (ou fundação da parede).

Aparecem como causas principais do fenômeno, falhas na execução do alicerce - compactação insuficiente do material de construção, e vedação imperfeita da base rochosa.

Entretanto, mesmo para obras bem executadas, existem algumas perdas, a nível da camada de alteração da rocha.

Deve-se citar, ainda, o caso particular de perdas importantes, resultantes de um formigueiro ou de galerias cavadas por pequenos animais.

1.1.1 - Variação da infiltração com a profundidade

Uma das principais questões, acerca da avaliação quantitativa das infiltrações, diz respeito à variação do volume infiltrado (VINF) em função da profundidade do açude (H).

Existem na literatura várias hipóteses (proporcionalidade com a profundidade (H), com H^2 , com a superfície (S) ou o volume (V) do açude). Tais considerações, geralmente sem fundamento, só têm validade, na medida em que permitem integrar as equações diferenciais (Stolf, 1977) (Santiago, 1984).

Para um vazamento localizado pode-se considerar que o volume infiltrado (VINF) é aproximadamente proporcional à coluna d'água, isso em decorrência da Lei de Darcy, conforme esquematizado na Figura 42.

Para um vazamento considerado uniforme ao longo da linha de contato embasamento/alicerce deve-se efetuar o cálculo simples seguinte: considera-se primeiramente, um perfil em forma de V; para cada trecho infinitesimal dl computa-se um volume infiltrado de $dV = k.h.dl$, onde:

- k é um coeficiente de proporcionalidade (coeficiente de Darcy por unidade de comprimento)
- h é a altura d'água, acima do ponto considerado

Obtém-se o volume VINF por integração no perfil, como indicado na Figura 43.

$$VINF = \int_0^H k.h.dl = \frac{K}{\cos\theta} \int_0^H h.dh = k.H^2/(2.\cos\theta)$$

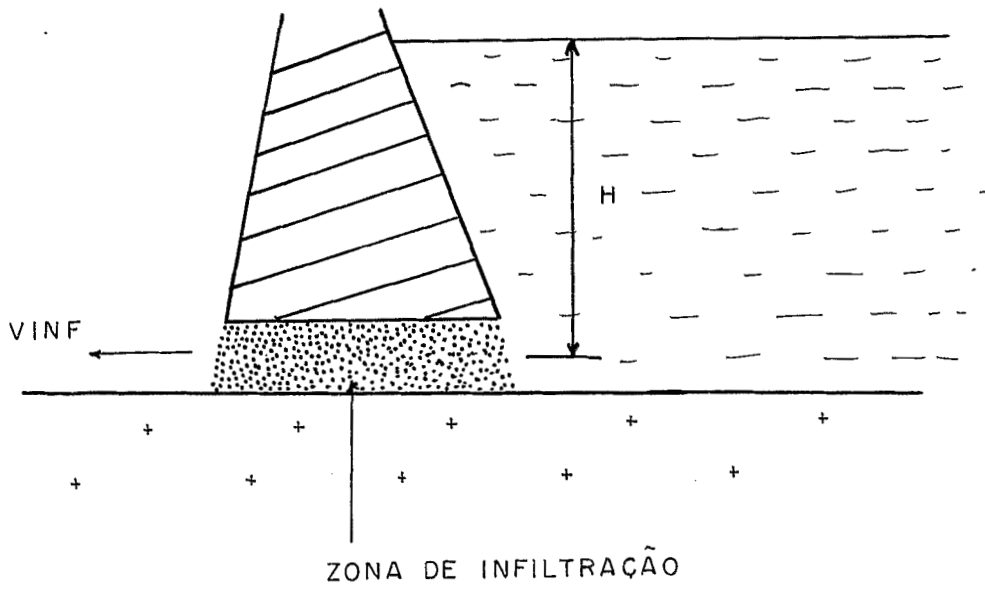


Figura 42

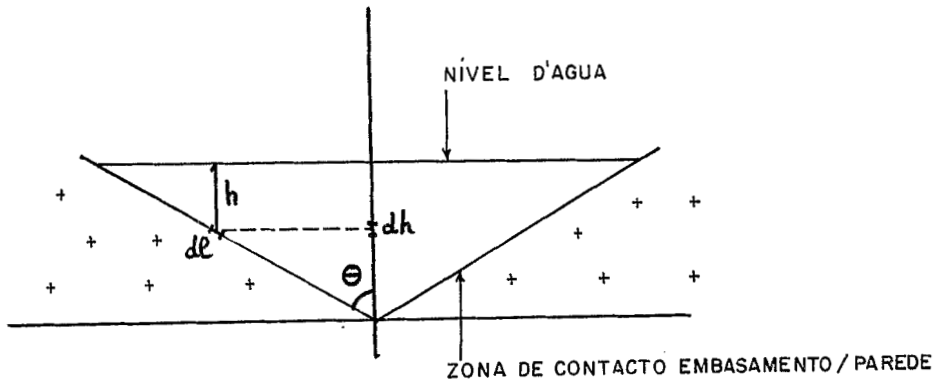


Figura 43

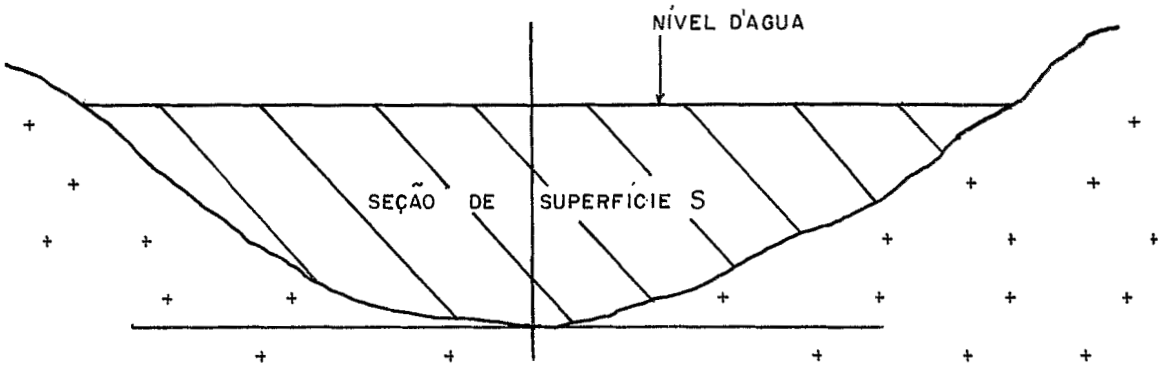


Figura 44

O Volume (VINF), sob essas hipóteses, é proporcional ao quadrado da profundidade total, sendo essa lei, resultante do duplo aumento, com H, da carga hidráulica e do perímetro molhado. Retomando o cálculo para um perfil qualquer (Figura 44) observa-se que $\int hdl$ corresponde aproximadamente, (em virtude da forma quase retilínea da curva) à **superfície molhada da parede**; estabelece-se, neste caso, uma relação mais geral de quase proporcionalidade entre (VINF) e essa superfície. Na realidade é provável que as zonas em que ocorrem as infiltrações sejam diferentes para cada açude e que, além do mais, o coeficiente k varie ao longo do perfil.

Vale salientar, um caso particular encontrado com bastante frequência, na prática: muitas observações indicam vazamentos "nas pontas" da parede que vêm a se manifestar, quando o açude está cheio, e quando a água alcança as extremidades da parede. Essas perdas, desaparecem quando o nível d'água baixa.

Uma explicação provável, para este fenômeno está relacionada com a construção da represa; a Figura 45, representa o corte do vale, a nível de barramento e destaca as várias camadas presentes: embasamento, rocha alterada e aluviões. Ao se cavar a trincheira de vedação, negligencia-se as vezes de prolongá-la até as extremidades da futura parede, provocando assim, futuros vazamentos.

Semelhante esquecimento, quando se trata da ampliação do açude, resulta num efeito idêntico. Uma ampliação mal feita (muitos açudes são construídos no lugar de um barreiro já existente) pode também fazer com que haja um vazamento importante, na zona de contato entre o antigo aterro, e o novo. Para evitar isso, o barreiro deve ser devidamente escarificado e cortado na sua superfície, de maneira a permitir melhor contato e vedação com o aterro novo.

Também pode ocorrer o caso de um vazamento localizado, com revência persistente, por exemplo, no caso de uma má vedação a nível do leito menor, (veia de areia).

Em resumo, fica difícil determinar a priori a variação de (VINF) em função da profundidade, visto que cada caso real vai apresentar uma configuração totalmente diferente da outra. Entretanto, pode-se imaginar que, para cada caso, existe uma lei $VINF = bH^c$ com (c); variando entre 1 e 2.

PERFIL DE UM VALE ALUVIAL
COM SEÇÃO DA PAREDE DO AÇUDE

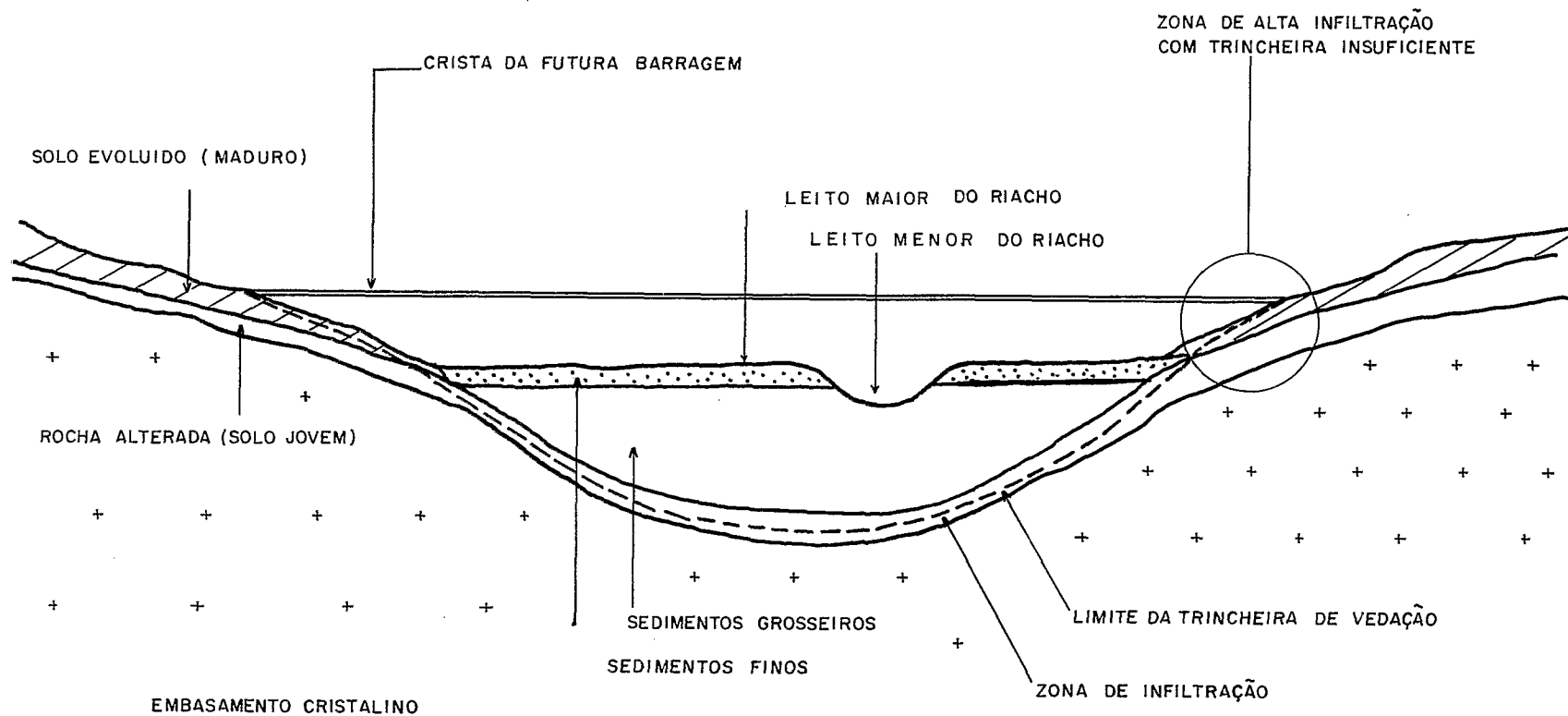


Figura 45 - Perfil de um vale Aluvial
Com Seção da Parede do Açude

1.2 - Avaliação da infiltração

Para determinar as infiltrações em uma dada represa, pode-se utilizar vários métodos, entre os quais o método do balanço hídrico, e o método baseado na medição da concentração salina da água do açude. As variáveis utilizadas são idênticas às da primeira parte e encontram-se no fim do texto).

1.2.1 - O Método do balanço hídrico (Método nº 1)

O Método do balanço hídrico, consiste em observar o rebaixamento (REBOB) do nível de água, durante um determinado período, acrescentando-se as chuvas eventuais para obter um valor corrigido (EVINF) que representa a soma da evaporação (EVA) e das infiltrações (INF). Para isso, deve-se escolher um período em que não ocorram escoamentos, com chuvas limitadas (inferiores a 20 mm), e sem utilização hidroagrícola. O volume de abastecimento é, de maneira geral e em particular nos casos estudados mais adiante, desprezível. (Ver 1.5.1).

Avalia-se o termo (INF), após estimar a evaporação (EVA) a partir da evaporação (EVT) de um Tanque Classe A, $EVA = K_a.EVT$, onde K_a , é um coeficiente que depende principalmente do tamanho do açude, e da sua exposição ao vento (ver parte 1):

$$INF = EVINF - EVA = EVINF - K_a.EVT$$

1.2.2 - O Método do balanço químico (Método nº 2)

Para um açude sem infiltração, a massa total de sais dissolvidos nele contida, permanece constante depois do inverno (na ausência de precipitações), até que seja abastecido por novos escoamentos. De fato, a evaporação não afeta as moléculas de sal e pode-se considerar que, para regiões sertanejas distantes do mar, a água das chuvas é desprovida de sal. Neste caso, quando o volume represado (V) reduz-se à metade, a concentração (C) dos sais é multiplicada por dois; de maneira geral temos:

$$C.V = \text{Massa salina} = \text{constante}$$

Para um açude que apresenta infiltrações, entende-se que uma parte dos sais é eliminada e que se pode pensar em avaliar este volume infiltrado a partir do balanço químico do açude.

A perda da massa salina entre o instante inicial (volume V1, concentração C1) e o instante final (volume V2, concentração C2) corresponde a uma perda por infiltração (VINF) considerada de concentração média $\frac{C1 + C2}{2}$, ou seja:

$$C1.V1 - C2.V2 = \frac{C1 + C2}{2} . VINF \quad (1)$$

Essa equação, impõe que o período considerado não seja muito longo para que se possa considerar uma concentração média $\frac{C1+C2}{2}$.

Caso contrário, a variação de (VINF) com a profundidade, pode manifestar-se e distorcer o resultado.

É preciso aplicar este raciocínio, e essa equação a um sal que apresente boa estabilidade; na prática, levar-se-á apenas em consideração, o cloro e o sódio fora dos seus limites de precipitação.

1.3 - Comparação entre dois métodos

O primeiro método requer dados de observação linimétrica e dados evaporimétricos de um Tanque Classe A. Ele dependerá dos erros inerentes às medições no tanque e também da incerteza relativa à escolha do coeficiente Ka.

O segundo método, acarreta erros relativos à coleta, conservação, e análise da água, bem como erros decorrentes da avaliação do volume armazenado no açude. Na prática utiliza-se fórmulas do tipo $V = KH^\alpha$ calibradas a partir de levantamentos topográficos (Molle, 1987).

Os dois métodos, foram aplicados a vários açudes das bacias de Sumé (PB) e Tauá (CE). As séries de análises químicas foram obtidas por Laraque (1989).

1.3.1 - O caso do açude Moquém

Dispõe-se, para o açude Moquem, de uma série de 10 análises químicas, obtidas a partir de amostras coletadas, no período 04/87 a 02/88, período em que não houve abastecimento por escoamento. A Tabela 19, apresenta todos os resultados relativos a essa série de 10 análises:

TABELA 19

Evolução da concentração em Cloro e em Sódio do açude
Moquém aplicado à determinação das infiltrações

DATA	H (1)	V (2)	S (3)	CH (4)	NU.DIA (5)	CL (6)	NA (7)	CL/CLo (8)	NA/NAo (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)	EVT (mm)	EVINF/EVT	
09/04/87	8.58	463400	215800			45.00	23.40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000											
15/05/87	8.42	426600	206200	51.00	35		26.00		1.111	1.086	1.111	1.088	-564	47561	10761	48125	-16	8.50	-0.01	-0.01	234	0.96	
15/06/87	8.24	390000	195549	29.30	31	51.50	29.20	1.144	1.248	1.188	1.196	1.178	4186	42486	5886	38299	135	8.33	0.10	0.11	214	0.99	
15/07/87	8.08	358000	185610	25.10	30	56.00		1.244		1.294	1.244	1.266	4869	36784	4784	31915	162	8.16	0.13	0.15	263	0.73	
16/08/87	7.80	307333	168184	1.80	32	61.00	33.40	1.356	1.427	1.508	1.391	1.436	8865	50985	318	42120	277	7.94	0.17	0.21	210	1.37	
15/09/87	7.60	275000	155728	0.00	30	68.00	38.00	1.511	1.624	1.685	1.568	1.572	6058	32333	0	26275	202	7.70	0.19	0.23	234	0.85	
22/11/87	6.96	198000	121550	0.00	67		50.00		2.137	2.340	2.137	2.049	14596	77000	0	62404	218	7.28	0.19	0.23	564	0.98	
13/12/87	6.80	175666	112259	0.00	21	100.00	51.00	2.222	2.179	2.638	2.201	2.258	4224	22334	0	18110	201	6.88	0.19	0.23	156	1.22	
17/01/88	6.51	143300	98500	0.00	35	120.00	68.80	2.667	2.940	3.234	2.803	2.666	5948	32366	0	26418	170	6.66	0.18	0.23	282	1.09	
14/02/88	6.34	125450	91487	25.00	28	130.00		2.889		3.694	2.889	2.974	3185	20225	2375	17040	114	6.43	0.16	0.19	200	1.06	

(1):PROFUNDIDADE DO ACUDE
(2):VOLUME DO ACUDE
(3):SUPERFICIE DO ACUDE
(4):CHUVA

(5):NÚMERO DE DIAS ENTRE
DUAS ANÁLISES
(6):CONCENT.EM CLORO(mg/l)
(7):CONCENT.EM SODIO(mg/l)

(8):CONC.RELATIVA EM CLORO
(9):CONC.RELATIVA EM SODIO
(10):FATOR DE REDUÇÃO VOLUMICO
(11):MEDIA CORRIGIDA DAS CONCENT.

(12):CONCENTRAÇÃO RELATIVA CALCULADA
COM CURVA DE REGRESSÃO
(13):VOLUME DE INFILTRAÇÃO CALCULADO
(14):EVAPORAÇÃO+INFILTRAÇÃO (M3)

(15):VOLUME DE CHUVA
(16):VOLUME EVAPORADO
(17):VOLUME INFILTRADO/DIA
(18):PROFUNDIDADE MEDIA

- As colunas (1),(2),(3) fornecem a cota (H), a superfície (S), o volume (V) do açude no dia da coleta d'água.
- As colunas (4) e (5), indicam o número de dias separando duas coletas e as chuvas ocorridas (em mm) neste período.
- As colunas (6) e (7) apresentam as concentrações em cloro e sódio (eliminou-se os valores absurdos), as colunas (8) e (9) os fatores de concentração (ou concentração relativa) do Cloro e do Sódio (ou seja, a concentração atual, no dia da coleta d'água, dividida pela concentração inicial, e na coluna (10) o fator de concentração volumétrica (volume inicial sobre volume atual). As variações da concentração salina relativa aos meses de maio e junho/87 não têm validade, já que as variações a serem evidenciadas são, nesses meses, bem inferiores à margem de erro das análises químicas. A Figura 46 mostra a evolução desses fatores de concentração.
- A coluna (11) apresenta um valor médio da concentração relativa calculado a partir das concentrações em Cloro e Sódio e a coluna (12), um valor homogeneizado, calculado a partir de uma função potência ajustada a esses valores da coluna (11) e apresentada graficamente na Figura 47.
- A partir dessa série de concentrações e ainda dos volumes correspondentes da coluna (2), obtém-se, para cada período entre duas análises, um valor do volume infiltrado (VINI), mediante a fórmula (1) exposta acima (coluna 13).
- As colunas (13),(14),(15) e (16) fornecem o volume infiltrado, o volume perdido (rebaixamento total), o volume da chuva e o volume evaporado a cada período.
- Obtém-se uma lâmina de infiltração (INF) da ordem de 18% do rebaixamento EVINI (coluna 19). A superfície do açude variando entre 20 e 10 ha, a relação EVA/EVINI é da ordem de 0.8 (Figura 38).

Valendo-se desses valores, calcula-se uma relação Açude/Tanque

$$\frac{EVA}{EVT} = \frac{EVINI - INF}{EVT} = (1 - .18) \frac{EVINI}{EVT} = 0.82 \times 0.80 = 0.66$$

O valor encontrado é bastante baixo. O valor da infiltração (18% do rebaixamento), parece muito elevado com relação à observação do local. Mesmo desconhecendo o valor real de K_a , verifica-se que valores de K_a de 0.7 ou 0.75 correspondem a infiltrações de 13.5% e 6% de EVINI, o que parece apontar para uma superavaliação das infiltrações.

VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES RELATIVAS

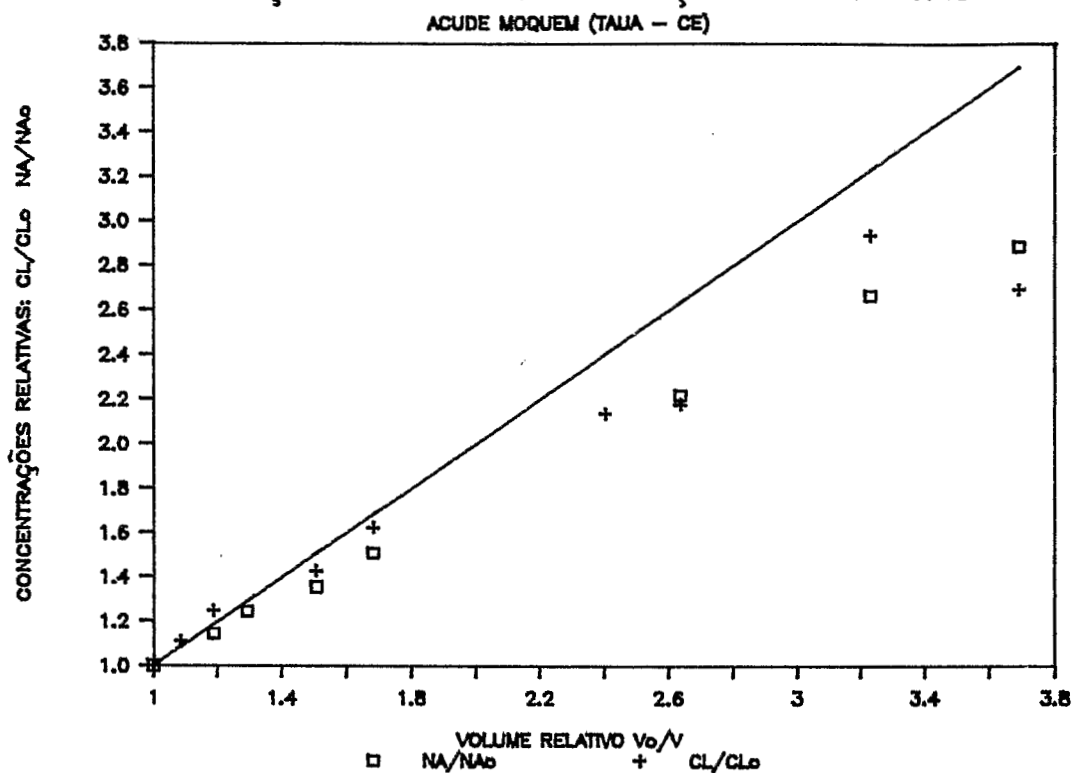


Figura 46 - Variação das Concentrações Relativas

CONCENTRAÇÃO CORRIGIDA E REGRESSÃO

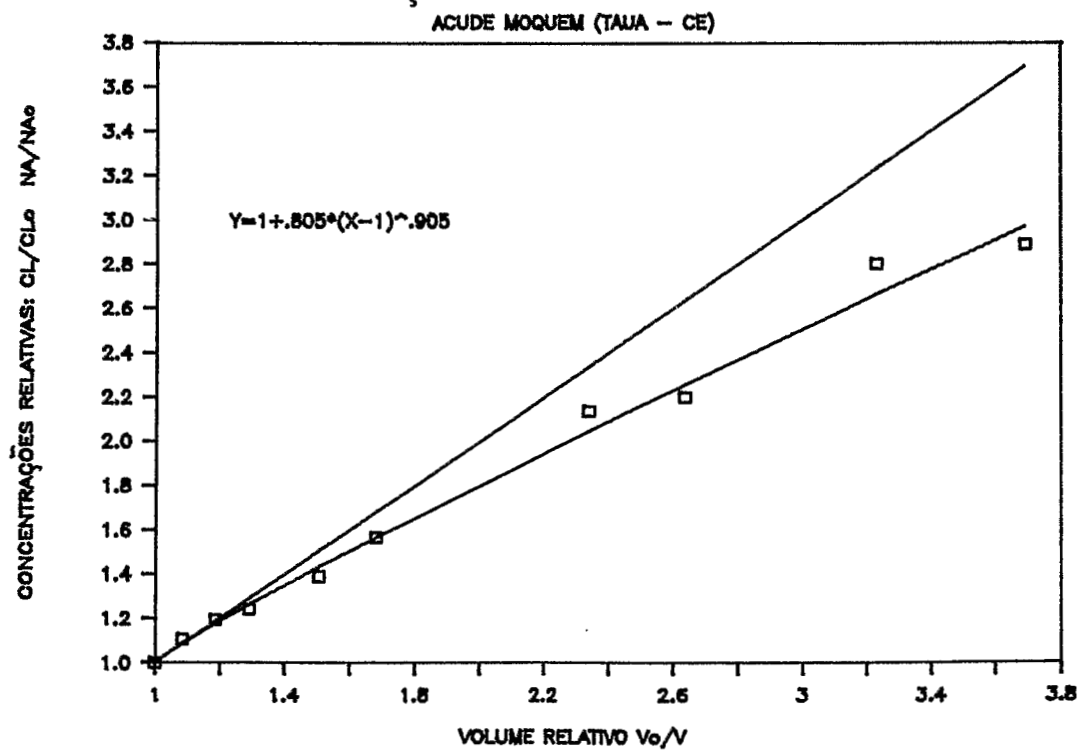


Figura 47 - Concentração Corrigida e Regressão

- Vale notar a variação de (INF) em função de H indicada pela Figura 48; Haja visto o pequeno número de pontos e a fraca amplitude da variação de H no gráfico, fica difícil concluir. Observa-se entretanto que a variação é conforme à esperada.
- A evaporação do tanque (EVT), para o período estudado é bastante inferior ao valor médio e a relação EVINF/EVT ficou muito elevada (em média 0.93), com relação à média de 0.82 relativa à faixa 10 - 20 ha. Infelizmente, inexistem dados da Rede Hidrometeorológica para o período considerado.

1.3.2 - Os Açudes Marmeleiro Velho e Sacada

Estudou-se, em segundo lugar, o açude Marmeleiro Velho situado na Bacia Hidrográfica Representativa de Sumé(PB), que vem sendo monitorado pela SUDENE e, para o qual dispõe-se de dados linimétricos desde 1981 e de oito análises de água sucessivas, coletadas de maio/88 a dezembro/88.

Um levantamento topográfico detalhado do açude permitiu determinar a relação cota/volume: $V = 2581 \times H^{2.63}$.

A Tabela 20, fornece uma estimativa da infiltração para cada um dos 39 meses de observação, após um processamento dos dados, semelhante ao apresentado na primeira parte para o açude Moquem.

- constata-se que a média da taxa de infiltração (INF/EVINF) ficou em 23% e a média da relação EVINF/EVT em 1.07. Vale ressaltar também a grande variabilidade da variável (INF) e a necessidade de um grande número de observações.

A Tabela 21, apresenta os resultados obtidos após aplicação do método 2 a oito análises de água sucessivas :

A média da taxa de infiltração, para os sete períodos sucessivos (coluna (19) ficou em 34%, ou seja 50% a mais que o valor estabelecido pelo primeiro método. A evolução das concentrações relativas é mostrada pela Figura 49.

Como possível explicação desta discrepância, pode-se destacar a grande sensibilidade da taxa de infiltração à variação do coeficiente Ka (relação Evaporação Açude/Tanque). Uma variação de 1% do valor de Ka induz a variação no valor de INF (ou de INF/EVINF) de 4.5%; de maneira geral, quanto mais baixa a infiltração, mais sensível será este fenômeno.

TABELA 20

Comparação Açude/Tanque: açude Marmeleiro Velho-Sumê(PB)

MES	NMES	CHUVA	NI	NF	NDIAS	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ EVT	EVT/ ETP	SUP	HAB	VINF
1/88	1	11.00	4.81	4.50	31	10.00	5.60	4.66	10.33	10.70	2.70	0.25	1.07	1.79	58662	3.76	158
3/82	3	0.00	5.66	5.43	31	8.35	3.80	5.55	7.67	7.67	0.99	0.13	0.92	2.20	82972	4.65	82
5/85	5	12.50	8.17	8.03	31	4.44	3.50	8.10	4.67	5.08	1.53	0.30	1.14	1.27	169510	7.20	260
6/81	6	0.00	7.75	7.54	30	7.81	3.60	7.65	7.24	7.24	0.99	0.14	0.93	2.17	152400	6.75	151
6/82	6	0.00	5.94	5.78	30	4.36	3.60	5.86	5.52	5.52	2.03	0.37	1.27	1.21	92338	4.96	187
6/84	6	7.20	5.39	5.21	30	4.65	3.60	5.30	6.21	6.46	2.74	0.42	1.39	1.29	75958	4.40	208
7/81	7	0.00	7.54	7.33	31	8.24	3.90	7.44	7.00	7.00	0.41	0.06	0.85	2.11	144742	6.54	59
7/82	7	7.40	5.77	5.58	31	5.35	3.90	5.68	6.33	6.58	2.30	0.35	1.23	1.37	86790	4.78	200
7/85	7	0.00	8.05	7.93	31	4.51	3.90	7.99	4.00	4.00	0.39	0.10	0.89	1.16	165309	7.09	65
7/87	7	18.00	6.36	6.22	31	4.97	3.90	6.29	4.67	5.27	1.29	0.25	1.06	1.27	105739	5.39	136
8/85	8	14.40	7.93	7.79	31	5.15	4.70	7.86	4.67	5.15	1.03	0.20	1.00	1.10	160397	6.96	165
8/86	8	10.00	7.69	7.45	31	5.71	4.70	7.57	8.00	8.33	3.77	0.45	1.46	1.21	149647	6.67	563
8/87	8	5.00	6.22	6.00	31	7.07	4.70	6.11	7.33	7.50	1.84	0.25	1.06	1.50	100044	5.21	184
9/81	9	0.00	7.14	6.91	30	9.79	5.30	7.03	7.93	7.93	0.10	0.01	0.81	1.85	130235	6.13	13
9/82	9	0.00	5.36	5.12	30	8.22	5.30	5.24	8.28	8.28	1.70	0.21	1.01	1.55	74277	4.34	126
9/83	9	13.40	2.21	1.87	30	10.59	5.30	2.04	11.72	12.19	3.71	0.30	1.15	2.00	8404	1.14	31
9/84	9	16.40	4.96	4.70	30	7.22	5.30	4.83	8.97	9.53	3.76	0.39	1.32	1.36	63183	3.93	237
9/85	9	0.00	7.79	7.56	30	7.82	5.30	7.68	7.93	7.93	1.68	0.21	1.01	1.48	153506	6.78	257
9/86	9	9.00	7.52	7.29	30	8.34	5.30	7.41	7.93	8.24	1.57	0.19	0.99	1.57	143660	6.51	225
9/87	9	0.00	5.99	5.72	30	8.34	5.30	5.86	9.31	9.31	2.64	0.28	1.12	1.57	92186	4.96	243
10/81	10	0.00	6.90	6.61	31	10.35	5.70	6.76	9.67	9.67	1.39	0.14	0.93	1.82	121008	5.86	168
10/82	10	5.30	5.11	4.81	31	8.95	5.70	4.96	10.00	10.18	3.02	0.30	1.14	1.57	66626	4.06	201
10/83	10	0.00	1.87	1.59	31	10.90	5.70	1.73	9.33	9.33	0.61	0.07	0.86	1.91	5010	0.83	3
10/84	10	5.40	4.69	4.30	31	9.36	5.70	4.50	13.00	13.18	5.69	0.43	1.41	1.64	54643	3.60	311
10/85	10	0.00	7.56	7.32	31	10.12	5.70	7.44	8.00	8.00	-0.10	-0.01	0.79	1.78	144922	6.54	-14
10/87	10	0.00	5.71	5.42	31	8.32	5.70	5.57	9.67	9.67	3.01	0.31	1.16	1.46	83555	4.67	252
11/82	11	0.00	4.80	4.49	30	8.52	5.80	4.65	10.69	10.69	3.87	0.36	1.25	1.47	58408	3.75	226
11/84	11	0.00	4.37	4.04	30	10.17	5.80	4.21	11.38	11.38	3.24	0.29	1.12	1.75	47642	3.31	155
11/85	11	0.00	7.32	7.03	30	11.17	5.80	7.18	10.00	10.00	1.06	0.11	0.90	1.93	135473	6.28	144
11/86	11	18.00	7.01	6.81	30	8.48	5.80	6.91	6.90	7.52	0.73	0.10	0.89	1.46	126273	6.01	93
11/87	11	0.00	5.41	5.12	30	10.60	5.80	5.27	10.00	10.00	1.52	0.15	0.94	1.83	74975	4.37	114
12/82	12	0.00	4.48	4.17	31	8.69	5.90	4.33	10.33	10.33	3.38	0.33	1.19	1.47	50494	3.43	171
12/84	12	4.00	4.03	3.62	31	10.31	5.90	3.83	13.67	13.80	5.55	0.40	1.34	1.75	39042	2.93	217
12/85	12	10.20	7.02	6.76	31	7.70	5.90	6.89	8.67	9.01	2.85	0.32	1.17	1.31	125588	5.99	358
12/86	12	1.00	6.81	6.56	31	8.51	5.90	6.69	8.33	8.37	1.56	0.19	0.98	1.44	118658	5.79	185
12/87	12	0.00	5.11	4.82	31	10.45	5.90	4.97	9.67	9.67	1.31	0.08	0.93	1.77	66759	4.07	87
MEDIAS GERAIS																	
						MEDIA	8.15	5.09	5.89	8.47	8.63	2.11	0.23	1.07	1.59	98029	
						MEDIA 6/12	8.22	5.21	5.81	8.60	8.75	2.18	0.24	1.08	1.56		
						DESVIO	2.04	0.84	1.55	2.25	2.21	1.39	0.12	0.18	0.29		
						DESVIO 6/12	2.03	0.76	1.55	2.25	2.21	1.43	0.13	0.18	0.26		

TABELA 21

Evolução da Concentração Em Cloro E Em Sódio do Açude
Marmeleiro Velho Aplicação a Determinação das Infiltrações

DATA	H (1)	V (2)	S (3)	CH (4)	NU.DIA (5)	CL (6)	NA (7)	CL/ClO (8)	NA/NAO (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)			
03/05/88	5.20	146339	80019			70	38	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000											
01/07/88	4.87	121368	71377	25.00	59		41		1.079	1.206	1.079	1.156	5587	26863	1892	21276	95	4.54	0.21	0.26			
02/08/88	4.73	111625	67820	50.00	32	80	43	1.143	1.132	1.311	1.137	1.229	2649	13223	3480	10574	83	4.30	0.20	0.25			
04/09/88	4.48	95448	61634	0.00	33	100	55	1.429	1.447	1.533	1.438	1.369	4965	16177	0	11213	150	4.11	0.31	0.44			
04/10/88	4.21	79682	55197	0.00	30	110	56	1.571	1.474	1.837	1.523	1.540	5511	15766	0	10256	184	3.85	0.35	0.54			
25/10/88	3.98	67597	49921	0.00	21	135	62	1.929	1.632	2.165	1.780	1.703	4674	12085	0	7411	223	3.60	0.39	0.63			
06/12/88	3.47	44983	38925	0.00	42	150	81	2.143	2.132	3.253	2.137	2.142	9756	22613	0	12858	232	3.23	0.43	0.76			
27/12/88	3.26	37257	34692	0.00	21	180	83	2.571	2.184	3.928	2.378	2.364	3685	7727	0	4042	175	2.87	0.48	0.91			
V=2742*(H-.5)^2.47												TOTAIS				36825	114454	5372	77629				
CURVA DE REGRESSAO=Y=1+2.8*(X^2.29-1)												INF/EVINF=32%				INF/EVA=47%				0.34	0.54		

TABELA 22

Evolução da Concentração Em Cloro E Em Sódio do Açude Sacada
Aplicação a Determinação das Infiltrações

DATA	H (1)	V (2)	S (3)	CH (4)	NU.DIA (5)	CL (6)	NA (7)	CL/ClO (8)	NA/NAO (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)			
30/06/88	99.18	67287	37382			240	88	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000											
07/08/88	99.02	61468	35358	20.00	38	280	97	1.167	1.102	1.095	1.134	1.134	-2293	6546	727	8839	-60	4.60	-0.35	-0.26			
05/09/88	98.85	55637	33254	0.00	29	325	112	1.354	1.273	1.209	1.313	1.313	-2731	5831	0	8562	-94	4.43	-0.47	-0.32			
30/09/88	98.62	48308	30486	0.00	25	340		1.417		1.393	1.417	1.417	3398	7328	0	3930	136	4.24	0.46	0.86			
01/11/88	98.34	40230	27239	0.00	32	420	140	1.750	1.591	1.673	1.670	1.670	800	8078	0	7279	25	3.98	0.10	0.11			
30/11/88	98.06	33042	24131	0.00	29	490	180	2.042	2.045	2.036	2.044	2.044	-172	7189	0	7361	-6	3.70	-0.02	-0.02			
V=1217*(H-94.5)^2.6												TOTAIS				-998	34973	727	35970			-0.06	0.07

(1):PROFUNDIDADE DO ACUDE(M)
(2):VOLUME DO ACUDE(M3)
(3):SUPERFICIE DO ACUDE(M2)
(4):CHUVA(MM)

(5):NUMERO DE DIAS ENTRE
DUAS ANALISES
(6):CONCENT.EM CLORO(MG/1)
(7):CONCENT.EM SODIO(MG/1)

(8):CONC.RELATIVA EM CLORO
(9):CONC.RELATIVA EM SODIO
(10):FATOR DE REDUCAO VOLUMICO
(11):MEDIA CORRIGIDA DAS CONCENT.

(12):CONCENTRACAO RELATIVA CALCULADA
COM CURVA DE REGRESSAO
(13):VOLUME DE INFILTRACAO CALCULADO
(14):EVAPORACAO+INFILTRACAO (M3)

(15):VOLUME DE CHUVA
(16):VOLUME EVAPORADO
(17):VOLUME INFILTRADO/DIA
(18):PROFUNDIDADE MEDIA

VARIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO COM A PROFUND.

ACUDE MOQUEM (TAUA - CE)

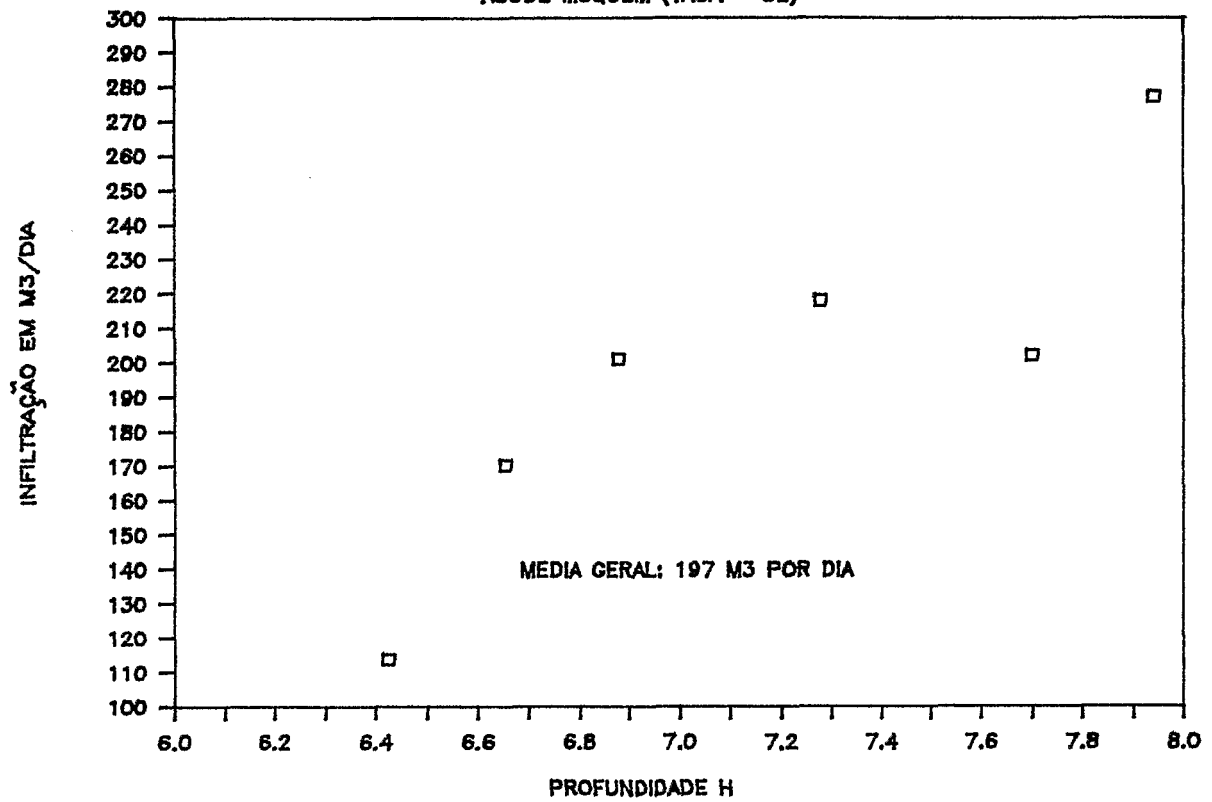


Figura 48 - Variação da Infiltração com a Profundidade

EVOLUÇÃO DA CONCENTRAÇÃO RELATIVA AÇUDE MARMELEIRO VELHO (SUMÉ-PB)

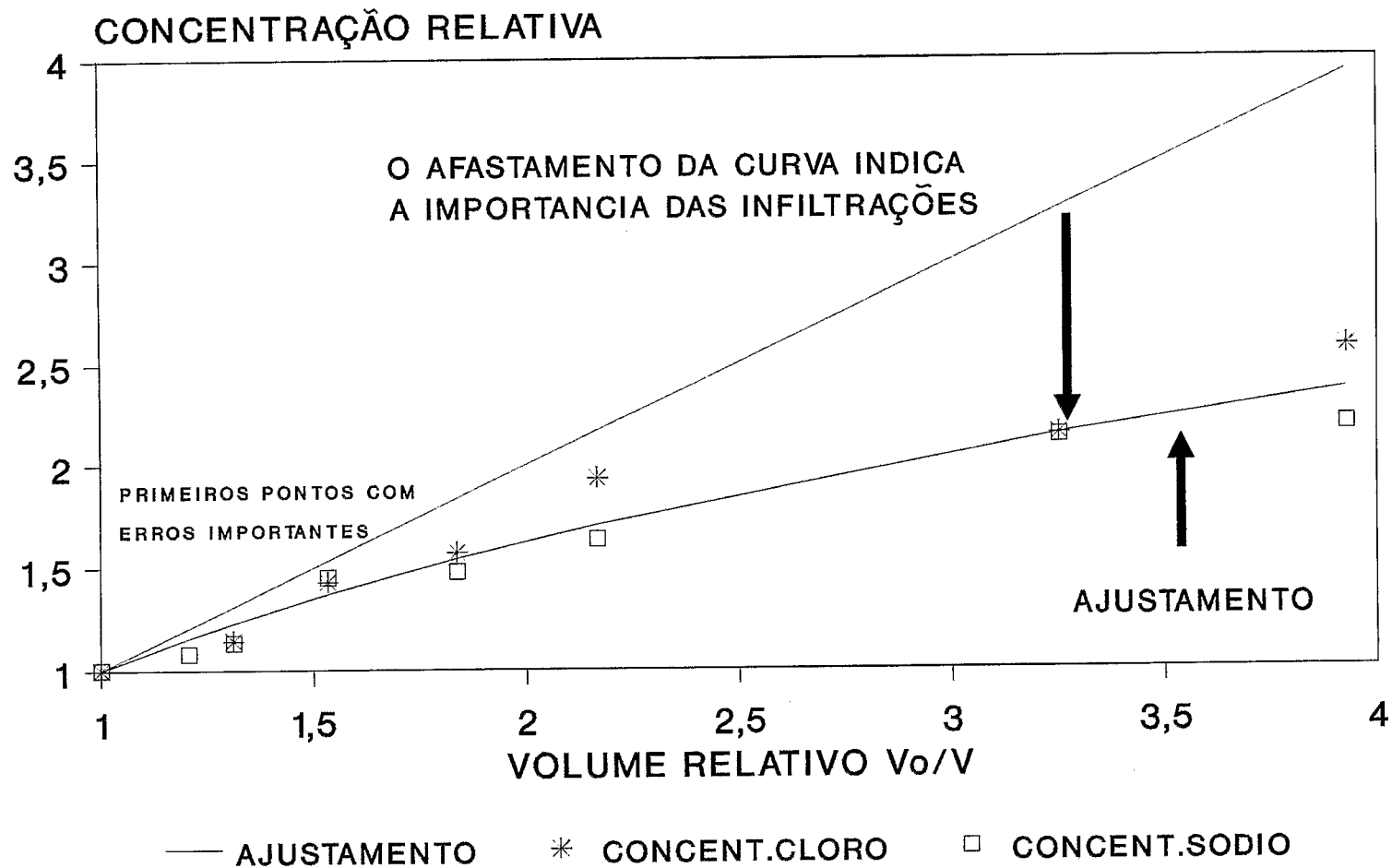


Figura 49 - Evolução da Concentração Relativa
Açude Marmeleiro Velho (Sumé-PB)

De fato, da relação $INF = EVINF - Ka.EVT$, deduz-se por derivação parcial (considerando os valores de observação EVINF e EVT constantes)

$$\frac{dINF}{INF} = -\frac{dKa}{Ka} * \left[\frac{1}{\frac{EVINF}{EVA} - 1} \right]$$

que indica que uma variação sobre Ka (variação relativa em %) repercute-se sobre INF, mediante a multiplicação pelo fator $\frac{1}{\frac{EVINF}{EVA} - 1}$.

Para um açude de pouca infiltração, EVA é quase igual a EVINF e o fator anterior atingirá então um valor elevado.

A estimativa da infiltração volumétrica fornecida pela coluna (17), também sofreu a imprecisão do método na determinação de infiltrações baixas e indica uma relação VINF(H) errônea.

As Tabelas 22 e 23, apresentam os resultados correspondentes ao açude Sacada. O método de avaliação através do Tanque Classe A (método n° 1) indica uma infiltração fraca de 14%, resultado também altamente dependente do valor de Ka escolhido.

Os resultados do método do balanço químico (método n° 2) confirmam o diagnóstico de infiltrações desprezíveis; constata-se que, foram encontrados alguns volumes de infiltração negativos, consequência decorrente dos erros sobre a determinação das concentrações e dos volumes os quais passaram a ser maiores que o fenômeno a ser evidenciado.

1.3.3 - Açudes de Maior Infiltração: Chico e Luzimar

Para contornar esse impedimento e poder melhor comparar os dois métodos, somos levados a considerar açudes com infiltrações mais consideráveis; as Tabelas 24 e 25, fornecem os resultados do primeiro método aplicado aos açudes Chico e Luzimar, apontando taxas de infiltração (INF/EVINF) respectivamente de 34% e 40% e relações EVINF/EVT de 1.33 e 1.52. Devem-se notar, também, desvios padrão razoáveis, em particular, para o açude Luzimar.

As colunas (19) das Tabelas 26 e 27 referentes ao método n° 2 indicam taxas de infiltração médias de 52% e 58%; constata-se uma diferença bastante significativa entre os dois métodos (da ordem de 50%).

TABELA 23

Comparação Açude/Tanque:açude Sacada - Sumê (PB)

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	INF/ EVA	EVINF/ EVT	EVT/ ETP	HABS	SUP	VINF
1/86	1	99.54	99.30	31	2.00	8.70	5.60	99.42	8.00	8.07	0.67	0.08	0.09	0.93	1.55	4.92	42259	28
1/88	1	96.98	96.74	31	0.00	10.00	5.60	96.86	8.00	8.00	-0.50	-0.06	-0.06	0.80	1.79	2.36	13045	-7
5/87	5	98.92	98.70	31	3.20	6.71	3.50	98.81	7.33	7.44	1.74	0.23	0.30	1.11	1.92	4.31	34193	59
5/88	5	99.48	99.34	31	16.70	4.81	3.50	99.41	4.67	5.22	1.13	0.22	0.28	1.09	1.37	4.91	42122	48
6/86	6	100.62	100.48	30	19.30	4.73	3.60	100.55	4.83	5.49	1.47	0.27	0.37	1.16	1.31	6.05	58828	87
7/85	7	100.68	100.56	31	8.50	4.51	3.90	100.62	4.00	4.28	0.45	0.11	0.12	0.95	1.16	6.12	59921	27
8/86	8	100.38	100.22	31	6.30	5.71	4.70	100.30	5.33	5.54	0.69	0.12	0.14	0.97	1.21	5.80	54987	38
8/87	8	98.44	98.22	31	11.00	7.07	4.70	98.33	7.33	7.70	1.69	0.22	0.28	1.09	1.50	3.83	28307	48
9/85	9	100.42	100.18	30	0.00	7.82	5.30	100.30	8.28	8.28	1.63	0.20	0.25	1.06	1.48	5.80	54987	90
9/87	9	98.20	97.96	30	0.00	8.34	5.30	98.08	8.28	8.28	1.19	0.14	0.17	0.99	1.57	3.58	25409	30
10/85	10	100.18	99.90	31	0.00	10.12	5.70	100.04	9.33	9.33	0.73	0.08	0.09	0.92	1.78	5.54	51097	37
10/86	10	100.04	99.78	31	0.00	8.54	5.70	99.91	8.67	8.67	1.41	0.16	0.19	1.01	1.50	5.41	49192	69
10/87	10	98.94	98.62	31	2.30	8.32	5.70	98.78	10.67	10.74	3.67	0.34	0.52	1.29	1.46	4.28	33813	124
11/85	11	99.90	99.66	30	0.00	10.17	5.80	99.78	8.28	8.28	-0.37	-0.04	-0.04	0.81	1.75	5.28	47314	-17
11/86	11	99.78	99.56	30	0.00	8.48	5.80	99.67	7.59	7.59	0.38	0.05	0.05	0.89	1.46	5.17	45747	17
11/87	11	98.62	98.28	30	0.00	10.60	5.80	98.45	11.72	11.72	2.71	0.23	0.30	1.11	1.83	3.95	29739	81
12/86	12	99.54	99.32	31	5.50	8.51	5.90	99.43	7.33	7.52	0.28	0.04	0.04	0.88	1.44	4.93	42397	12
12/87	12	97.28	97.00	31	0.00	10.45	5.90	97.14	9.33	9.33	0.45	0.05	0.05	0.89	1.77	2.64	15608	7
MEDIAS GERAIS				MEDIA		7.98	5.11	99.22	7.72	7.86	1.08	0.14	0.17	1.00	1.55	4.72	40498	43
				DESVIO		1.95	0.87	1.07	1.97	1.82	0.99	0.11	0.15	0.12	0.21	1.07	13651	36
				MEDIA 6/12		8.10	5.27	99.38	7.93	8.05	1.17	0.14	0.18	1.00	1.52	4.88	42668	46
				DESVIO 6/12		1.92	0.73	1.02	2.06	1.93	1.02	0.10	0.15	0.12	0.20	1.02	13334	37

Comparação Açude/Tanque: açude Chico Tauá (CE)

MES	NMES	NI(m)	NF(m)	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ ETP	EVINF/ EVT	EVT/ ETP	HABS	VINF	SUP	
jan/87	1	8.73	8.41	31	4.40	6.39	6.30	8.57	10.67	10.81	5.38	0.50	1.72	1.69	1.01	3.17	87	16160	
jan/88	1	7.43	7.10	31	13.60	7.27	6.30	7.27	11.00	11.45	5.27	0.46	1.82	1.58	1.15	1.86	27	5031	
fev/87	2	8.40	8.08	28	13.40	9.80	5.40	8.24	11.85	12.35	4.02	0.33	2.29	1.26	1.81	2.84	51	12689	
mai/81	5	10.61	10.34	31	4.20	7.30	4.00	10.48	9.00	9.14	2.93	0.32	2.28	1.25	1.83	5.07	134	45507	
jun/82	6	6.45	6.03	30	8.80	7.90	4.00	6.24	14.48	14.79	8.07	0.55	3.70	1.87	1.98	0.84	7	870	
jun/84	6	9.78	9.49	30	0.00	7.00	4.00	9.64	10.00	10.00	4.05	0.40	2.50	1.43	1.75	4.24	124	30563	
jun/81	6	10.33	10.04	30	0.00	8.50	4.00	10.19	10.00	10.00	2.78	0.28	2.50	1.18	2.13	4.79	111	39982	
jul/81	7	10.03	9.70	31	0.00	9.39	4.50	9.87	11.00	11.00	3.02	0.27	2.44	1.17	2.09	4.47	104	34334	
jul/87	7	9.67	9.41	31	12.40	6.80	4.50	9.54	8.67	9.08	3.30	0.36	2.02	1.34	1.51	4.14	96	29075	
ago/84	8	9.19	8.84	31	0.00	8.50	5.20	9.02	11.67	11.67	4.44	0.38	2.24	1.37	1.63	3.62	96	21576	
ago/85	8	10.49	10.24	31	19.80	8.30	5.20	10.37	8.33	8.99	1.94	0.22	1.73	1.08	1.60	4.97	84	43366	
ago/82	8	5.78	5.42	31	0.00	10.10	5.20	5.60	12.00	12.00	3.42	0.28	2.31	1.19	1.94	0.20	0	37	
ago/86	8	10.30	10.03	31	15.40	8.40	5.20	10.17	9.00	9.51	2.37	0.25	1.83	1.13	1.62	4.77	94	39615	
ago/81	8	9.69	9.36	31	0.00	9.70	5.20	9.53	11.00	11.00	2.76	0.25	2.12	1.13	1.87	4.13	79	28844	
ago/87	8	9.40	9.06	31	0.00	7.90	5.20	9.23	11.33	11.33	4.62	0.41	2.18	1.43	1.52	3.83	113	24500	
set/85	9	10.24	9.93	30	10.60	9.58	5.80	10.09	10.69	11.06	2.91	0.26	1.91	1.15	1.65	4.69	111	38167	
set/84	9	8.82	8.48	30	0.00	10.67	5.80	8.65	11.72	11.72	2.65	0.23	2.02	1.10	1.84	3.25	45	17071	
set/81	9	9.35	8.98	30	0.00	10.81	5.80	9.17	12.76	12.76	3.57	0.28	2.20	1.18	1.86	3.77	84	23594	
set/86	9	10.02	9.71	30	0.00	9.10	5.80	9.87	10.69	10.69	2.95	0.28	1.84	1.17	1.57	4.47	101	34334	
set/87	9	9.05	8.71	30	0.00	7.60	5.80	8.88	11.72	11.72	5.26	0.45	2.02	1.54	1.31	3.48	104	19843	
out/87	10	8.70	8.32	31	0.00	9.13	6.00	8.51	12.67	12.67	4.91	0.39	2.11	1.39	1.52	3.11	76	15495	
out/85	10	9.92	9.61	31	0.00	9.19	6.00	9.77	10.33	10.33	2.52	0.24	1.72	1.12	1.53	4.37	82	32665	
out/86	10	9.70	9.36	31	0.00	8.83	6.00	9.53	11.33	11.33	3.83	0.34	1.89	1.28	1.47	4.13	111	28921	
out/81	10	8.96	8.56	31	0.00	11.29	6.00	8.76	13.33	13.33	3.74	0.28	2.22	1.18	1.88	3.36	69	18368	
nov/81	11	8.55	8.10	30	0.00	11.36	6.50	8.33	15.52	15.52	5.86	0.38	2.39	1.37	1.75	2.93	79	13539	
nov/87	11	8.31	7.87	30	0.00	9.09	6.50	8.09	15.17	15.17	7.45	0.49	2.33	1.67	1.40	2.69	84	11261	
nov/85	11	9.60	9.26	30	0.00	8.70	6.50	9.43	11.72	11.72	4.33	0.37	1.80	1.35	1.34	4.03	119	27403	
nov/86	11	9.36	9.10	30	0.00	8.40	6.50	9.23	8.97	8.97	1.83	0.20	1.38	1.07	1.29	3.83	45	24500	
nov/84	11	8.03	7.53	30	0.00	12.00	6.50	7.78	17.24	17.24	7.04	0.41	2.65	1.44	1.85	2.38	61	8602	
dez/86	12	9.08	8.74	30	1.40	9.30	6.40	8.91	11.72	11.77	3.87	0.33	1.84	1.27	1.45	3.51	78	20221	
dez/87	12	7.86	7.45	31	0.00	8.05	6.40	7.66	13.67	13.67	6.82	0.50	2.14	1.70	1.26	2.26	52	7639	
MEDIAS GERAIS				MEDIA		8.91	5.56	8.92	11.59	11.70	4.13	0.34	2.13	1.33	1.63			23025	
				MEDIA 6/12		9.10	5.57	8.96	11.73	11.82	4.08	0.34	2.15	1.31	1.65				
				DESVIO		1.36	0.82	1.13	2.04	1.97	1.60	0.09	0.40	0.21	0.27				
				DESVIO 6/12		1.28	0.80	1.12	2.11	2.04	1.67	0.09	0.42	0.20	0.24				

TABELA 25

Comparação Açude/Tanque:açude Luzimar Tauá (CE)

MES	MES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	INF/ EVA	EVINF/ EVT	EVT/ ETP	HABS	SUP	VINF
jan/87	1	2.64	2.40	24	6.40	8.55	6.3	2.52	10.00	10.27	2.57	0.25	0.33	1.20	1.36	0.67	1874	5
mai/87	5	3.99	3.67	27	12.20	7.90	4.0	3.83	11.85	12.30	5.19	0.42	0.73	1.56	1.98	1.98	7104	37
jun/82	6	3.43	3.03	30	11.00	7.90	4.0	3.23	13.79	14.17	7.06	0.50	0.99	1.79	1.98	1.38	4557	32
jul/87	7	3.36	3.02	31	6.20	6.80	4.5	3.19	11.33	11.54	5.42	0.47	0.89	1.70	1.51	1.34	4395	24
jul/83	7	2.38	1.98	31	5.30	9.22	4.0	2.18	13.33	13.51	5.21	0.39	0.63	1.47	2.31	0.33	784	4
jul/86	7	5.00	4.69	31	13.50	7.10	4.5	4.85	10.33	10.78	4.39	0.41	0.69	1.52	1.58	3.00	11819	52
ago/86	8	4.67	4.25	31	16.30	8.40	5.2	4.46	14.00	14.54	6.98	0.48	0.92	1.73	1.62	2.61	9979	70
ago/87	8	2.99	2.62	31	0.00	7.90	5.2	2.81	12.33	12.33	5.22	0.42	0.73	1.56	1.52	0.96	2897	15
ago/82	8	2.65	2.27	31	0.00	10.10	5.2	2.46	12.67	12.67	3.58	0.28	0.39	1.25	1.94	0.61	1669	6
ago/81	8	2.78	2.39	31	0.00	9.74	5.2	2.59	13.00	13.00	4.23	0.33	0.48	1.33	1.87	0.74	2100	9
ago/85	8	4.99	4.60	31	6.20	8.30	5.2	4.80	13.00	13.21	5.74	0.43	0.77	1.59	1.60	2.95	11577	66
set/87	9	2.61	2.25	30	0.00	7.60	5.8	2.43	12.41	12.41	5.57	0.45	0.81	1.63	1.31	0.58	1569	9
set/85	9	4.59	4.19	30	12.30	9.58	5.8	4.39	13.79	14.22	5.59	0.39	0.65	1.48	1.65	2.54	9651	54
set/86	9	4.24	3.87	30	0.00	9.10	5.8	4.06	12.76	12.76	4.57	0.36	0.56	1.40	1.57	2.21	8110	37
out/86	10	3.85	3.41	31	0.00	8.83	6.0	3.63	14.67	14.67	6.72	0.46	0.85	1.66	1.47	1.78	6232	42
out/85	10	4.17	3.71	31	0.00	9.19	6.0	3.94	15.33	15.33	7.06	0.46	0.85	1.67	1.53	2.09	7593	54
nov/85	11	3.69	3.31	30	0.00	8.70	6.5	3.50	13.10	13.10	5.27	0.40	0.67	1.51	1.34	1.65	5677	30
nov/86	11	3.41	3.13	22	0.00	8.40	6.5	3.27	13.33	13.33	5.77	0.43	0.76	1.59	1.29	1.42	4720	27
dez/86	12	2.99	2.65	31	0.00	9.30	6.4	2.82	11.33	11.33	2.96	0.26	0.35	1.22	1.45	0.97	2953	9
MEDIAS						8.56	5.37	3.42	12.76	12.92	5.22	0.40	0.69	1.52	1.62	1.57	5540	
MEDIA 6/12						8.60	5.40	3.45	12.97	13.11	5.37	0.41	0.71	1.54	1.62	1.60		
DESVIO						0.86	0.83	0.82	1.33	1.31	1.25	0.07	0.19	0.17	0.26	0.82		
DESVIO 6/12						0.90	0.78	0.83	1.20	1.20	1.15	0.07	0.18	0.16	0.26	0.83		

TABELA 26
Evolução da Concentração Em Cloro E Em Sódio do Açude Chico
Aplicações a Determinação das Infiltrações

DATA	H (1)	V (2)	S (3)	CH (4)	NU.DIA (5)	CL (6)	NA (7)	CL/CLo (8)	NA/NAo (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)	EVT (mm) (21)	INF (21)		
15/05/87	10.09	57047	44192				6.0		1.000	1.000	1.000	1.000												
15/06/78	9.81	47201	38720	23.00	31		6.0		1.000	1.209	1.150	1.096	5090	10799	953	5709	164	4.45	0.47	0.89	227	2330		
05/07/87	9.55	39140	33978	38.00	20		7.4		1.233	1.458	1.233	1.197	4232	9443	1381	5211	212	4.18	0.45	0.81	146	4667		
15/09/87	8.84	21911	22668	0.00	72		9.0		1.500	2.604	1.500	1.564	9127	17229	0	8102	127	3.70	0.53	1.13	529	3745		
20/11/87	8.04	9610	12755	0.00	66		14.0		2.333	5.936	2.333	2.249	6634	12300	0	5667	101	2.94	0.54	1.17	579	3071		
14/12/87	7.68	6066	9253	0.00	24		16.2		2.700	9.404	2.700	2.739	2004	3544	0	1539	84	2.36	0.57	1.30	297	602		
17/01/88	7.23	3025	5694	0.00	34		22.0		3.667	18.860	3.667	3.668	1723	3042	0	1319	51	1.96	0.57	1.31	260	1293		
													TOTAIS	27087	53315	2335	26228		0.52	1.10	15707			
V=581*(H-5.5)^3.01					CURVA DE REGRESSAO:Y=1+1.25*(X^*.389-1)										INF/EVINF=51%					INF/EVINF=29%				

TABELA 27
Evolução da Concentração Em Cloro E Em Sódio do Açude Luzimar

DATA	H (1)	V (2)	S (3)	CH (4)	NU.DIA (5)	CL (6)	NA (7)	CL/CLo (8)	NA/NAo (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)	EVT (mm) (21)	INF (21)		
09/04/87	4.20	8231	8441				3.4		1.00	1.00	1.00	1.00												
05/05/87	3.99	6569	7398	37.00	25		4.0		1.18	1.25	1.18	1.11	909	1955	293	1047	36	2.25	0.46	0.87	178	687		
15/06/78	3.51	3562	5171	12.00	41		4.6		1.35	2.31	1.35	1.43	1733	3083	75	1349	42	1.90	0.56	1.28	178	2076		
15/07/87	3.20	2164	3863	32.00	30		5.8		1.71	3.80	1.71	1.72	866	1542	145	676	29	1.51	0.56	1.28	178	818		
16/08/87	2.79	905	2319	0.00	32		8.0		2.35	9.10	2.35	2.31	809	1260	0	451	25	1.15	0.64	1.79	178	764		
15/09/87	2.44	294	1203	0.00	30		11.0		3.24	27.96	3.24	3.25	407	610	0	203	14	0.77	0.67	2.00	178	328		
													TOTAIS	4724	8450	513	3726	146	0.58	1.45	4673			
V=1050*(H-1.85)^2.41					CURVA DE REGRESSAO:Y=1+2.18*(X^*.213-1)										INF/EVINF=56%					INF/EVA=127%		INF/EVINF=55%		

(1):PROFUNDIDADE DO ACUDE(H)
(2):VOLUME DO ACUDE(M3)
(3):SUPERFICIE DO ACUDE(M2)
(4):CHUVA(mm)

(5):NUMERO DE DIAS ENTRE
DUAS ANALISES
(6):CONCENT.EM CLORO(mg/l)
(7):CONCENT.EM SODIO(mg/l)

(8):CONC.RELATIVA EM CLORO
(9):CONC.RELATIVA EM SODIO
(10):FATOR DE REDUCAO VOLUMICO
(11):MEDIA CORRIGIDA DAS CONCENT.

(12):CONCENTRACAO RELATIVA CALCULADA
COM CURVA DE REGRESSAO
(13):VOLUME DE INFILTRACAO CALCULADO
(14):EVAPORACAO+INFILTRACAO (M3)

(15):VOLUME DE CHUVA
(16):VOLUME EVAPORADO
(17):VOLUME INFILTRADO/DIA
(18):PROFUNDIDADE MEDIA
(21):VOLUME INFILTRADO CALCULADO
A PARTIR DO TANQUE

Foi possível, além do mais, comparar os resultados obtidos pelo método n° 2 com os valores fornecidos pelo método n° 1, sendo este último aplicado, apenas ao período correspondente à aplicação do método n° 2 (segundo semestre de 1987). O resultado (29% e 55%) corrobora o valor estatístico fornecido pelo método n° 1 para o açude Chico, e difere no que diz respeito ao açude Luzimar.

TABELA 28

Taxa de infiltração para os açudes Luzimar e Chico

Açude	Método n° 1 (valor estatístico)	Método n° 2 (fim de 1987)	Método n° 1 (fim de 1987)
Luzimar	40%	58%	55%
Chico	34%	52%	29%

Várias explicações podem ser adiantadas:

- constata-se que as concentrações em sódio são fracas e muito sensíveis às variações e erros na medição e na coleta. Entretanto, esse possível erro é parcialmente contornado por dois artificios.
 - . O ajustamento já mencionado de uma função potência sobre a curva $C/Co = f(Vo/V)$ que evita erros importantes, em particular, no que concerne aos primeiros pontos, para os quais a variação é da ordem dos erros.
 - . Por outro lado é possível (embora o ajustamento reduza essa probabilidade) que um determinado valor da série das concentrações relativas esteja errado e conseqüentemente, altere o valor do volume infiltrado correspondente: esse erro deve ser em parte compensado no cálculo do volume relativo ao período seguinte, mas, para maior segurança, indicou-se nos quadros a relação INF/EVINF obtida a partir das somas de INF e EVINF de todos os períodos considerados. No caso destes dois açudes o resultado está muito próximo (51% e 56%) do valor obtido como média da coluna INF/EVINF.
- Poder-se-ia também pensar que, o coeficiente Ka foi mal ajustado; calculou-se que para obter, pelo primeiro método, e para o açude Chico, uma taxa de infiltração média de 52%, a infiltração deveria ser calculada na base de um valor de Ka igual a .65. Este valor, por ser muito baixo, é, a priori, incompatível com o tamanho desse pequeno açude.

Vale notar que, se dispõe, para esses dois açudes, de levantamentos topográficos muito detalhados os quais descartam a hipótese de um erro significativo na avaliação dos volumes sucessivos.

- A variação do método nº 1, quando aplicado apenas ao período de observação do método nº 2, ou quando resultante estatística de um grande número de meses, chama a atenção para o fato seguinte: a lâmina de infiltração INF, depende do nível d'água no açude (como mostrado mais adiante) e a média estatística pode diferir de um dado de observação pontual. Isso caracteriza uma limitação da nossa comparação dos 2 métodos, e pode explicar parte da discrepância.

Na ausência de uma explicação totalmente satisfatória, é possível imaginar que, embora as concentrações sejam fracas, há algum grau de absorção do sódio pelas argilas dos sedimentos depositados no açude, e que esta é responsável por ter-se encontrado uma concentração insuficiente.

Para dirimir essa dúvida pode-se recorrer a açudes dos quais se dispõe de análises da concentração do cloro. Infelizmente estes açudes, como os açudes Sacada e Marmeleiro Velho já estudados, são açudes de pouca infiltração. Entretanto, nota-se que o cloro, elemento que pode ser considerado totalmente estável, apresenta um aumento da sua concentração sempre superior à do sódio, o que parece reforçar a hipótese anterior a respeito do sódio.

1.3.4 - Outros casos

Essa diferença entre o Cloro e o Sódio, aparece também nos dois últimos exemplos, os açudes Bonito e Saco do André, correspondentes às Tabelas 29 e 30. Para esses açudes teve-se que levar em conta um volume de irrigação (controlado por hidrômetros); sendo esses volumes irregulares, deixou de ser legítimo o ajustamento da evolução das concentrações.

No caso do açude Bonito, obteve-se uma taxa de infiltração média de 16%. O cálculo baseado na soma de (INF) e (EVINF) deu um valor de 15%. Um mesmo cálculo efetuado descartando o resultado do primeiro mês (em que a variação é fraca demais com relação aos erros), dá uma taxa de 13%.

TABELA 29

Evolução da Concentração em Cloro e em Sódio do Açude Bonito
Aplicação a Determinação das Infiltrações

DATA	H (0)	V (1)	S (2)	CH (3)	NU.DIA (4)	VIR (5)	CL (6)	NA (7)	CL/CLo (8)	NA/NAo (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)	EVT (mm) (21)	INF (21)												
11/04/87	8.22	68584	34978				14.00	7.60	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000																						
10/06/87	7.72	52425	29707	29.00	60	1475		9.20		1.21	1.31	1.211	1.211	3159	15621	938	12463	53	4.75	0.20	0.25	376	5673												
10/07/87	7.52	46686	27686	0.00	30	995	17.00	10.60	1.21	1.39	1.47	1.305	1.305	1040	4744	0	3704	35	4.40	0.22	0.28	192	336												
12/08/87	7.06	34986	23233	0.00	33	5118	21.00	11.60	1.50	1.53	1.96	1.513	1.513	535	6583	0	6048	16	4.07	0.08	0.09	279	900												
30/09/87	6.28	19608	16340	0.00	49	7412	25.00	17.00	1.79	2.24	3.50	2.013	2.013	221	7966	0	7744	5	3.45	0.03	0.03	529	-408												
25/11/87	5.36	7878	9387	0.00	56	5000	43.00	23.00	3.07	3.03	8.71	3.049	3.049	1108	6730	0	5622	20	2.60	0.16	0.20	684	-309												
10/01/88	4.65	2018	5025	4.00	46	1632	76.00	35.00	5.43	4.61	24.34	5.017	5.017	818	3456	29	2639	18	1.79	0.24	0.31	508	528												
														TOTAIS	6881	45100	967	38219																	
														V=1132*(H-3.22)^2.55																					
														INF/EVINF=15%		INF/EVA=18%																			

TABELA 30

Evolução da Concentração em Cloro e em Sódio do Açude Saco do André

DATA	H (0)	V (1)	S (2)	CH (3)	NU.DIA (4)	VIR (5)	CL (6)	NA (7)	CL/CLo (8)	NA/NAo (9)	Vo/V (10)	MED.COR (11)	MED.CAL (12)	INF CAL (13)	EVINF (14)	VCHUVA (15)	EVA (16)	INF/D (17)	H MED (18)	INF/EVINF (19)	INF/EVA (20)													
11/08/87	6.98	15585	11952				16.00	12.80	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000																					
01/10/87	6.38	9319	8964	0.00	51	1000	27.50	18.00	1.72	1.41	1.67	1.563	1.563	-201	5266	0	5467	-4	3.46	-0.04	-0.04													
24/11/87	5.71	4367	5866	0.00	54	730	40.00	26.40	2.50	2.06	3.57	2.281	2.281	1663	4222	0	2559	31	2.83	0.39	0.65													
19/12/87	5.41	2802	4576	0.00	25	0	65.00	34.00	4.06	2.66	5.56	3.359	3.359	194	1565	0	1370	8	2.34	0.12	0.14													
12/01/88	5.14	1716	3479	0.00	24	0	85.00	45.00	5.31	3.52	9.08	4.414	4.414	473	1086	0	613	20	2.06	0.44	0.77													
														TOTAIS	2129	12139	0	10009																
														V=1327*(H-4.02)^2.27																				
														INF/EVINF=17%		INF/EVA=21%																		

(0):PROFUNDIDADE DO ACUDE(M) (5):VOLUME DE IRRIGACAO (M3) (8):CONC.RELATIVA EM CLORO (12):CONCENTRACAO RELATIVA CALCULADA (15):VOLUME DE CHUVA
(1):VOLUME DO ACUDE(M3) (6):CONCENT.EM CLORO(mg/l) (9):CONC.RELATIVA EM SODIO COM CURVA DE REGRESSAO (16):VOLUME EVAPORADO
(2):SUPERFICIE DO ACUDE(M2) (7):CONCENT.EM SODIO(mg/l) (10):FATOR DE REDUCAO VOLUMICO (13):VOLUME DE INFILTRACAO CALCULADO (M3) (17):VOLUME INFILTRADO/DIA
(3):CHUVA(mm) (11):MEDIA CORRIGIDA DAS CONCENT. (14):EVAPORACAO+INFILTRACAO (M3) (18):PROFUNDIDADE MEDIA
(4):NUMERO DE DIAS ENTRE DUAS ANALISES

Todos esses resultados são superiores à estimativa de 3% obtida, no mesmo período, a partir de dados do Tanque (coluna 21), com exceção do primeiro mês. Entretanto, torna-se difícil chegar a uma conclusão já que o Tanque (Caicó) encontra-se a 40 Km do açude, em situação diferente e que, além do mais, trata-se de um caso com infiltração baixa. As observações diretas, (o açude está situado numa garganta de solos Litólicos e a revência é fraca) levam a pensar que uma taxa de 15% é superestimada.

Enfim, no caso do açude Saco do André, obtém-se uma taxa de infiltração média de 17%. Efetuando-se o cálculo a partir do cloro, cujo aumento é mais importante, chega-se a 15%. Não se dispõe de dados evaporimétricos, mas este valor parece também ser superior à realidade observada, pois o açude Saco do André apresenta um rebaixamento muito lento e não existe nenhuma revência observável nem lençol subterrâneo no baixio situado à jusante da parede.

1.3.5 - Utilização da condutividade elétrica

Para tentar superar os erros inerentes às medições das concentrações em cloro e sódio, pode-se pensar em utilizar um outro indicador de concentração: a condutividade elétrica, que apresenta a grande vantagem de poder ser determinada in situ, mediante o uso de um simples condutivímetro portátil.

De fato, existe uma relação estatística bastante boa entre a concentração em cloro e a condutividade elétrica (CE), como o evidencia a Figura 50, obtida por Laraque para um conjunto de 194 análises. Entretanto, as variações a serem evidenciadas são geralmente pequenas, e quando se limita a uma faixa de variação restrita, a linearidade deixa de ser suficientemente significativa para se poder avaliar a infiltração.

Por outra parte, a condutividade elétrica reflete o grau de precipitação geral dos sais, e a curva CE/CEo, apresenta geralmente, um crescimento inferior ao das variáveis Cl/Clo e Na/Nao.

A Figura 51, apresenta a relação entre Na/Nao, CE/CEo e Cl/Clo, o Cloro sendo considerado como o elemento mais estável; esses valores relativos referem-se à evolução de 28 açudes durante um período médio de 5 meses, com fracas precipitações.

Este gráfico ilustra o fato de que se pode classificar as variáveis por ordem de grandeza da seguinte maneira:

$$Vo/V > Cl/Clo > Na/Nao > CE/CEo$$

DISTRIBUIÇÃO : CI - CE

(194 análises, $0 < CE < 5000 \mu S$)

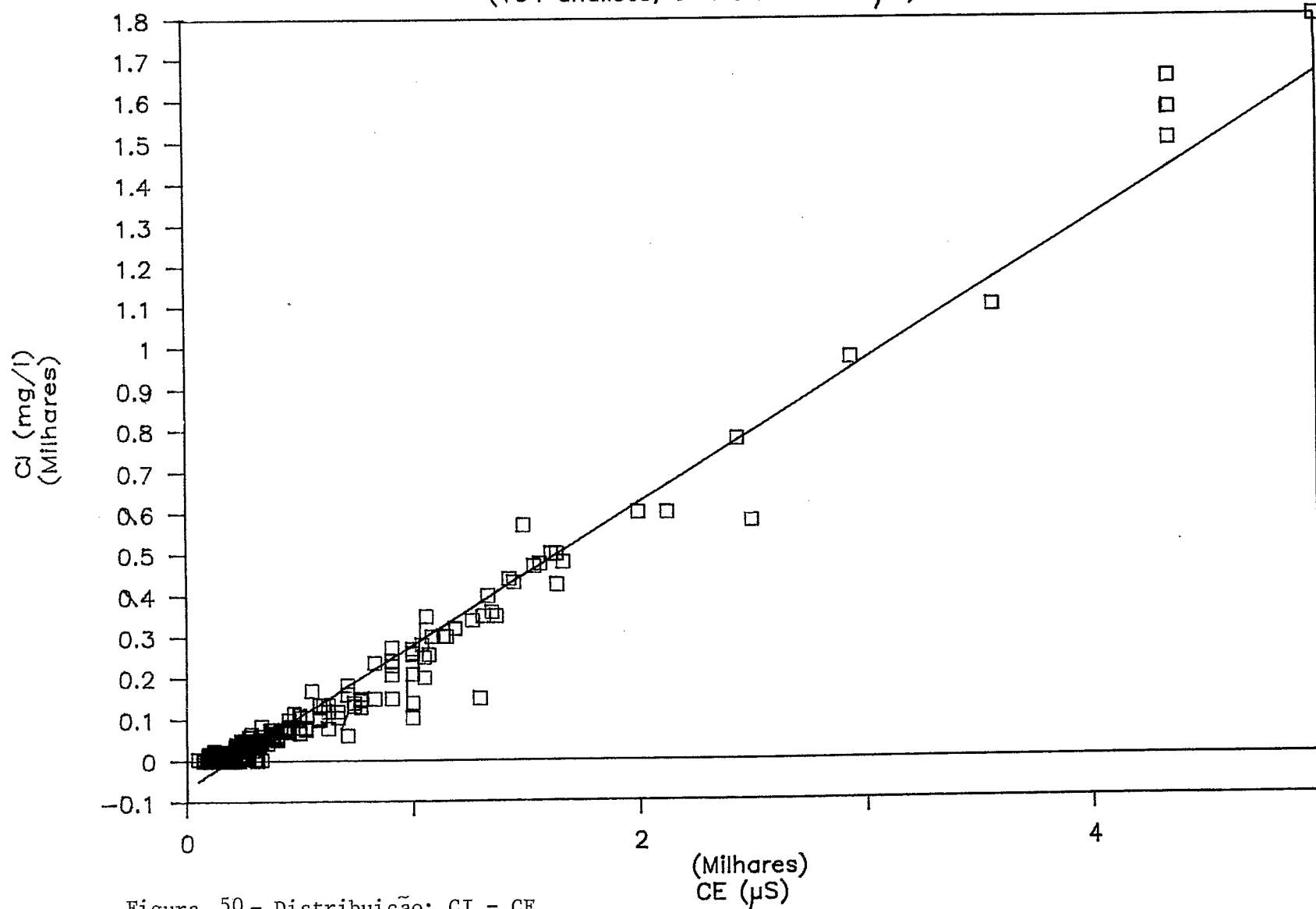


Figura 50 - Distribuição: CI - CE

FATOR DE CONCENTRAÇÃO DO SÓDIO E DE (CE) EM FUNÇÃO DO FATOR DE CONCENT. DO CLORO

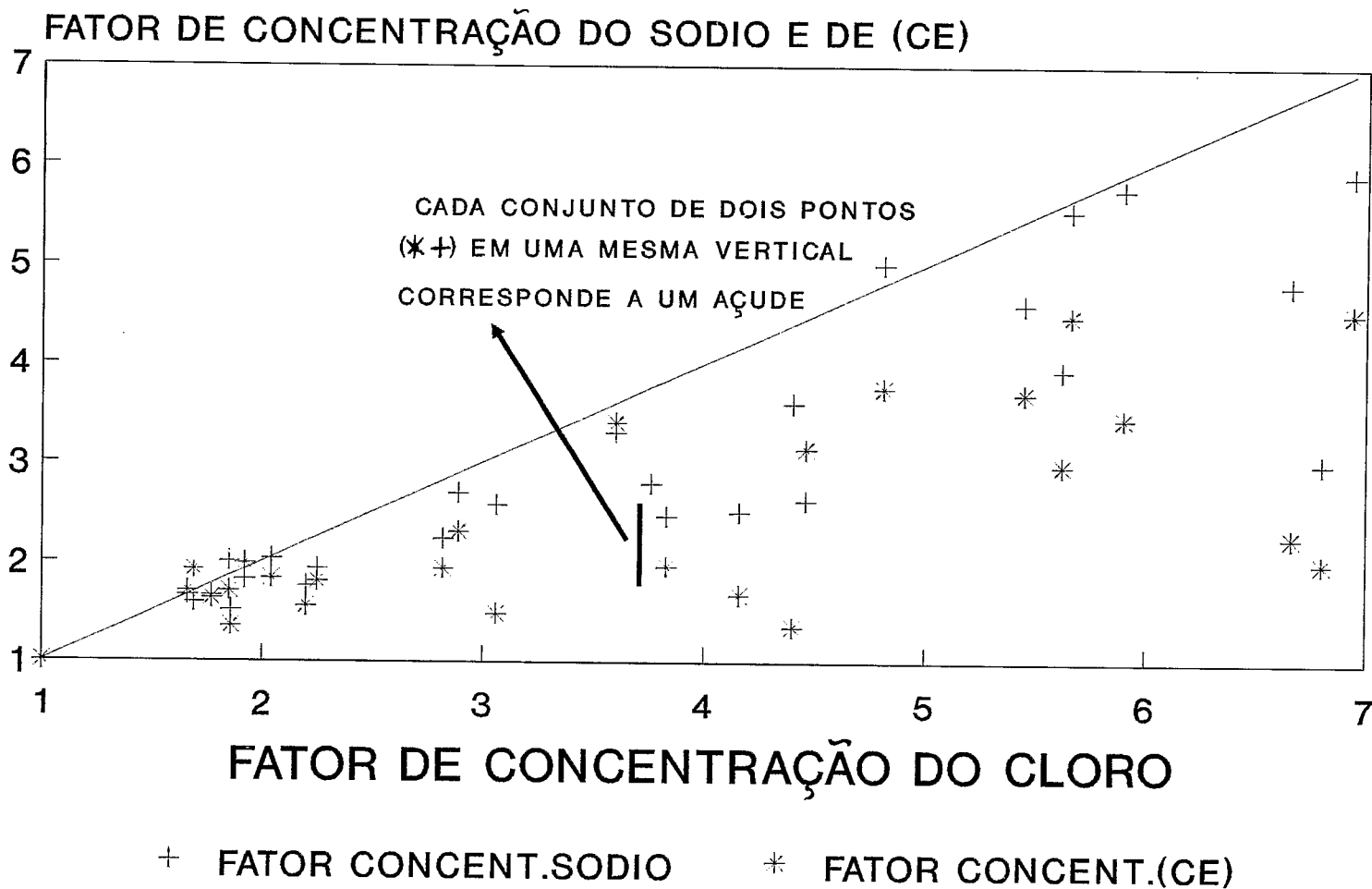


Figura 51 - Fator de Concentração do Sódio e de (CE)
em Função do Fator de Concent. do Cloro

Na teoria, a diferença entre V_0/V e Cl/Cl_0 indica a importância das infiltrações; a diferença entre Cl/Cl_0 e Na/Na_0 , o grau de precipitação/absorção do sódio, e a diferença entre Cl/Cl_0 e CE/CE_0 , indica por sua vez o grau de precipitação geral dos sais.

A análise quantitativa dessas diferenças está sendo estudada por Laraque.

1.3.6 - Conclusões

À luz desses resultados, pode-se tirar as conclusões seguintes:

- o método químico parece conduzir a uma superestimação das infiltrações.
- O aumento da concentração em sódio é geralmente inferior ao do cloro, sendo este último um indicador mais confiável, entretanto, a sua dosagem é mais difícil, tornando-se preferível o seu uso, quando a concentração é alta, reduzindo assim, as perturbações resultantes dos erros de dosagem.
- Para baixas taxas de infiltração, os dois métodos são apenas indicativos, sendo o primeiro limitado pela imprecisão relativa ao coeficiente K_a e às medições do Tanque, e o segundo pela imprecisão das dosagens e dos volumes armazenados.
- Para açudes muito salgados, os erros de dosagem do método químico são menores (em %), mas em contrapartida podem acontecer fenômenos de precipitação.

1.4 - Relação entre volume infiltrado e profundidade

Para tentar determinar a lei da variação das infiltração em função da profundidade pode-se recorrer às observações linimétricas feitas nos açudes das bacias de Sumé e Tauá. Selecionaram-se os açudes relacionados no quadro a seguir:

TABELA 31

Relação dos açudes estudados

LOCAL	AÇUDE	NÚMERO DE MESES OBSERVADOS	PROFUNDI- DADE MÁXIMA (m)	Ka	VOLUME MÁXIMO (m ³)	α	K
Tauá	Luzimar	19	5	.9	29.814	2.23	1375
Tauá	Velho	27	3.5	.85	137.000	4.01	486
Tauá	Juazeiro	42	5.3	.9	39.100	3.06	237
Tauá	Açudinho	43	5	.9	85.600	2.64	1047
Tauá	Chico	32	6	.85	96.276	3.20	399
Tauá	Nascimento	23	7	.85	227.240	2.58	1351
Tauá	João Fragoso	46	10	.8	1.300.800	3.32	514
Sumé	Faz. Nova	31	7.5	.8	500.000	2.99	997
Sumé	Sacada	13	5.7	.85	112.000	2.60	1270
Sumé	Marmel. Velho	39	8	.8	573.000	2.63	2581

Para cada um destes açudes dispõe-se de um levantamento topográfico completo a partir do qual, foram calculados os coeficientes geométricos característicos, (α), coeficiente de forma e (K) coeficiente de abertura; com esses coeficientes, pode-se avaliar o volume da profundidade por $V = KH^2$ (Molle, 1987).

Os meses observados, respeitam os critérios expostos na primeira parte (ausência de escoamento, total pluviométrico inferior a 20 mm, ausência de utilização para irrigação, relação EVINF/EVT diferindo de no máximo 40% da média), e para cada um deles dispõe-se, junto ao rebaixamento EVINF do açude, do valor da evaporação do tanque classe A correspondente (EVT).

Já chegou-se a estudar os resultados referentes aos açudes Luzimar, Chico e Marmeleiro Novo. Encontrar-se-á dados relativos aos demais açudes em anexo.

A partir da superfície do espelho d'água calculada por $S = \alpha \cdot K \cdot H^{(\alpha - 1)}$ (derivação da Lei Cota/Volume), obtém-se o volume infiltrado VINF por $VINF = S \cdot INF = S \cdot (EVINF - Ka \cdot EVT)$ com um coeficiente $Ka = EVA/EVT$ constante, admitindo os valores padrões seguintes:

- 0.9 para os pequenos açudes com espelhos próximos a 1 hectare (Açudinho, Juazeiro e Luzimar).
- 0.80 para os maiores com superfície entre 5 e 10 ha (Fazenda Nova, Marmeleiro Velho, João Fragoso).
- 0.85 para os açudes com superfície entre 1 e 5 ha (Velho, Sacada, Chico e Nascimento).

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE JUAZEIRO (TAUÁ - CE)

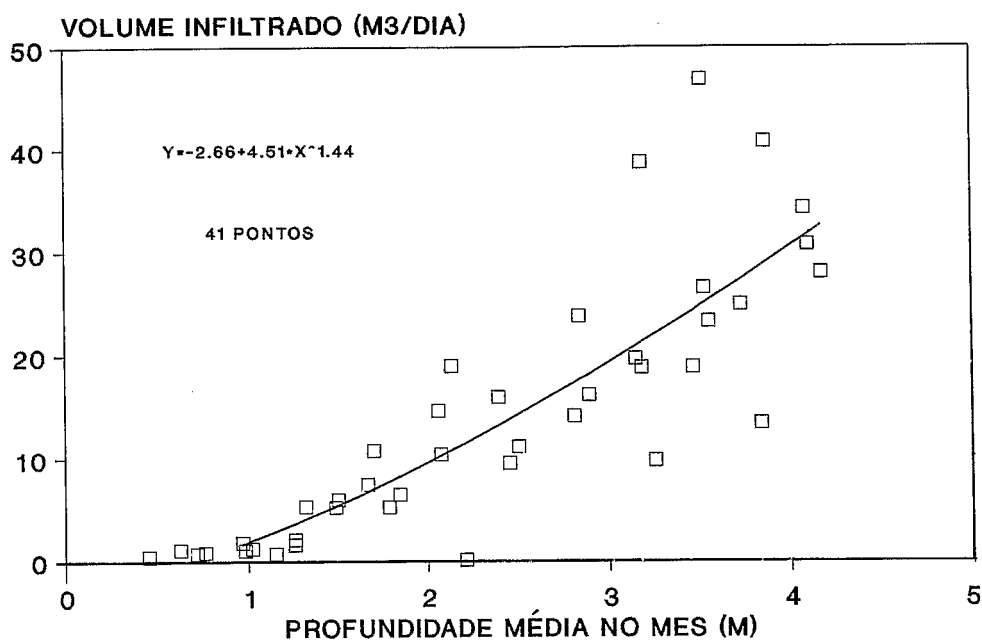


Figura 52 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Juazeiro (Tauá-CE)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE LUZIMAR (TAUÁ - CE)

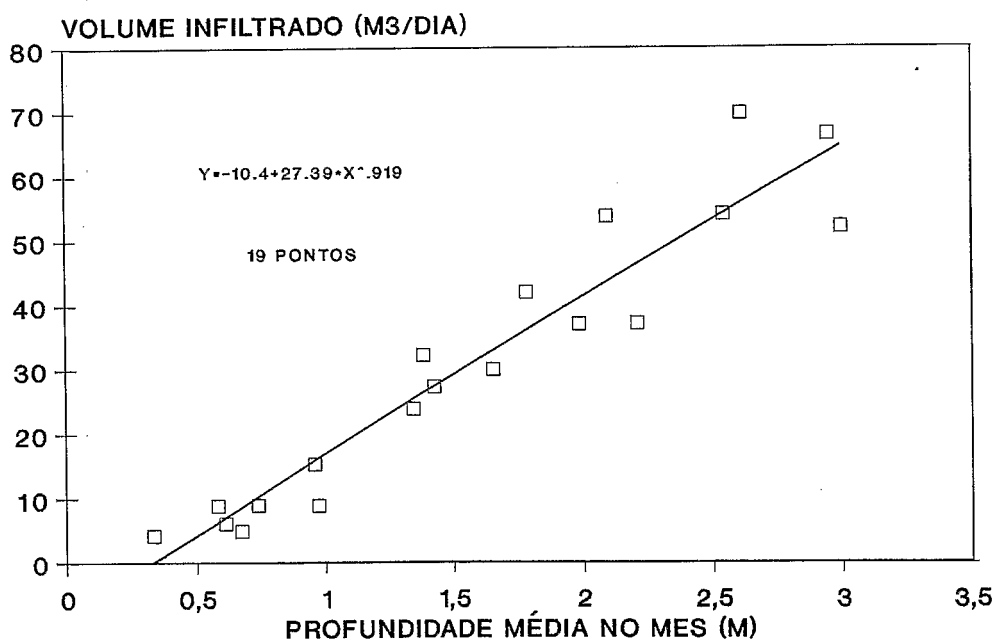


Figura 53 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Luzimar (Tauá)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE ACUDINHO (TAUÁ - CE)

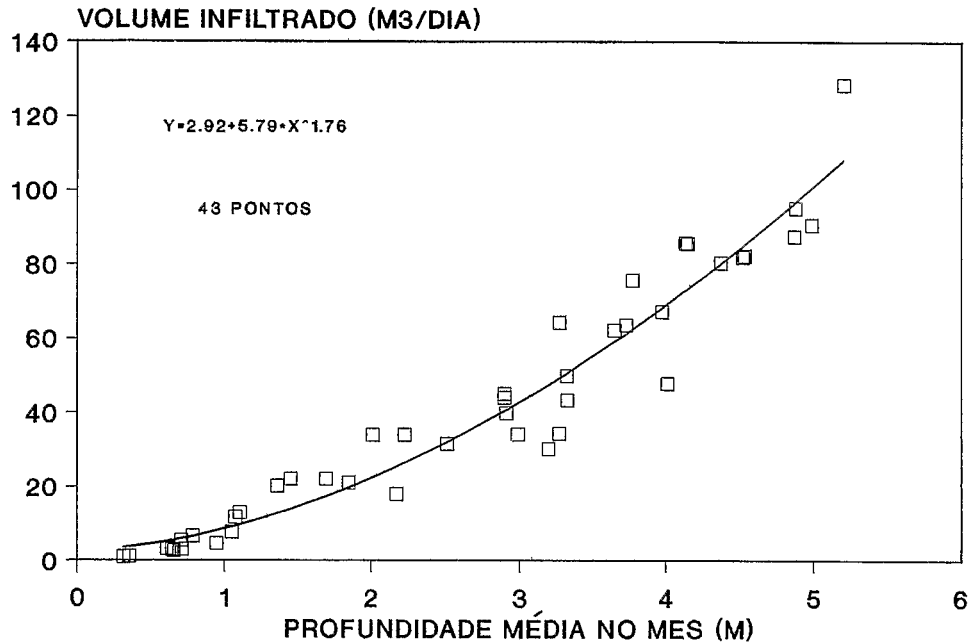


Figura 54 - Relação Infiltração/Profundidade Açude Acudinho(Tauá - CE)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE VELHO (TAUÁ - CE)

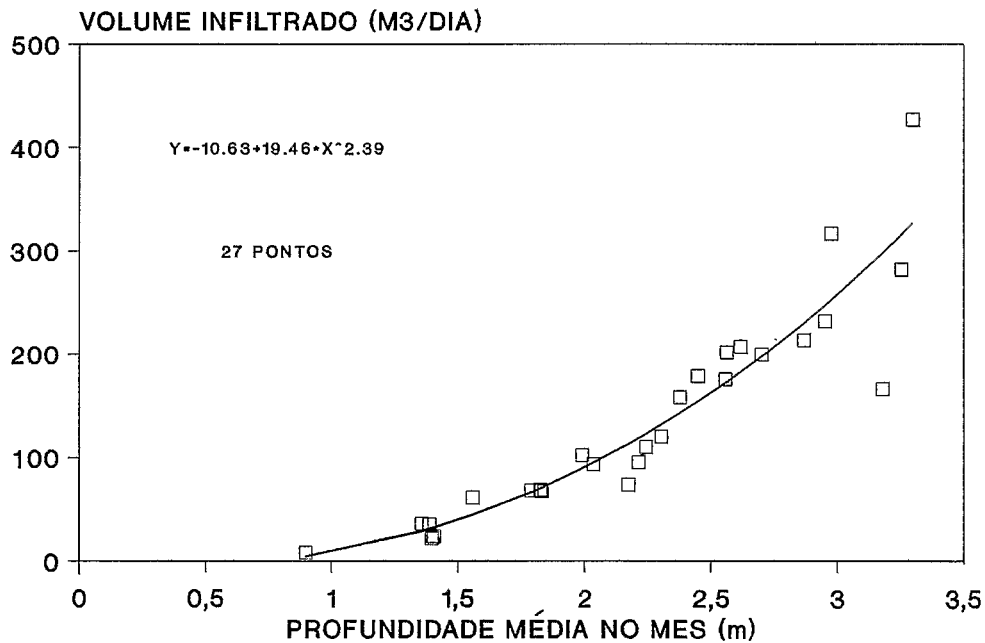


Figura 55 - Relação Infiltração/Profundidade Açude Velho (Tauá - CE)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE CHICO (TAUÁ - CE)

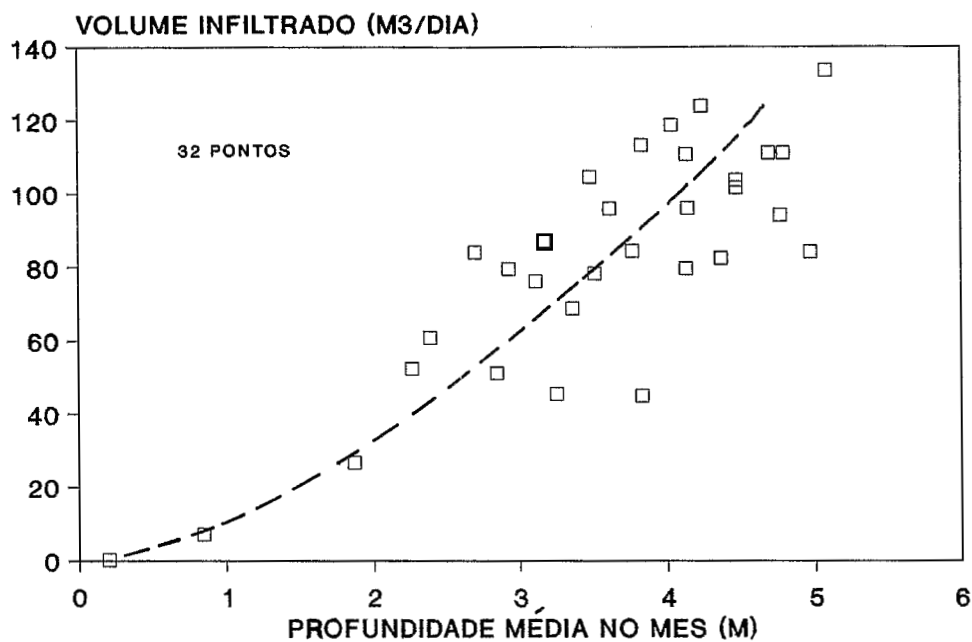


Figura 56 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Chico (Tauá)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE NASCIMENTO (TAUÁ - CE)

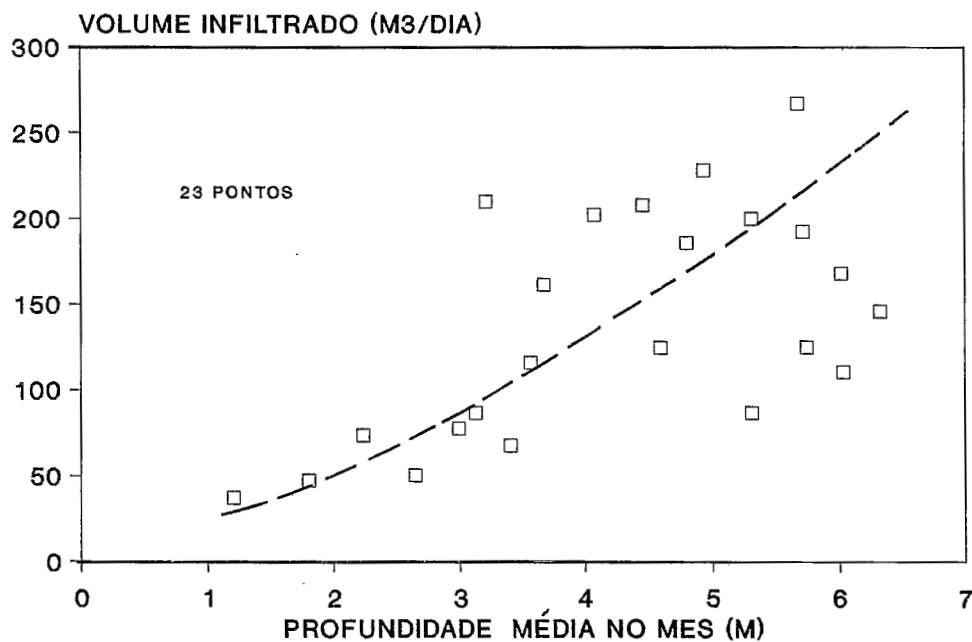


Figura 57 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Nascimento

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE FAZENDA NOVA (SUMÉ - PB)

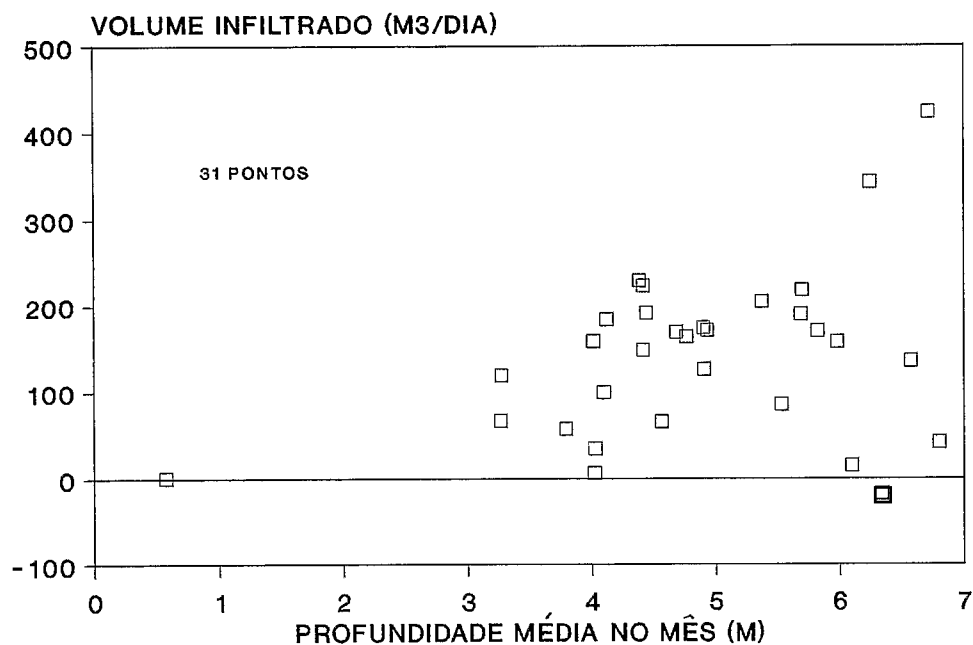


Figura 58 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Fazenda Nova (Sumé - PB)

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE FRAGOSO (TAUÁ-CE)

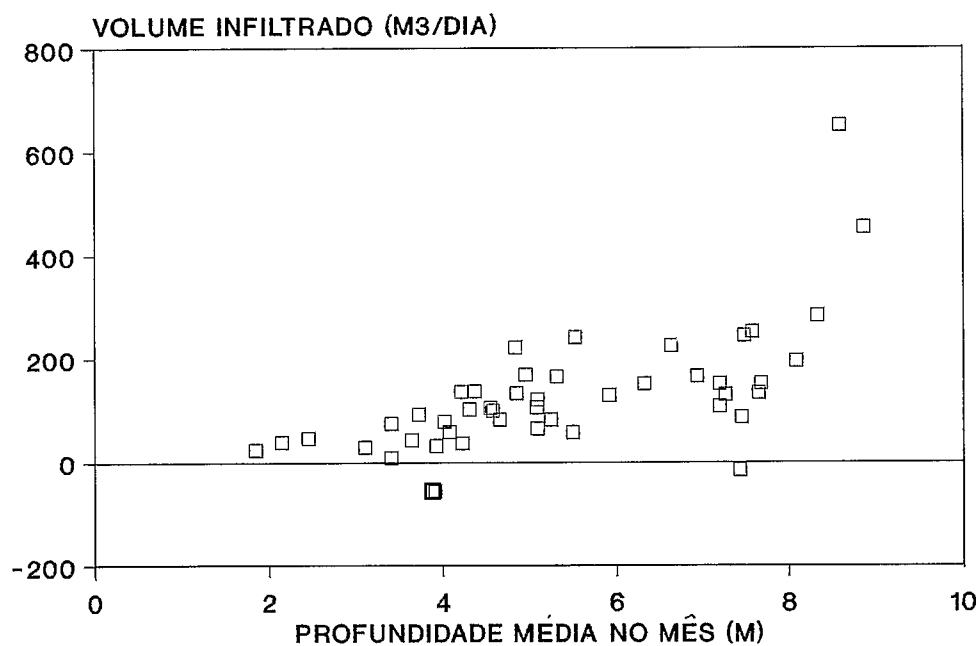


Figura 59 - Relação Infiltração/Profundidade
Açude Fragoso (Tauá - CE)

Estudou-se a relação entre o volume infiltrado (VINF) e a profundidade (H) e os resultados são apresentados graficamente nas Figuras 52 a 59.

Evidencia-se, para os quatro primeiros açudes (Açudinho, Luzimar, Velho, Juazeiro) uma correlação bastante boa na base da qual foi ajustada uma função potência. Para os açudes Chico, João Fragoso e Nascimento obteve-se apenas uma tendência enquanto que para os açudes Sacada, Fazenda Nova e Marmeleiro Velho, a dispersão é muito importante.

A Tabela 32, fornece uma primeira explicação dessas diferenças: observa-se que as relações $EVINF/EVT$ e $INF/EVINF$ (ou seja o rebaixamento sobre a Evaporação do Tanque e a infiltração sobre o rebaixamento) que medem a importância das infiltrações são maiores para os açudes que apresentam uma boa correlação. Isso significa que é possível evidenciar uma relação $VINF(H)$ quando as infiltrações são suficientemente importantes (relativamente ao volume evaporado) para sobressair das flutuações estatísticas.

Uma segunda explicação diz respeito à qualidade dos dados de evaporação do tanque, que é melhor para Tauá que para Sumé. Isso é comprovado pelo açude João Fragoso que foge da explicação acima e apresenta uma boa tendência, embora tenha poucas infiltrações.

A Tabela 32, fornece os ajustamentos relativos aos quatro primeiros açudes: para cada um deles tem-se uma curva do tipo $y = a + bx^c$ e uma segunda, do tipo $y = bx^c$ em que se forçou a passagem pela origem.

TABELA 32

Curva de ajustamento $VINF = f(H)$

AÇUDE	Nº PONTOS	EVINF/ EVT	INF/ EVINF	AJUSTAMENTOS
Luzimar.....	19	1.52	0.40	$VINF = -10.4 + 27.4 H^{.92}$ $VINF = 17.1 H^{1.23}$
Velho.....	27	1.48	0.42	$VINF = -10.6 + 19.5 H^{2.39}$ $VINF = 15.4 H^{2.56}$
Juazeiro.....	42	1.21	0.24	$VINF = 2.83 H^{1.73}$ $VINF = -2.66 + 4.51 H^{1.44}$
Açudinho.....	43	1.36	0.36	$VINF = 2.92 + 5.8 H^{1.76}$ $VINF = 7.35 H^{1.62}$
Nascimento...	23	1.37	0.36	Tendência
Chico.....	32	1.33	0.34	Tendência
João Fragoso	46	.97	0.16	Tendência
Marmel. Velho	36	1.07	0.21	-
Sacada.....	19	1.00	0.08	-
Faz. Nova....	31	1.06	0.17	-

O coeficiente (c), como já foi visto anteriormente, é indicador da repartição das perdas ao longo da base da parede. O coeficiente (b) indica a importância dessas perdas, valor diretamente relacionado à seção molhada através da qual passam as infiltrações e à transmissividade do material.

Constata-se que os coeficientes (c) encontrados variam entre 0.92 e 2.4 (considerando os ajustamentos do tipo $a + bx^c$) conforme a variabilidade dos casos, como esclarecido no primeiro parágrafo, apontando assim para a impossibilidade de uma definição, a priori, da lei $VINF(H)$.

Deve-se agora voltar à discussão sobre a evaporação abordada na primeira parte desse relatório, e admitir que nessa variação encontra-se embutido um "efeito tamanho" segundo o qual, a evaporação do açude, relativamente a do Tanque Classe A, tem tendência a diminuir à medida que aumenta a superfície do espelho d'água. Dito de outra maneira, sabe-se que o coeficiente K_a depende da superfície S do espelho d'água, fenômeno que repercute na avaliação de $INF = EVINF - K_a.EVT$. Entretanto, este fenômeno pode ser considerado desprezível e de segunda ordem. De qualquer maneira, a precisão sobre o próprio valor do K_a impede que seja evidenciado este fenômeno.

1.5 - Importância das perdas por infiltração

Na amostra dos 9 açudes precedentes foram obtidas taxas de infiltrações médias (ou seja $(INF/EVINF) * 100$, percentagem das perdas por infiltração no rebaixamento total), variando entre 8% e 42%, com média de 30%.

Para se ter uma idéia da variação dessa taxa de infiltração, deve-se considerar uma amostragem bem maior que possa fornecer resultados estatísticos. Com esse propósito, foi realizada uma pesquisa abrangendo 150 açudes distribuídos entre os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. A esses resultados somaram-se os dados referentes aos açudes das Bacias Representativas da SUDENE e dos projetos pilotos do Programa de Desenvolvimento da Pequena Irrigação com Base em Açudes, alcançando assim um total de 178 açudes.

1.5.1 - Metodologia da pesquisa

A pesquisa foi realizada no período outubro/dezembro de 1988, mediante aplicação de um questionário visando recolher informações sobre as características e o comportamento dos açudes no que diz respeito as suas perdas. Junto com o questionário, mediu-se o rebaixamento do nível d'água num período de 15 a 40 dias, durante duas visitas ao campo.

1.5.1.1 - Condições gerais

Os Municípios escolhidos para a pesquisa possuem, geralmente, um considerável número de açudes.

A escolha dos açudes foi feita procurando-se tamanhos e condições pedológicas variáveis, devendo o açude estar sem aproveitamento hidroagrícola e ser fonte de abastecimento de menos de 100 reses ou 5 famílias. Na prática, interveio o fator da acessibilidade e, em alguns casos, não foi possível respeitar os limites de tamanho, muitos açudes já se encontrando com pouca água: a profundidade média dos açudes no período de observação era de 3 metros (82% dos açudes estavam entre 2 e 5 metros).

A média da profundidade máxima era de 5.5 metros, tendo 80% dos açudes entre 4 e 8 metros.

A lista dos açudes estudados bem como das suas principais características encontra-se em anexo.

1.5.1.2 - Medição da estaca

Para medir o rebaixamento do nível d'água, procedeu-se de modo muito simples, colocando uma estaca de madeira de 70 cm de maneira a deixar a parte superior aflorar na superfície da água.

Teve-se o cuidado de colocar a estaca em uma parte pouco acessível, longe do movimento dos animais e deu-se, na medida do possível, as devidas explicações para evitar perturbações por parte das crianças.

Entre 15 a 40 dias depois da instalação, efetuou-se nova visita e mediu-se o rebaixamento (REBOB) indicado pela parte da estaca que estava fora d'água.

1.5.1.3 - O questionário

O questionário, reproduzido no anexo, permitiu recolher informações sobre o tamanho do açude, sua construção (ano, técnica, fundação, executor, etc...), sobre a revência (existência de uma área verde, de uma área encharcada, de um vazamento contínuo, etc...) bem como informações complementares sobre a pedo-geologia, o regime hidrológico, a qualidade da água, etc...

Para cada açude um croquis detalhado acompanhava o questionário.

1.5.1.4 - Dados evaporimétricos

Para a quase totalidade dos casos conseguiu-se juntar os valores de evaporação do Tanque Classe A do Município correspondente, valores estes calculados durante o período de observação do rebaixamento do açude. Em alguns casos operou-se uma avaliação detalhada em anexo.

1.5.1.5 - Resultados obtidos

As informações recolhidas foram analisadas em duas etapas: em primeiro lugar, estudou-se os dados de rebaixamento corrigido obtidos (EVINF), a sua comparação com a evaporação do Tanque (EVT) e estimativas da infiltração dali decorrentes. Numa segunda etapa procurou-se relacionar esses dados com as características da represa.

Uma certa proporção dos resultados, como era de se esperar, foi perdida ou recolhida incompleta, devido a várias causas:

- A estaca foi extraviada (10% dos casos);
- houve ocorrência de precipitações (10% dos casos);
- não foi possível achar quem respondesse ao questionário (17% dos casos);
- a pessoa entrevistada não tinha presenciado a construção do açude (31% dos casos).

Evidentemente, essas categorias não são independentes, podendo haver conjugação destes fatores.

1.5.2 - Análise dos Rebaixamentos Observados

1.5.2.1 - Condições gerais

A partir da amostra completa, conseguiu-se um total de 133 açudes para os quais se dispõe de uma medição do rebaixamento (REBOB) - Esse rebaixamento é corrigido pelas chuvas eventuais para fornecer o valor (EVINF). No caso em que as precipitações não foram medidas, adotou-se um valor de 10 mm, para cada menção de uma "pequena chuva".

Os valores de (EVINF), (EVT), (ETP) são dados em mm/dia de maneira a homogeneizar totais referentes a períodos de duração diferentes.

1.5.2.2 - Distribuição de EVINF

A Figura 60, mostra a distribuição obtida para 128 observações. A amostra geral foi reduzida por eliminação de 5 açudes com valores de (EVINF) inferiores a 70% do valor da evaporação do Tanque. ($EVINF < 0.7 EVT$). Pode-se considerar, de fato, que tais casos são improváveis (ver primeira parte) e devidos a erros na observação de REBOB ou à não computação de chuvas.

Constata-se que a média ficou em 10.7 mm/dia, a mediana em 10.35 mm/dia, e que 75% das observações deram um rebaixamento superior a 9.3 mm/dia.

Essa distribuição relativa a (EVINF) fornece uma boa idéia do rebaixamento dos açudes, nos meses de outubro/novembro; entretanto o principal fator responsável pela dispersão observada é a variação da própria evaporação de acordo com a situação geográfica. Para livrar-se desta variabilidade deve-se estudar a relação de (EVINF) com um valor evaporimétrico de referência, ou seja, o valor da evaporação do Tanque Classe A (EVT).

1.5.2.3 - Distribuição de EVINF/EVT

A Figura 61 apresenta a distribuição da razão EVINF/EVT. Observa-se, em primeiro lugar, a existência de 6 valores inferiores a 0.85, valor que indica aproximadamente, para açudes de pequeno porte, a ausência de infiltração (ver primeira parte). Isso decorre da imprecisão e dos erros de observação e, também, de variações na exposição dos fatores climáticos: alguns açudes têm uma situação privilegiada por exemplo, particularmente amparada dos ventos, o que contribui para uma diminuição da relação açude/tanque.

DISTRIBUIÇÃO DO REBAIXAMENTO

128 VALORES COM MEDIA DE 10.71 mm/dia

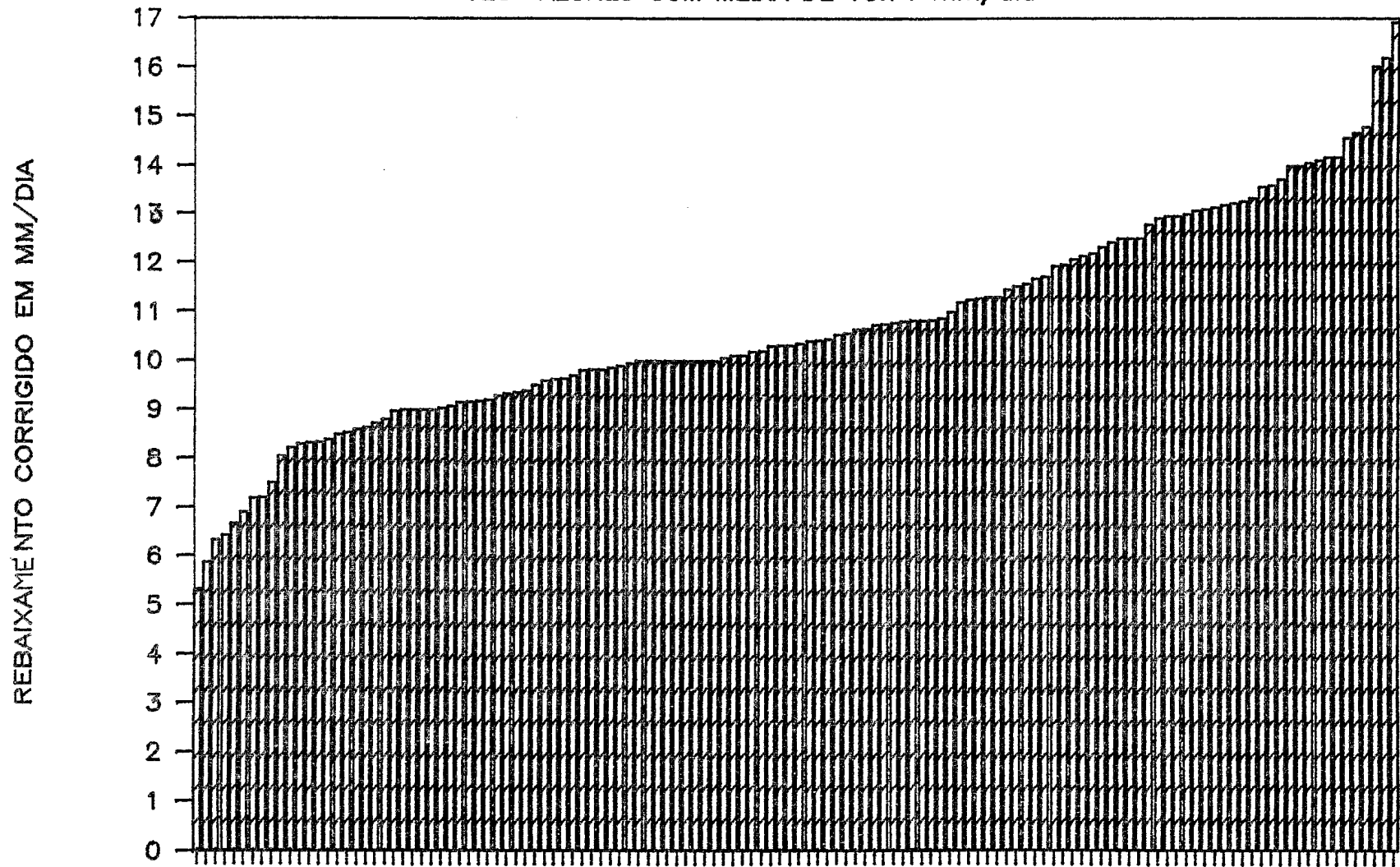


Figura 60 - Distribuição do Rebaixamento

DISTRIBUIÇÃO DE EVINF/EVT

128 VALORES COM MEDIA DE 1.15

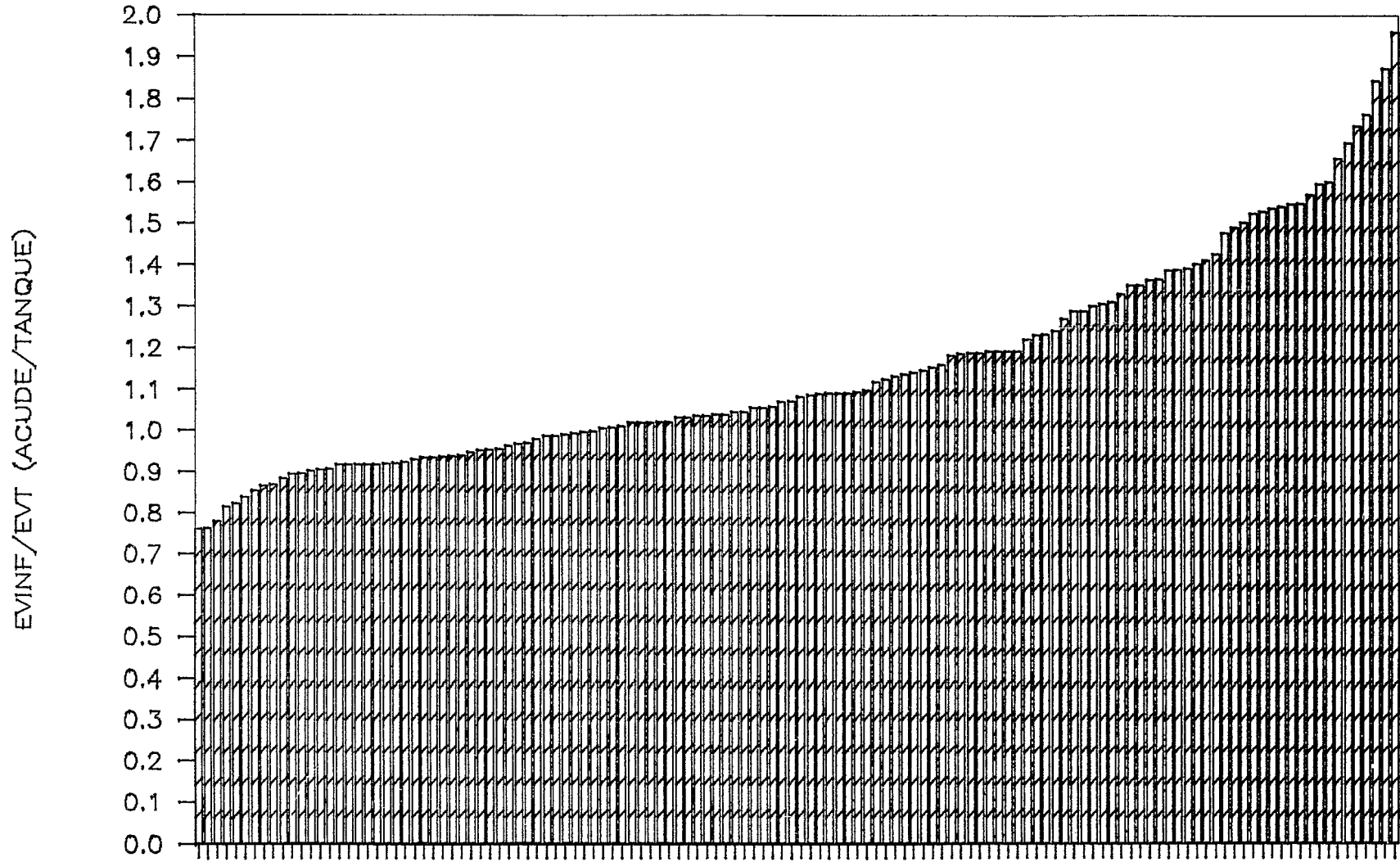


Figura 61 - Distribuição de EVINF/EVT

A média ficou em 1.15 e a mediana em 1.07.

Essa relação representa o coeficiente, pelo qual deve se multiplicar o valor do Tanque (EVT), para estimar o rebaixamento do açude; o coeficiente de probabilidade de ocorrência $1/4$ é 1.30.

1.5.2.4 - Distribuição da infiltração (INF) e da taxa de infiltração INF/EVINF

A partir dos resultados apresentados na primeira parte pode-se proceder a uma estimativa da infiltração mediante um coeficiente $K_a = \text{EVA}/\text{EVT}$ médio. Adotaram-se os valores seguintes:

- açudes com espelho d'água inferior a 1 ha : $K_a = 0.9$
- açudes com espelho d'água entre 1 e 5 ha : $K_a = 0.85$
- açudes com espelho d'água superior a 5 ha : $K_a = 0.8$
- açudes com espelho d'água indeterminado : $K_a = 0.85$
- açudes com situação notadamente amparada dos ventos: redução de 10% sobre K_a

A Figura 62 apresenta a distribuição da infiltração INF, expressa em lâmina e a Figura 63 mostra o gráfico relativo à taxa de infiltração, ou seja, INF/EVINF, proporção das infiltrações no rebaixamento total, expressa em percentagem.

Os valores negativos provêm dos açudes com baixa relação EVINF/EVT como esclarecido acima. Pode-se considerar que estes açudes apresentam infiltrações muito fracas e que a taxa de infiltração está, na realidade, próxima a 0. Com esta hipótese calcula-se uma média de 22.6% e observam-se valores extremos da ordem de 50%.

Em vez de comparar INF ao total EVINF, pode-se compará-lo à própria evaporação do açude (EVA): a Figura 64 fornece a comparação gráfica dessas duas perdas. As infiltrações representam em média 34.3% do volume evaporado mas podem alcançar, nos casos extremos, valores comparáveis ou até superiores.

DISTRIBUIÇÃO DA INFILTRAÇÃO

128 VALORES COM MEDIA DE 2.64 mm/dia

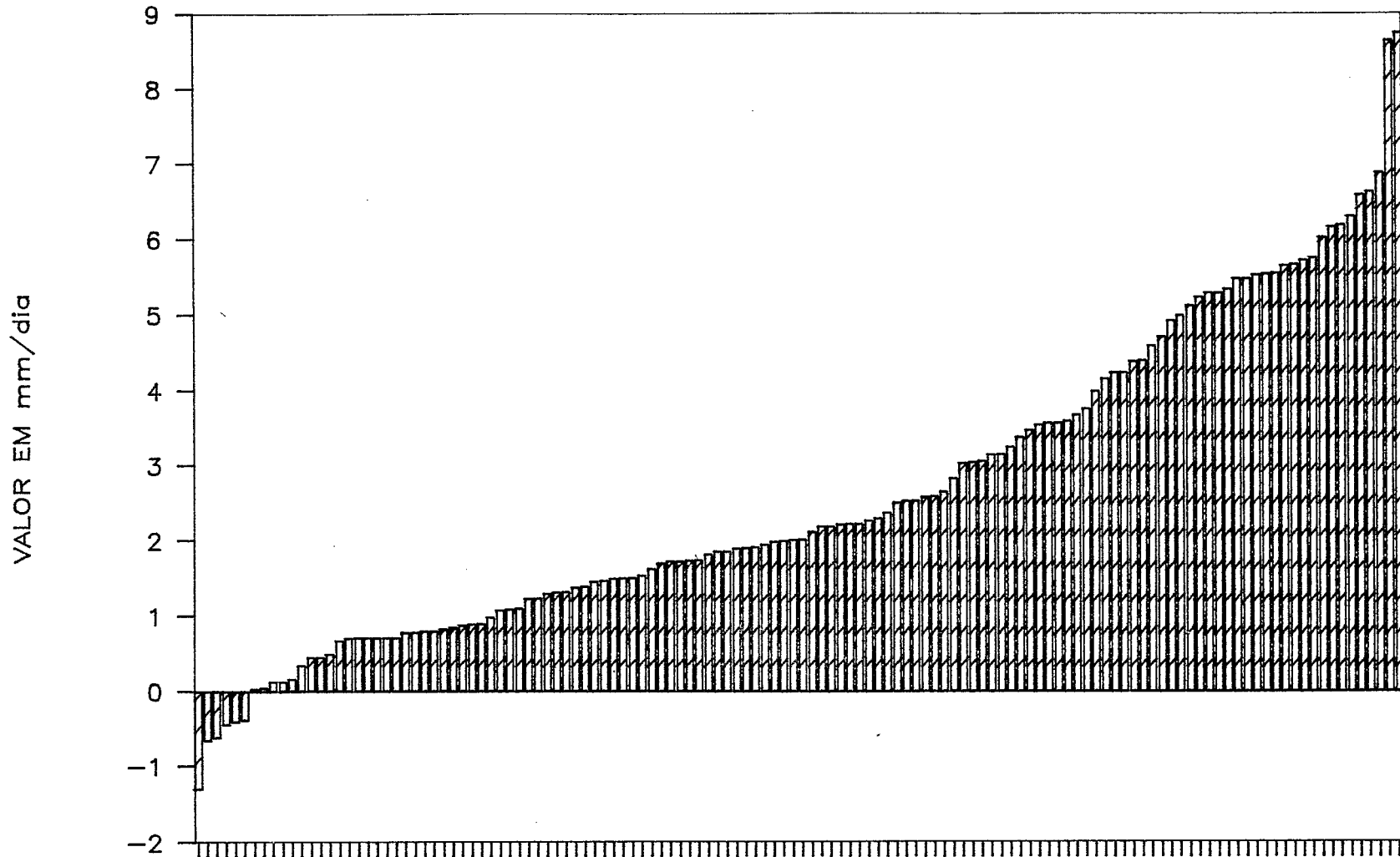


Figura 62 - Distribuição da infiltração

DISTRIBUIÇÃO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO

128 VALORES COM MEDIA DE 22.6%

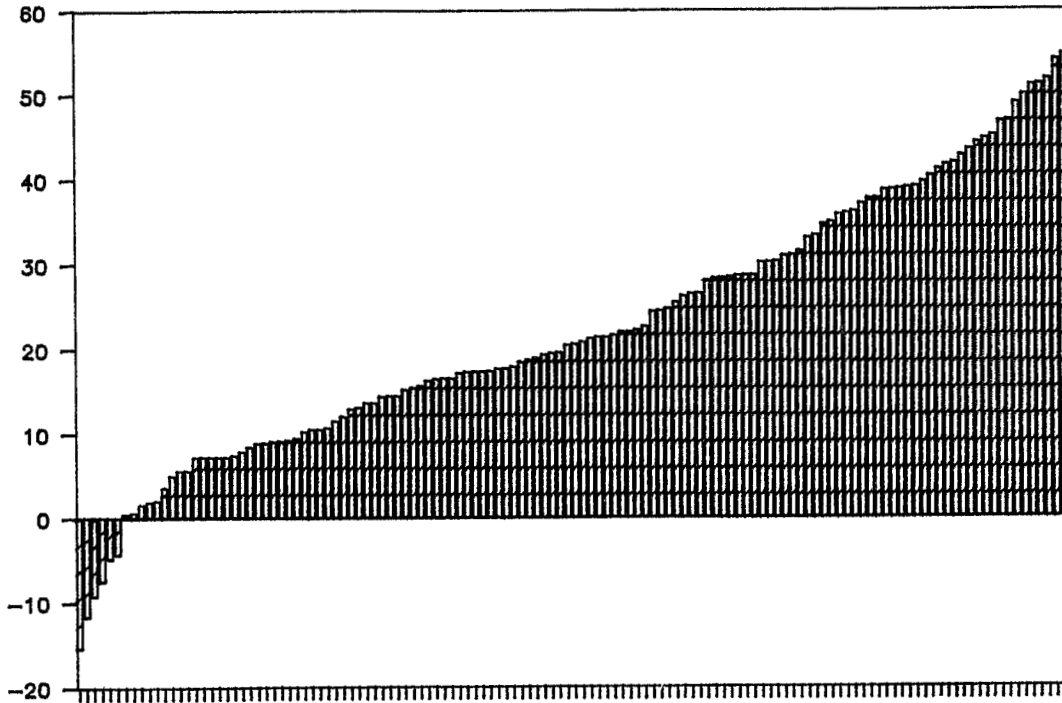


Figura 63 - Distribuição da taxa de infiltração

DISTRIBUIÇÃO DE INF/EVA

128 VALORES COM MEDIA DE 34.3%

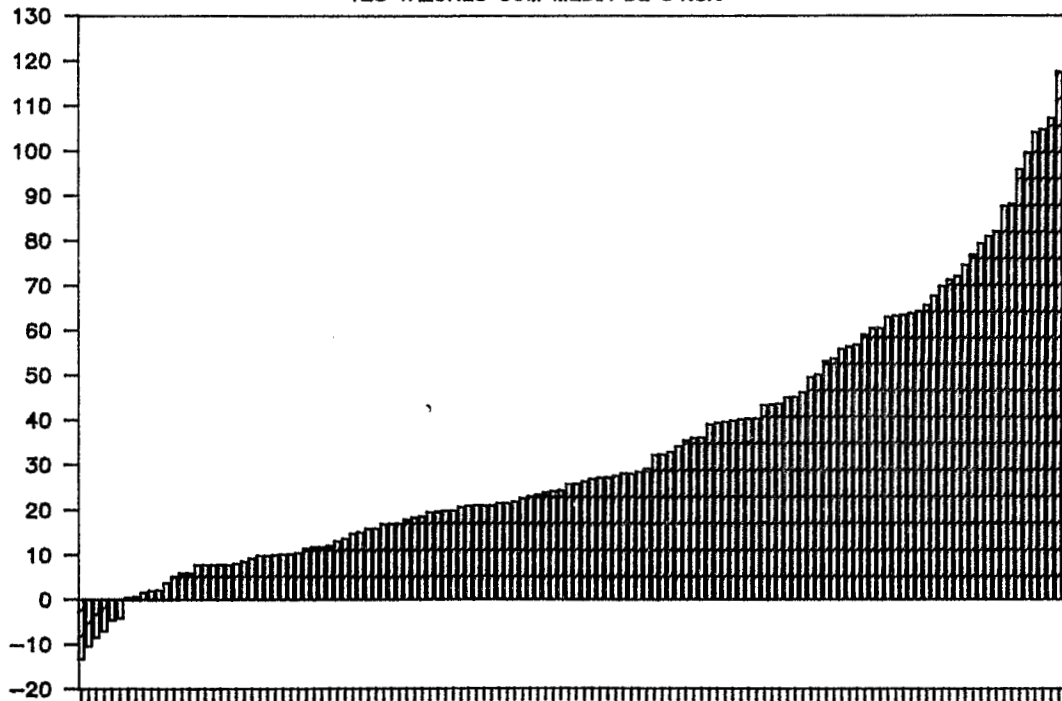


Figura 64 - Distribuição de INF/EVA

1.5.2.5 - Distribuição da infiltração volumétrica (VINF)

O valor de INF, expresso como lâmina, não permite que se tenha uma idéia muito concreta. Para obter uma expressão volumétrica, conservou-se os açudes, dos quais se conhece a superfície (estimada) do espelho d'água (111 valores), e plotou-se o volume infiltrado correspondente $VINF = S \cdot INF$ na Figura 65. Conseguiu-se uma média de 44.25 m³/dia, e uma mediana muito mais baixa, de 30 m³/dia.

1.5.2.6 - Distribuição do volume infiltrado homogeneizado

Percebe-se que, a distribuição de VINF tem a inconveniência de comparar dados de infiltração relativa a profundidades diferentes. Ora, o volume VINF depende, como foi mostrado no primeiro parágrafo, do nível de água do açude. Pode-se, com as devidas restrições, considerar que o volume infiltrado varia com a potência 1.7 da profundidade e homogeneizar os valores de VINF da seguinte maneira: considera-se o valor $VINF3 = VINF (3/H)^{1.7}$, volume infiltrado estimado para uma profundidade arbitrária de três metros. O valor 1.7 pode ser considerado, na ausência de resultados estatísticos e na base do parágrafo 2.3, como um valor central já que pode se estimar a sua faixa de variação entre 1 e 2.4.

Obtém-se assim a distribuição do volume infiltrado para uma mesma profundidade de três metros, apresentada na Figura 66. A média ficou em 51.2 m³/dia. 50% dos açudes tem uma perda inferior a 38 m³/dia e 80%, uma perda inferior a 66 m³/dia.

NOTA: Se se considera, para um dado açude, a lei $VINF = aH^b$, pode-se estimar o erro decorrente da adoção do valor 1.7 por: $\frac{VINF3}{VINF3'}$ = $(3/H)^{b-1.7}$

onde VINF3' é o valor aproximado obtido com $b = 1.7$, e VINF3 o valor obtido com b real.

Essa razão varia em função de H e b com os valores extremos seguintes:

DISTRIBUIÇÃO DO VOLUME INFILTRADO

110 VALORES COM MEDIA DE 43.9 M3/DIA

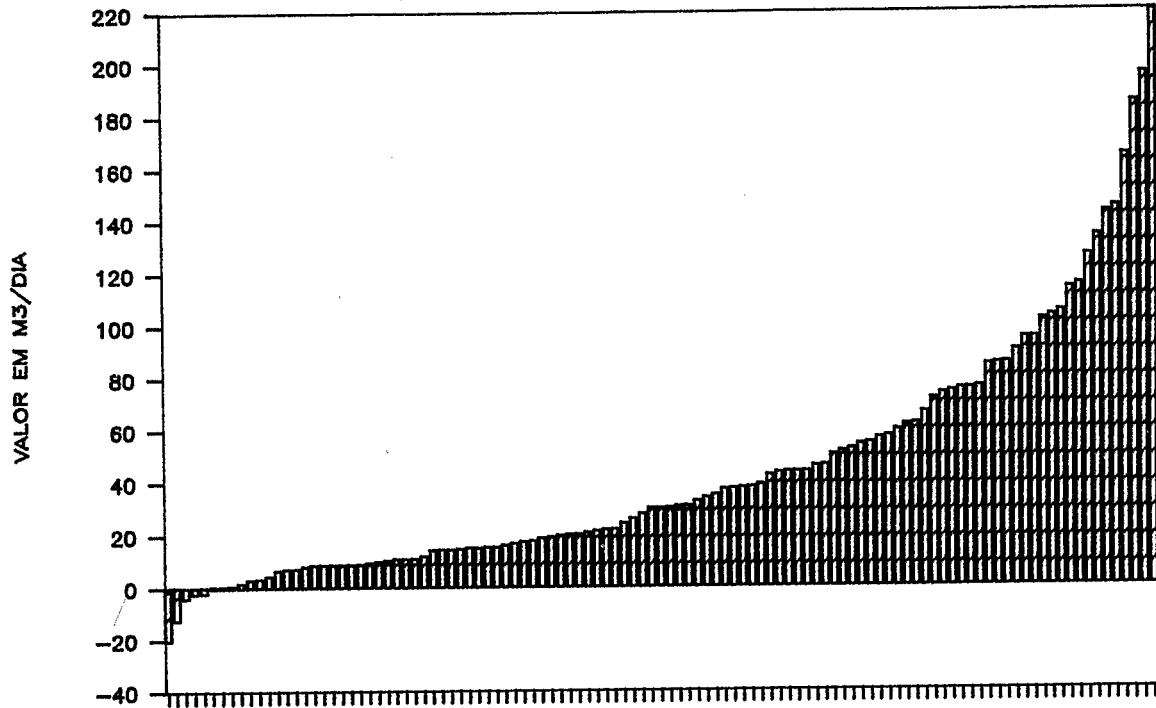


Figura 65 - Distribuição do volume infiltrado

DISTRIBUIÇÃO DO VOL.INF. HOMOGENEIZADO

110 VALORES COM MEDIA DE 51.2 M3/DIA

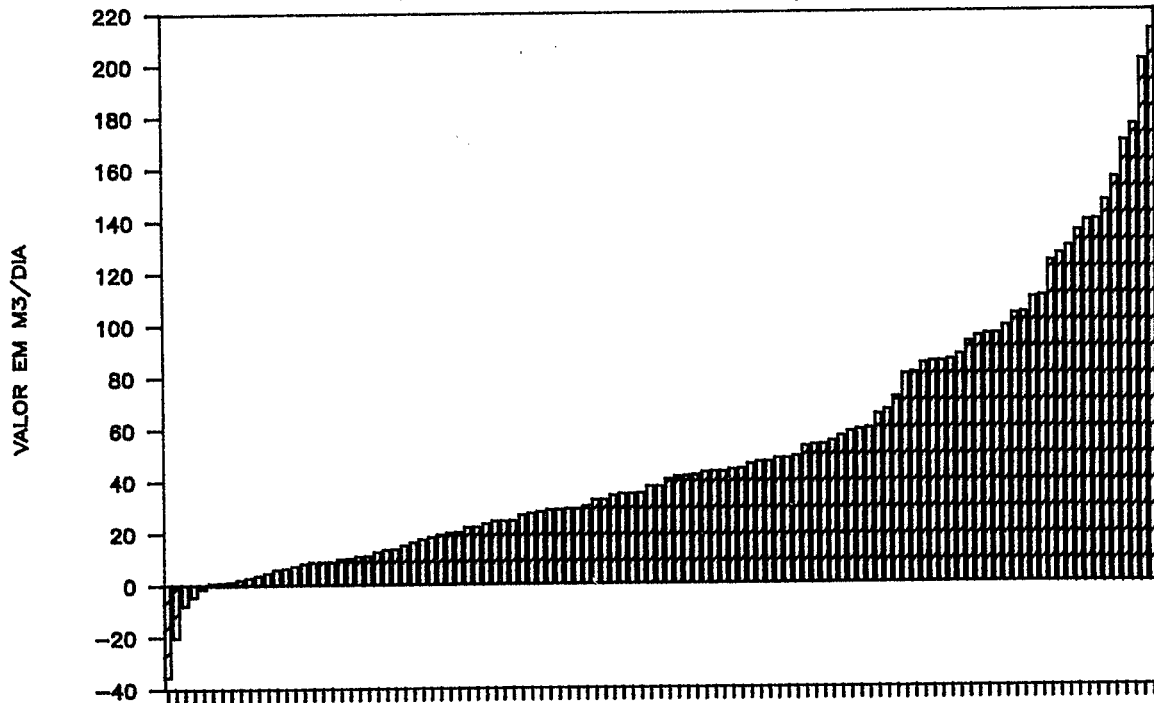


Figura 66 - Distribuição do volume infiltrado
homogeneizado

TABELA 33

Correção da infiltração volumétrica

		VINF3/VINF3'
H=2	b=1	0.75
	b=2.4	1.33
H=3	b=1	1
	b=2.4	1
H=4	b=1	1.22
	b=2.4	0.82
H=5	b=1	1.43
	b=2.4	0.7

1.5.2.7 - Resumo

A Tabela 34, resume os parâmetros estatísticos referentes às distribuições estudadas.

Em todos os casos verifica-se que a mediana é inferior à média, o que significa que os valores extremos têm um peso importante.

Ressalta-se ainda que, os resultados sobre a variável (INF) e as outras variáveis dela derivadas representam ordens de grandeza já que elas dependem da escolha de K_a e da avaliação de S .

TABELA 34

Principais parâmetros estatísticos das distribuições estudadas

	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO/ MÉDIA	PROB. DE OCORRÊNCIA	
				3/4	1/4
EVINF (mm/d)	10.7	10.35	0.20	9.3	12.2
EVINF/EVT	1.15	1.07	0.22	.95	1.3
INF/EVINF (%)	22.6	20	0.63	10	33
INF/EVA (%)	34.3	26	0.83	12	50
INF (mm/d)	2.64	2.01	0.76	1.00	4.00
VINF (m ³ /d)	44	30	1.02	11	62
VINF3 (m ³ /d)	51	38	0.92	16	80

1.6 - Análise do questionário

Apresenta-se em primeiro lugar as respostas às perguntas sobre a idade da barragem, a sua construção e a sua revência. Numa segunda etapa, tentar-se-á relacionar as tendências evidenciadas, com os valores estimados da infiltração.

Utilizou-se uma primeira amostra, de 178 questionários (amostra A), à qual pertencem os 128 açudes para os quais foi medido o rebaixamento. Uma parte destes questionários não está completa, por não se ter conseguido toda a informação correspondente. Por esse motivo, apresentam-se os resultados, expressas em número de respostas obtidas e em percentuais.

Utilizam-se também dados de uma outra amostra de 49 açudes (amostra B), relativa a uma pesquisa realizada na região do Alto Pajeú (SUDENE, 1988).

Neste caso, serão apresentados também os totais e percentuais referentes a esta amostra, bem como, à amostra obtida juntando A e B, amostra A + B.

1.6.1 - Idade e tipo de construção dos açudes

A Figura 67 fornece a distribuição dos açudes por tipo de construção:

- trator de esteira
- trator de roda
- jumento
- couro de arrasto
- mão

e por faixa etária: definiram-se seis períodos distintos, destacando-se em particular o período 78/83, correspondente à última seca de 5 anos.

As Figuras 68 e 69 e a Tabela 35 expressam visualmente os percentuais obtidos.

Pode-se fazer as observações seguintes:

- os resultados da Amostra (A) indicam que uma grande percentagem (45%) dos açudes foi construída nos dez últimos anos (78/88) com relevante proporção (um terço do total) durante a seca de 78/83. Essa tendência geral (a Amostra A abrange 4 Estados) não é tão marcada para o Alto Pajeú (Amostra B) que possui mais açudes velhos (29% anteriores a 1950).

DISTRIBUIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES
SEGUNDO TIPO DE CONSTRUÇÃO (131 VAL.)

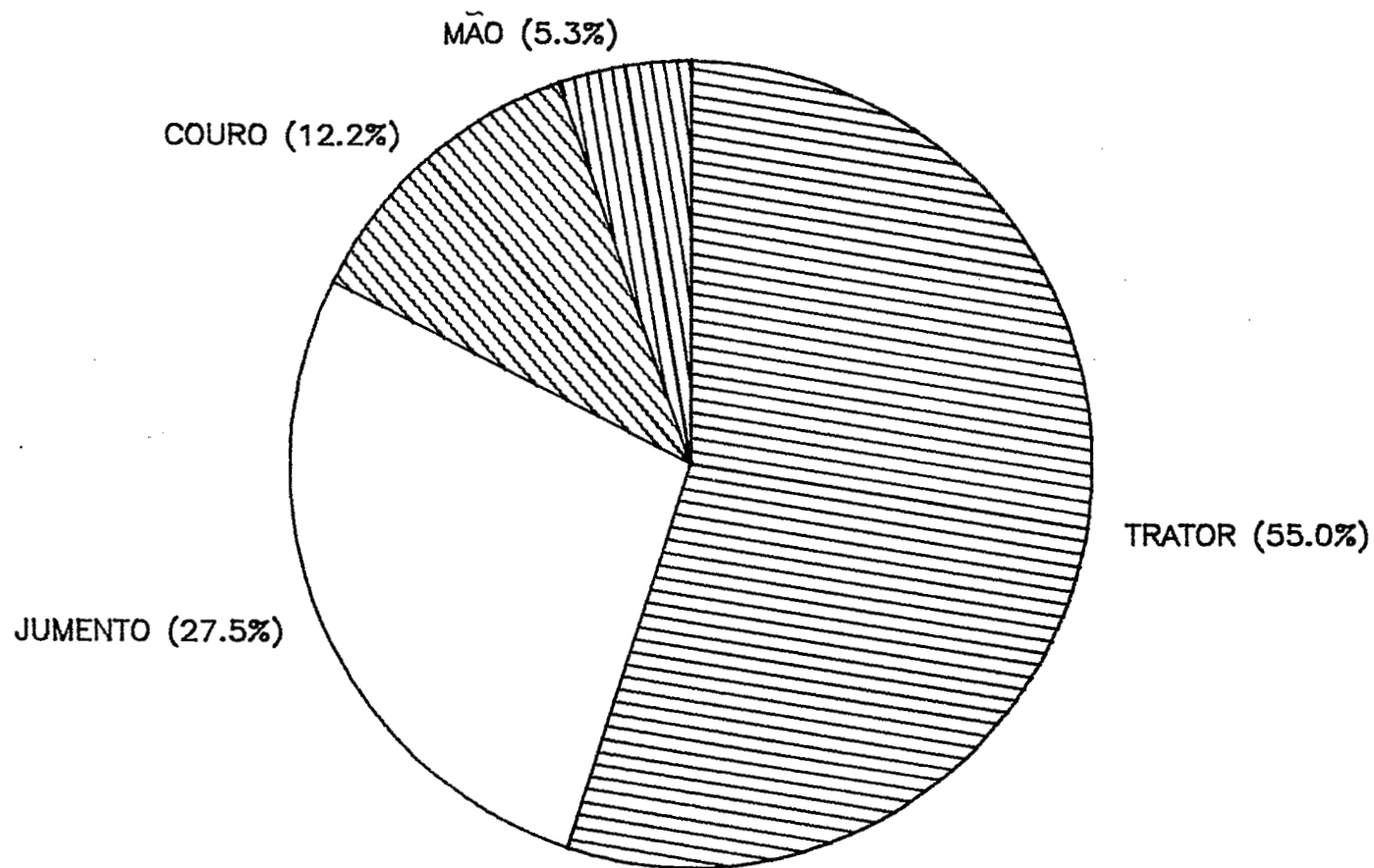


Figura 67 - Distribuição das construções
(segundo o tipo de construção)

DISTRIBUIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES

SEGUNDO FAIXAS DE IDADE (GERAL-90 VAL.)

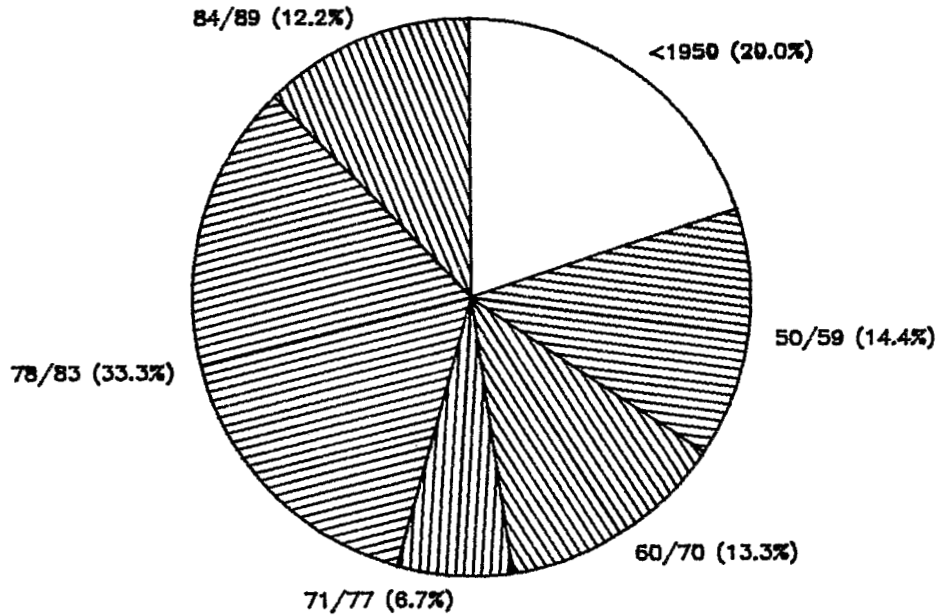


Figura 68 - Distribuição das construções (segundo faixas de idade)

DISTRIBUIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES

SEGUNDO FAIXAS DE IDADE (PAJEU-42 VAL.)

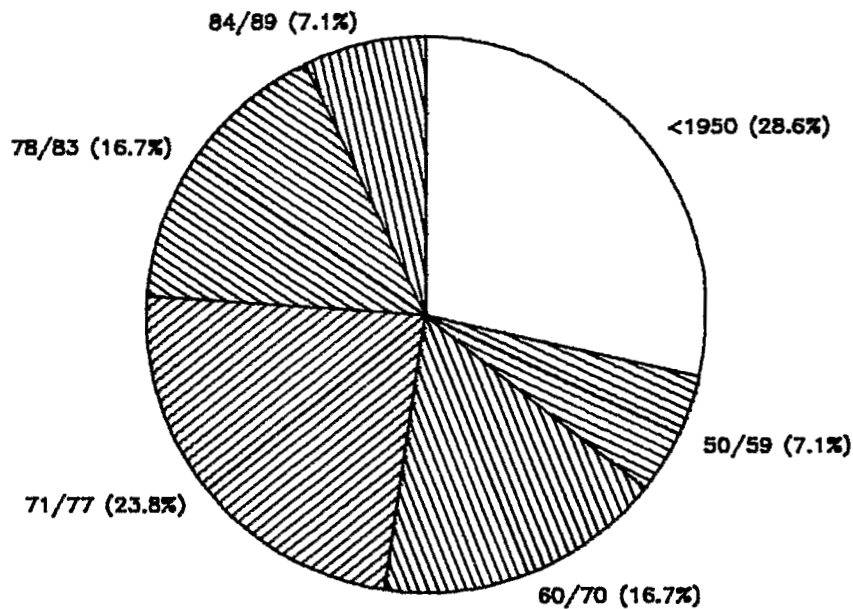


Figura 69 - Distribuição das construções (segundo a faixa de idade)

TABELA 35

ANO DA CONSTRUÇÃO		<1950	50/59	60/70	71/77	78/83	84/89	TOTAL
TRATOR DE ESTEIRA	A	1	3	5	3	27	9	48
	B	1	0	5	9	6	3	24
	A+B	2	3	10	12	33	12	72
TRATOR DE RODA	A	0	0	0	0	1	0	1
	B	0	0	0	0	0	0	0
	A+B	0	0	0	0	1	0	1
JUMENTO	A	13	8	5	3	2	0	31
	B	1	1	2	0	1	0	5
	A+B	14	9	7	3	3	0	36
COURO DE ARRASTE	A	3	0	0	0	0	0	3
	B	10	2	0	1	0	0	13
	A+B	13	2	0	1	0	0	16
MAO	A	1	2	2	0	0	2	7
	B	0	0	0	0	0	0	0
	A+B	1	2	2	0	0	2	7
TOTAL	A	18	13	12	6	30	11	90
	B	12	3	7	10	7	3	42
	A+B	30	16	19	16	37	14	132

RESULTADOS EM PERCENTAGEM

ANO DA CONSTRUÇÃO		<1950	50/59	60/70	71/77	78/83	84/89	TOTAL
TRATOR DE ESTEIRA	A	2	6	10	6	56	19	100
	B	4	0	21	38	25	13	100
	A+B	3	4	14	17	46	17	100
TRATOR DE RODA	A	0	0	0	0	100	0	100
	B							
	A+B	0	0	0	0	100	0	100
JUMENTO	A	42	26	16	10	6	0	100
	B	20	20	40	0	20	0	100
	A+B	39	25	19	8	8	0	100
COURO DE ARRASTE	A	100	0	0	0	0	0	100
	B	77	15	0	8	0	0	100
	A+B	81	13	0	6	0	0	100
MAO	A	14	29	29	0	0	29	100
	B							
	A+B	14	29	29	0	0	29	100
TOTAL	A	20	14	13	7	33	12	100
	B	29	7	17	24	17	7	100
	A+B	23	12	14	12	28	11	100

- 55% dos açudes (132 valores) foram construídos com trator de esteira - os açudes construídos com couro de arrasto, são açudes anteriores a 1950; a proporção dos açudes realizados com jumentos esta diminuindo muito (85% foram executados antes de 1960).
- Foram construídos nos dez últimos anos 39% dos açudes (Amostra A + B) e 90% deles foram feitos com trator de esteira.

1.6.2 - Características observáveis

Para tentar determinar a origem das eventuais infiltrações, foram feitas, através do questionário, algumas perguntas resumidas na Tabela 36.

Constata-se que 93% dos açudes têm uma fundação mas que 74% apresentam revências, a metade deles o ano todo.

45% apresentam uma área encharcada no pé da parede (dos quais 75%, o ano todo) e em 36% dos açudes nota-se água correndo na mesma área (dos quais 45% o ano todo).

Enfim, quase um quarto dos açudes já arrombou.

1.6.3 - Correlações entre as infiltrações e as variáveis observadas

Deve-se agora tentar relacionar a importância da infiltração a estes critérios práticos e concretos. Para medir a infiltração pode-se utilizar uma das variáveis apresentadas no início, ou seja, $EVINF/EVT$, INF , $VINF$, $VINF^3$.

O valor de (INF) depende da precisão do coeficiente K_a utilizado para estimá-lo; o valor de $VINF$ acrescenta mais uma incerteza sobre a superfície do espelho d'água e o valor $VINF^3$ depende ainda da relação $VINF(H)$ adotada.

Por isso escolheu-se a razão $EVINF/EVT$ como indicador da importância das infiltrações.

Definiram-se três classes de infiltração a partir dos valores de probabilidade de ocorrência $1/3$ e $2/3$, ou seja 1.00 e 1.19. Dito de outra maneira, pode-se considerar que um terço dos açudes tem uma razão $EVINF/EVT$ inferior a 1.00 (os açudes de baixa infiltração), um terço com um valor entre 1.00 e 1.19 (os açudes de media infiltração), e o último terço com valor

TABELA 36

Distribuição das respostas às principais
perguntas

PERGUNTA	SIM						NAO						TOTAL		
	NUM.EVENTOS			PERCENTAGEM			NUM.EVENTOS			PERCENTAGEM			NUM.EVENTOS		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
FOI FEITA UMA FUNDACAO?	89		89	93		93	7		7	7		7	96	0	96
EXISTE REVENCIA?	110	37	147	74	71	74	38	15	53	26	29	27	148	52	200
EXISTE REVENCIA O ANO TODO?	53		53	50		50	52		52	50		50	105	0	105
EXISTE AREA ENCHARCADA NO PE DA PAREDE?	67	20	87	46	41	45	79	29	108	54	59	55	146	49	195
EXISTE AREA ENCHARCADA O ANO TODO?	42		42	76		76	13		13	24		24	55	0	55
SE VE AGUA CORRENDO NO PE DA PAREDE?	50	19	69	35	38	36	92	31	123	65	62	64	142	50	192
SE VE AGUA CORRENDO O ANO TODO?	22		22	46		46	26		26	54		54	48	0	48
O ACUDE JA ARROMBOU?	22	18	40	18	33	23	100	36	136	82	67	77	122	54	176
EXISTE UM ALUVIAO NA TRASEIRA DO ACUDE?	81		81	61		61	52		52	39		39	133	0	133
EXISTE POCO E/OU CACIMBA NA TRASEIRA DO ACUDE?	31		31	26		26	86		86	74		74	117	0	117

superior a 1.19 (os açudes de alta infiltração). Teria sido possível escolher a variável (INF) (e seus limites de classe correspondentes, 1.2 e 3.8); mas verifica-se que, de fato, 87% dos açudes ficariam na mesma classe, caso este critério fosse adotado.

Estudou-se a repartição dos açudes entre essas três classes para as perguntas mais relevantes e calculou-se também a média da relação $EVINF/EVT$ para os grupos de açudes correspondentes: Dispõe-se assim de um indicador de tendência quantitativa. (Lembramos os dados relativos a essa variável: média 1.15/ mediana 1.07/ probabilidade 3/4: 0.95/ probabilidade 1/4: 1.30). Os resultados são fornecidos pela Tabela 37 e expressos em percentagem; o número total de respostas para cada pergunta encontra-se na última coluna.

Podem ser feitas as observações básicas seguintes:

O primeiro conjunto de critérios diz respeito à informação da área situada à jusante da represa:

- Não existe tendência para os açudes declarados como tendo revência (74% dos açudes). Para revências que perduram o ano todo já se tem um ligeiro aumento da classe 3. Os açudes de revência temporária encontram-se nas classes 1 e 2 (84%).

É interessante examinar o caso dos cinco açudes que não apresentam revência e encontram-se na classe 3; dois deles possuem um aluvião, com lençol freático possivelmente alimentado pelo açude. Em um dos casos, particularmente, existe irrigação a partir de um poço amazonas que permite o aproveitamento dessas reservas subterrâneas. Para três deles, obteve-se respostas com relação ao regime do rebaixamento considerado "lento" e "normal" com relação aos reservatórios da vizinhança. Além do mais, dois destes açudes encontram-se com um nível baixo (2 metros), um deles com consumo significativo de 7 famílias e algumas reses podendo explicar o forte rebaixamento.

- O critério "área encharcada no pé da parede o ano todo" já é mais expressivo com relação à importância das infiltrações, o que aparece na repartição 21%/30%/48%.
- O critério "se vê água correndo no pé da parede o ano todo" é ainda mais forte. Só 17 açudes têm essa característica e a média da relação $EVINF/EVT$ ficou no valor alto de 1.37: o único açude que ficou na classe 1 tem uma revência considerada como "elevada".

TABELA 37

Repartição das respostas por classe de infiltração

PERGUNTA	RESPOSTA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	MEDIA DE EVINF/EVT
RESULTADO EM PERCENTAGEM					
EXISTE REVENCIA?	SIM	32	33	35	1.16
	NAO	45	32	33	1.11
EXISTE REVENCIA O ANO TODO?	SIM	32	24	45	1.21
	NAO	33	45	22	1.06
EXISTE AREA ENCHARCADA O ANO TODO?	SIM	21	30	48	1.25
SE VE AGUA CORRENDO O ANO TODO?	SIM	6	29	65	1.37
EXISTE ENCHARC. E AGUA CORRENDO O ANO TODO?	SIM	6	29	65	1.37
FOI FEITA FUNDACAO	NAO	25	75	0	1.02
ACHA REVENCIA POUCA	SIM	43	35	22	1.07
ACHA REVENCIA MEDIA	SIM	30	30	41	1.16
ACHA REVENCIA ELEVADA	SIM	17	39	44	1.28
ACHA REBAIXAMENTO RAPIDO	SIM	0	33	67	1.40
ACHA REBAIXAMENTO NORMAL	SIM	35	37	29	1.12
ACHA REBAIXAMENTO LENTO	SIM	75	25	0	1.08
TIPO DE CONSTRUÇÃO	TRATOR	33	33	33	1.15
	JUMENTO	34	38	28	1.06
	COURO	0	60	40	1.22
	MAO	0	50	50	1.30
PERIODO DE CONSTRUCAO	<1950	25	33	42	1.10
	50/59	8	50	42	1.24
	60/70	71	0	29	1.08
	71/77	75	0	25	1.00
	78/83	29	35	35	1.22
	84/89	17	50	33	1.20
PROFUNDIDADE MAXIMA	<5 M	27	30	43	1.22
	>=5 M	38	26	36	1.15
ACUDE BEIRA DE ESTRADA	SIM	44	11	44	1.21

É interessante notar que uma análise mais precisa dos cinco açudes onde se verifica este critério e que se encontram na classe 2, mostra que se trata de um açude com 3 metros d'água, três açudes com quatro metros e outro com cinco metros. Apesar de possuir uma característica marcante de infiltração, a importância da perda (lâmina observável) é possivelmente amenizada pelo tamanho relativamente importante da represa o que leva essas represas para classe 2.

- Duas perguntas foram feitas ao agricultor a respeito da revência e do rebaixamento do nível d'água com relação aos açudes da redondeza. As respostas refletem globalmente a realidade; para os nove açudes considerados com rebaixamento rápido, a média de EVINF/EVT é de 1.40, valor com probabilidade de ocorrência apenas de 0.17.

Muitos açudes possuem uma área verde situada à jusante da sua parede; essa área, sobretudo se ela permanece verde o ano todo, pode ser indicadora de alimentações subterrâneas e podem-se minorar as infiltrações pela ETP da superfície correspondente. Na amostra estudada 54 açudes tem uma área verde (em média 0.9 ha): para os 29 açudes cuja área tem superfície superior a 1 ha obteve-se uma média de EVINF/ETP de 1.12 enquanto que, para os 25 outros cuja área é inferior a 1 ha, a média é de 1.14 o que comprova a ineficiência do critério.

Além desses critérios sobre o pé da parede, procurou-se correlações com os seguintes critérios:

- É possível que a pedologia e a geologia tenham uma influência relevante, no que tange à importância da infiltração. Infelizmente não foi possível classificar os açudes estudados e, além disso, os mapas disponíveis (escala 1/500000) indicam, geralmente, associações complexas que não proporcionam uma informação suficiente. Apesar disso, calculou-se a média de EVINF/EVT para cada Município e evidenciaram-se dois valores destacados referentes aos Municípios de Souza (1.42 para 9 açudes) e Patos (0.96 para 16 açudes). Sabe-se que a região de Souza corresponde a um enclave sedimentar (bacia do Rio Piranhas) na zona do cristalino, o que provavelmente é correlato com a classificação do Município na classe 3.

No caso de Patos, observa-se um valor relativamente baixo mas este Município não tem características particulares tratando-se de uma associação cristalino + pequenos aluviões.

- Nenhuma tendência visível aparece com relação ao **tipo de construção**. O indicador EVINF/EVT entretanto, indica que os açudes construídos com jumentos apresentam menos infiltração. Em seguida tem-se, na ordem crescente de infiltração, o trator de esteira, o couro de arrasto e a construção manual.
- A repartição segundo **faixa etária** não permite destacar nenhuma correlação significativa.
- A repartição por **classe de tamanho** (menos de 5 metros de profundidade total e mais de 5 metros) também não fornece conclusões notáveis.
- Os açudes que **já arrombaram** não apresentam particular tendência à revência.
- Enfim, estudaram-se os nove **açudes de beira de estrada**: 5 deles deram um rebaixamento muito baixo (média de EVINF/EVT de .83) e quatro outros um rebaixamento alto (classe 3). Seria interessante aprofundar este estudo, considerando em particular o tipo de estrada e seu tipo de construção, de maneira a destacar fatores suscetíveis de permitir a classificação de tais açudes.

1.7 - Esboço de um método de avaliação das perdas

Para qualquer tipo de projeto de aproveitamento da água do açude, é fundamental avaliar as perdas do reservatório para evitar situações constrangedoras de déficit de água.

Às vezes, dispor-se-ão do tempo e dos meios necessários para realizar uma medição de campo e, em outros casos, não se poderá ir além de uma estimativa.

1.7.1 - Avaliação mediante medição de campo

Dispõe-se, conforme as explicações do parágrafo 2.2, do método de balanço hídrico e do método de análise das concentrações salinas.

Já se viu que o interesse do segundo método, restringe-se às situações em que a salinidade é média, em que se dispõe de um bom levantamento topográfico da bacia hidrológica do açude, bem como, da possibilidade de realizar análises químicas da água. Explicita-se então o desempenho prático do primeiro método, restringindo-se a uma apresentação sucinta por ser este método objeto de uma publicação mais pormenorizada (Molle, 1989c).

Medição de EVINF

Primeiro, deve-se realizar uma medição do rebaixamento natural nas condições já expostas (um período seco de 25 a 40 dias sem escoamento nem chuvas fortes, sem bombeamento); o açude não poderá estar perto de secar (na prática terá no mínimo dois metros de água) e far-se-á a correção eventual da medição caso haja chuvas pequenas (que deverão ser registradas); a estaca será colocada longe do movimento do gado (para maior segurança colocar duas estacas, em pontos distintos). O rebaixamento obtido é dividido pelo número de dias de observação para dar um valor de EVINF, em mm/dia.

Medição de EVT

A segunda etapa, consiste em comparar o valor de EVINF com um valor da evaporação medida num Tanque Classe A. Considera-se o valor do rebaixamento do tanque, durante o mesmo período, e, dividindo-o pelo número de dias, obtém-se um valor de EVT em mm/dia.

Caso não se disponha, do valor da evaporação do tanque correspondente ao período considerado, pode-se utilizar a média mensal do posto mais próximo (ver primeira parte), fazendo-se o ajustamento seguinte:

- o mês foi mais quente que de costume: acrescenta-se 10% do valor;
- o mês foi excepcionalmente quente (o mais quente em vinte anos): faz-se correção de 20%;
- o mês foi mais frio que de costume, subtrai-se 10%;
- o mês foi excepcionalmente frio, subtrai-se 20%.

Avaliação de INF

Escolhe-se um coeficiente K_a em função da superfície estimada do espelho d'água (ver primeira parte) e faz-se um abatimento de 10% no caso de um açude muito encaixado e protegido do vento.

Calcula-se o valor de $INF = EVINF - Ka.EVT$ que fornece a taxa de infiltração $INF/EVIN$, ou percentagem das perdas por infiltração no rebaixamento natural.

Se essa taxa for inferior a 20% e se o açude for pequeno (um espelho d'água inferior a 5 ha), a imprecisão do método leva a aconselhar que se considere uma margem de segurança e uma taxa de infiltração igual a 20%.

1.7.2 - Avaliação mediante observação rápida.

Na impossibilidade de realizar uma medição de campo, pode-se recorrer a uma estimativa baseada em observações simples realizáveis diretamente no campo. No parágrafo II.2.6, já discutimos a significação das principais características mais visíveis.

Em alguns casos, pode-se classificar os açudes nas 3 classes já definidas.

Apresenta-se, a seguir uma lista de características, com as respectivas classes a elas associadas; quando duas classes são mencionadas, a classe entre parênteses é a menos provável, mas não pode ser descartada.

Açudes pequenos com profundidade inferior a 5 metros

- O açude não apresenta nenhuma revência no pé da parede. Deve-se examinar a parte à jusante do açude: se não existir um aluvião importante com lençol freático reconhecidamente abastecido pelo açude, classe 1,(2) (muita vegetação verde o ano inteiro, no baixio indica alimentação subterrânea).
- Existe uma área encharcada, no pé da parede o ano todo: classe 2 ou 3, se o açude for pouco profundo (<3 metros). Quando se nota água correndo o ano todo, classe 3(2). Se o agricultor acha o rebaixamento rápido, classe 3.
- O agricultor acha o rebaixamento rápido com relação aos açudes da redondeza: classe 3(2).
- O agricultor acha o rebaixamento lento com relação aos açudes da redondeza: classe 1(2).
- A região geológica é do tipo sedimentário (exemplo: Souza/PB): classe (2) 3.

Açudes maiores com profundidade superior a 5 metros

- O açude apresenta pouca revência, no máximo uma mancha encharcada no pé da parede, durante o inverno e uma pequena área verde no baixio (<1 ha): classe 1
- O açude apresenta muita revência, com vazamentos visíveis e duradouros: classe 1(2).
- O aluvião situado à jusante da parede tem um lençol freático alimentado pelo açude e de grande extensão (com, eventualmente, poço Amazonas): classe (1)2

O resultado pode ser associado a vários critérios e pode ser adaptado em função da situação; é importante, além disso, examinar os pontos seguintes:

- Se existe um rebaixamento muito grande, pode-se detectar a presença de um formigueiro ou de buracos cavados por pequenos animais.
- Se o açude foi construído a partir de um barreiro preexistente, muitas vezes pode haver um vazamento ao longo da parede antiga. Para evitar isso, a parede deve ser recortada antes de ser aumentada.
- Se o vazamento é bem localizado, em particular nas "pontas" da parede ou num sangradouro de alvenaria, a perda pode desaparecer quando o nível baixa além do lugar em que ocorre essa perda. Neste caso, pode ser conveniente considerar uma classe mais baixa, sobretudo se o período estudado for longo.
- Informações sobre até quando, o açude "sustenta a água", permite, em função da profundidade, ter uma idéia geral da importância da infiltração
- A área encharcada no pé da parede pode eventualmente ser devida à chuva (retenção em um solo argiloso) ou ao afloramento do lençol freático.

Para cada classe pode-se considerar uma relação EVINF/EVT correspondendo à mediana da própria classe (ou, para maior segurança, ao valor de probabilidade de ocorrência 1/4 dentro da classe), ou seja:

	Mediana	Probabilidade 1/4
CLASSE 1.....	.92	.95
CLASSE 2.....	1.075	1.125
CLASSE 3.....	1.40	1.55

O valor da taxa de infiltração é então calculado, como no caso anterior, após determinação de um coeficiente Ka.

PARTE III - RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

1 - EVAPORAÇÃO

Um estudo aprofundado, relativo à evaporação e à ETP, poderia considerar as seguintes sugestões:

EVP

- 1) Escolher um importante número de postos evaporimétricos (levando em conta o número de anos das séries de observações), de maneira a obter uma representatividade espacial.
- 2) Atualizar os dados e fazer uma primeira homogeneização mediante comparação com os dados do Piche.
- 3) Efetuar um estudo a nível diário sobre a relação entre a evaporação e a pluviometria, utilizando também valores do Piche.
- 4) Aprimorar os dados de observação referentes a períodos chuvosos, detectando, mediante critério a ser precisado, os dias em que a incerteza relativa à pluviometria conduz a uma evaporação diária improvável. Substituir estes valores, por valores derivados do estudo evocado no ponto anterior.
- 5) Estabelecer, a partir dos dados corrigidos, um mapa com curvas de isoevaporação média, e de probabilidade de ocorrência 1/4, a níveis mensais e anuais, bem como uma tabela fornecendo os valores correspondentes para cada posto.

ETP

- 6) A partir dos dados de evaporação corrigidos e de um estudo mais preciso da situação de cada Tanque, aprimorar os coeficientes de passagem Tanque/ETP para uma crítica mais abrangente da ETP Hargreaves. Portanto, tal método não deixará de ser meramente indicativo.
- 7) Reunir dados obtidos em varias experiências anteriores, em particular, medições em lisímetros, a fim de completar e afinar este estudo, levando a propor valores da ETP aprimorados. Estudos aprofundados deveriam ser dedicados à determinação da ETP.

EVA

- 8) Estudos mais aprofundados deveriam basear-se em acompanhamentos precisos do balanço de vários açudes, o que requer um equipamento importante. É fundamental tentar obter informações precisas sobre a variação de K_a com a superfície, levando em conta a avaliação da contribuição da advecção no balanço energético.

Dos resultados aqui apresentados, lembra-se que:

- A evaporação anual média do tanque classe A é de **tres metros**. A evaporação durante o período seco junho/dezembro representa aproximadamente **dois terços** da evaporação anual.
- O coeficiente de variação da evaporação tanque classe A é da ordem de 10%.
- A ETP Hargreaves parece ser subestimada, **em média de 15%**, no que diz respeito aos meses secos.
- Se se escolhe o valor da evaporação de ocorrência 1/4 para projetos de irrigação com operação no período seco deve-se corrigir as estimativas de necessidades hídricas das plantas de um acréscimo de 5%.
- Para açudes de superfície superior a 20 ha, em virtude das médias de evaporação do tanque consideradas, convém lembrar as ordens de grandeza seguintes: a **evaporação anual representa 2100 mm** e a **evaporação durante o período junho/dezembro 1365 mm**.

O coeficiente de passagem entre o tanque classe A e tais açudes é **aproximadamente 0.7**; esse coeficiente aumenta para superfícies menores, e vale para casos em que se pode desprezar as infiltrações.

- Considerando o coeficiente $ETPh/EVT$ médio encontrado de **0.6**, pode-se estimar a evaporação do açude (com superfície superior a 20 ha) multiplicando a ETP Hargreaves, de fácil obtenção mediante as tabelas, **por 1.17**.

2 - INFILTRAÇÃO

O estudo das infiltrações, à primeira vista, é muito mais complexo do que se pode imaginar, particularmente por causa da sua difícil medição como também pela grande variabilidade de um a outro açude.

Muitos fatores intervêm no processo da infiltração mas tudo indica que as suas influências são, em geral, dominadas pela premência da qualidade de execução e do material utilizado. Infelizmente, é difícil quantificar essa qualidade. Em decorrência disso julgou-se ilusório tentar uma análise multivariável do fenômeno.

A comparação de dois métodos (balanço hídrico e balanço químico) para determinação das infiltrações, levou-se a preferir o método do balanço hídrico que necessita da observação paralela do açude e de um Tanque Classe A. Ressaltam-se as limitações desse método com relação a açudes de baixa infiltração, aconselhando-se neste caso, considerar um valor de segurança de 20% para a taxa de infiltração.

A correlação entre a importância do volume infiltrado e as características observáveis na parte traseira do açude deram alguns resultados significativos mas, apontou também para as seguintes limitações:

- Pode haver infiltração importante sem que isso se perceba à primeira vista (existência de falhas na bacia, infiltrações subterrâneas alimentando um lençol freático por baixo da parede...).
- Pode haver, ao contrário, uma área encharcada visível, e até perene, no pé da parede, sem que esse vazamento constitua, em termos volumétricos, uma perda relevante: toca-se aqui, em um ponto fundamental que diz respeito à superfície do espelho d'água. Para perdas volumétricas e paredes iguais, o rebaixamento decorrente da infiltração é inversamente proporcional à superfície do açude.

Essa constatação poderia servir de base a um estudo morfológico aprofundado visando relacionar o comprimento da barragem (que não foi considerado neste estudo) à superfície da bacia hidráulica.

Em todos os casos, deve lembrar-se que, em média, a infiltração é responsável por 23% do rebaixamento, representando assim um acréscimo de 34% da evaporação. Para uma profundidade de 3 metros essa perda corresponde aproximadamente a 50 m³/dia.

A avaliação das perdas durante um período de vários meses, em que o nível do açude varia bastante, é dificultada pelo não conhecimento da variação precisa da infiltração com a profundidade. Explicita-se, em particular, como varia a lâmina infiltrada em função do expoente das leis $VINF(H)$ e $S(H)$.

Enfim propõe-se, dentro das restrições aludidas e apesar da margem de erro, um método simplificado para determinação prática da taxa de infiltração.

Seria de grande proveito, realizar um estudo ainda mais aprofundado das perdas por infiltração, entretanto, se um estudo de caso detalhado parece possível, utilizando inclusive outras técnicas como a do balanço isotópico (Santiago, 1984), é duvidoso que se possa chegar a correlações estatísticas muito mais precisas entre a importância das infiltrações e os vários fatores em jogo.

Resumo das variáveis utilizadas

EVA	: evaporação no açude (lâmina; mm/dia)
EVT	: evaporação do Tanque Classe A (lâmina; mm/dia)
EVINF	: rebaixamento natural na ausência de aproveitamento, chuva e escoamento; corresponde a evaporação mais a infiltração (mm/dia)
INF	: infiltração no açude (lâmina; mm/dia)
INF/EVINF	: taxa de infiltração ou percentagem da infiltração com relação ao rebaixamento total EVINF
REBOB	: rebaixamento observado, incluindo eventuais pequenas chuvas (mm/dia)
VINF	: volume infiltrado (m^3 /dia)
VINF3	: volume infiltrado para uma cota de 3 metros
Ka	: coeficiente de passagem entre o Tanque e o açude EVA = Ka.EVT
HAB	: altura d'água na represa (valor absoluto em m)
SUP	: superfície do espelho d'água
V	: volume armazenado
C	: concentração (de um sal determinado)
C _o	: concentração inicial
V _o	: volume armazenado inicial
CE	: condutividade elétrica
ALFA	: coeficiente de forma do açude
K	: coeficiente de abertura do açude

A N E X O S

A N E X O 1

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/DIA) - FLORANEA (RN)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	
													ANO	JUN/DEZ
1964		186	206	181	154	163	175	257	286		327	368		
1965	289	264	277	153	197	164	225	306	305	318	330	305	3133	1953
1966	298	200		211	206	162	195	352	286	377	286	294		1952
1967	355	205	240	162	159	189	224	253	290	321	290	289	2977	1856
1968	262	246	193	168	136						272	281		
1969	257	204	228	183	168	170	181	248	281	301	303	296	2820	1780
1970	253	255	211	205	246	263	298	319	342	346	312	344	3394	2224
1971	296	237	222	148	146	167	204	253	277	283	272	296	2801	1752
1972	283	239	201	165	168	182	205	225	272	306	320	289	2855	1799
1973	243	228	194	170	176	138	161	283	269	283	301	269	2715	1704
1974	223	160	138	120	135	161	153	243	270	289	269	227	2388	1612
1975	268	209	174	190	159	145	158	246	301	287	295	283	2715	1715
1976	307	184	197	173	198	228	246	289	284	236	257	303	2902	1843
1977	209	178	200	152	171	133	174	259	276	316	282	276	2626	1716
1978	288	211	190	177	175	177	199	241	270	276	289	250	2743	1702
1979	271	207	237	246	178	170	234	259	267	310	283	319	2981	1842
1980	266	229	237	224	249	219	264	300	304	339	300	299	3230	2025
1981	258	263	218	195	229	226	269	303	330	340	309	271	3211	2048
1982	292	259	235	230	173	191	213	261	277	321	303	299	3054	1865
1983	271	207	237	267	237	232	273	271	299	326	323	295	3238	2019
1984	257	277	204	123	145	184	205	234	266	286	294	295	2770	1764
1985	214	160	160	170	145	145	162	219	274	288	270	220	2427	1578
1986	224	182	184	146	172	181	196	261	298	270	259	228	2601	1693
MEDIAS	267	217	208	181	179	181	210	267	287	306	293	287	2879	1831

VALORES CLASSIFICADOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	
													ANO	JUN/DEZ
1	355	277	277	267	249	263	298	352	342	377	330	368	3394	2224
2	307	264	240	246	246	232	273	319	330	346	327	344	3238	2048
3	298	263	237	230	237	228	269	306	305	340	323	319	3230	2025
4	296	259	237	224	229	226	264	303	304	339	320	305	3211	2019
5	292	255	237	211	206	219	246	300	301	326	312	303	3133	1953
6	289	246	235	205	198	191	234	289	299	321	309	299	3054	1952
7	288	239	228	195	197	189	225	283	298	321	303	299	2981	1865
8	283	237	222	190	178	184	224	271	290	318	303	296	2977	1856
9	271	229	218	183	176	182	213	261	286	316	301	296	2902	1843
10	271	228	211	181	175	181	205	261	286	310	300	295	2855	1842
11	268	211	206	177	173	177	205	259	284	306	295	295	2820	1799
12	266	209	204	173	172	170	204	259	281	301	294	294	2801	1780
13	262	207	201	170	171	170	199	257	277	289	290	289	2770	1764
14	258	207	200	170	168	167	196	253	277	288	289	289	2743	1752
15	257	205	197	168	168	164	195	253	276	287	286	283	2715	1716
16	257	204	194	165	159	163	181	248	274	286	283	281	2715	1715
17	253	200	193	162	159	162	175	246	272	283	282	276	2626	1704
18	243	186	190	153	154	161	174	243	270	283	272	271	2601	1702
19	224	184	184	152	146	145	162	241	270	276	272	269	2427	1693
20	223	182	174	148	145	145	161	234	269	270	270	250	2388	1612
21	214	178	160	146	145	138	158	225	267	236	269	228		1578
22	209	160	138	123	136	133	153	219	266		259	227		
23		160		120	135						257	220		
MEDIA	267	217	208	181	179	181	210	267	287	306	293	287	2879	1831
DESVIO	33	33	30	36	33	33	40	32	20	31	21	33	267	156
MEDIANA	267	209	205	173	172	174	205	259	283	306	294	294	2838	1821
PROBA. 1/4	289	243	233	200	198	191	232	288	299	321	306	299	3074	1952
PROBA. 3/4	254	193	193	158	157	162	177	247	273	286	277	274	2715	1716
MEDIA/PRO. 1/4	0.93	0.89	0.89	0.90	0.91	0.95	0.90	0.93	0.96	0.95	0.96	0.96	0.94	0.94
MEDIA/PRO. 3/4	1.05	1.12	1.08	1.15	1.15	1.12	1.19	1.08	1.05	1.07	1.06	1.05	1.06	1.07
VALOR MAXIMA	355	277	277	267	249	263	298	352	342	423	375	402	3931	2461
VALOR MINIMA	209	160	138	120	135	133	153	219	266	236	257	220	2388	1856

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) - CRUZETA (RN)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS JUN/DEZ
1966						247	240	357	321	369	332	362		2228
1967	377	257	234	140	157	199	244	278	301	318	305	332	3142	1977
1968	299	283	203	197	137	211	254	297			353	304		
1969	326	258	242	298	175	193	267	306	343	388	372	351	3529	2220
1970	349	290	247	292	285	304	333	356	359	358	357	390	3920	2457
1971	349	278	292	249	169		242	267	287	335				
1972	328	274	256	214	205	216	265	275	272	327	356	265	3253	1976
1973		267	233	199	175	165	210	297	328	319	314	336		1969
1974	268	190	151	143	148	151	172	237	289	342	325	394	2810	1910
1975	307	233	200	184	150	174	171	241	311	316	350	293	2930	1856
1976	336	240	218	185	225	224	240	302	311	284	304	336	3205	2001
1977	252	211	235	175	162	149	185	262	310	360	327	327	2955	1920
1978	349	251	201	185	161	198	209	249	300	320	326	306	3055	1908
1979	313	249	290	255	158	207	254	275	295	384	324	357	3361	2096
1980	284	232	198	263	273	244	276	306	333	353	333	384	3479	2229
1981	276	281	231	207	251	260	293	330	349	393	345	320	3536	2290
1982	344	336	322	277	207	219	262	287	325	395	375	368	3717	2231
1983	334	249	314	289	284	289	315	322	373	423	337	402	3931	2461
1984	384	363	247	195	145	197	243	277	271	361	355	376	3414	2080
1985	308	203	201	175	159	151	214	277	318	364	363	269	3002	1956
1986	281	190	175	141	181	181	210	234	289	344	322	329	2877	1909
1987	263	243	213	182	268	208	221	319	326	383	356	364	3346	2177
1988	308	264	226	198	172	201	239	294	307	354				
MÉDIAS	316	257	233	211	193	209	242	289	314	354	340	341	3303	2093

VALORES CLASSIFICADOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS JUN/DEZ
	384	363	322	298	285	304	333	357	373	423	375	402	3931	2461
	377	336	314	292	284	289	315	356	359	395	372	394	3920	2457
	349	290	292	289	273	260	293	330	349	393	363	390	3717	2290
	349	283	290	277	268	247	276	322	343	388	357	384	3536	2231
	349	281	256	263	251	244	267	319	333	384	356	376	3529	2229
	344	278	247	255	225	224	265	306	328	383	356	368	3479	2228
	336	274	247	249	207	219	262	306	326	369	355	364	3414	2220
	334	268	242	214	205	216	254	302	325	364	353	362	3361	2177
	328	267	235	207	181	211	254	297	321	361	350	357	3346	2096
	326	264	234	199	175	208	244	297	318	360	345	351	3253	2080
	313	257	233	198	175	207	243	294	311	358	337	336	3205	2001
	308	251	231	197	172	201	242	287	311	354	333	336	3142	1977
	308	249	226	195	169	199	240	278	310	353	332	332	3055	1976
	307	249	218	185	162	198	240	277	307	344	327	329	3002	1969
	299	243	213	185	161	197	239	277	301	342	326	327	2955	1956
	284	240	203	184	159	193	221	275	300	335	325	320	2930	1920
	281	233	201	182	158	181	214	275	295	327	324	306	2877	1910
	276	232	201	175	157	174	210	267	289	320	322	304	2810	1909
	268	211	200	175	150	165	210	262	289	319	314	293		1908
	263	203	198	143	148	151	209	249	287	318	305	269		1856
	252	190	175	141	145	151	185	241	272	316	304	265		
		190	151	140	137	149	172	237	271	284				
							171	234						
MEDIA	316	257	233	211	193	209	242	289	314	354	340	341	3303	2093
DESVIO	36	41	42	48	48	40	40	33	26	32	20	38	331	179
MEDIANA	313	254	232	198	174	204	242	287	311	356	337	336	3300	2041
PROBA. 1/4	344	277	247	254	221	223	264	306	328	380	356	368	3517	2228
PROBA. 3/4	284	241	206	184	160	194	230	276	300	337	325	320	3015	1974
MEDIA/PRO. 1/4	0.92	0.93	0.94	0.83	0.88	0.94	0.92	0.94	0.96	0.93	0.95	0.93	0.94	0.94
MEDIA/PRO. 3/4	1.11	1.07	1.13	1.15	1.21	1.07	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.07	1.10	1.06
VALOR MAXIMA	384	363	322	298	285	304	333	357	373	423	375	402	3931	2461
VALOR MINIMA	252	190	151	140	137	149	171	234	271	284	304	265	2810	1856

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) - IRECE (BA)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS JUN/DEZ
1971											210	256		
1972	282	281	229	205	195	213	231	276	311	321	280	260	3084	1892
1973	264	254	226	195	200	193	238	271	283	230	242	239	2835	1696
1974	247	208	200	177	154	175	204	251	289	285	220	231	2641	1655
1975	257	188	216	173	195	192	206	242	287	277	285			
1977	257	188	216	173	195	192	206	242	293	242	288	202	2694	1665
1978	195	159	151	150	134	141	176	212	242	258	254	229	2301	1512
1979	181	138	180	145	163	168	204	238	281	314	213	258	2483	1676
1980	133	119	183	191	209	194	225	286	278	352		206		
1981	202	276	213	157	181	171	208	223	304	297	268	340	2840	1811
1982	243	261	228	230	241	220	237	296	328	362	369	338	3353	2150
1983	228	162	276	256	312	305	289	354	344	351		244		
1984	284	351	278	182	248	231	266	312	309	355	371	351	3538	2195
1985	182	191	202	160	155	164	209	231	263	230	281	137	2405	1515
1986	181	195	204	227	232	201	237	261	279	335	387	216	2955	1916
1987	294	325	201	207	190	190	210	255	284	356	282	229	3023	1806
1988	198	276	193	162	195	208	228	218	312	300				
MEDIAS	227	223	212	187	200	197	223	261	293	304	282	249	2846	1791

VALORES CLASSIFICADOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS JUN/DEZ
	294	351	278	256	312	305	289	354	344	362	387	351	3538	2195
	284	325	276	230	248	231	266	312	328	356	371	340	3353	2150
	282	281	229	227	241	220	238	296	312	355	369	338	3084	1916
	264	276	228	207	232	213	237	286	311	352	288	260	3023	1892
	257	276	226	205	209	208	237	276	309	351	285	258	2955	1811
	257	261	216	195	200	201	231	271	304	335	282	256	2840	1806
	247	254	216	191	195	194	228	261	293	321	281	244	2835	1696
	243	208	213	182	195	193	225	255	289	314	280	239	2694	1676
	228	195	204	177	195	192	210	251	287	300	268	231	2641	1665
	202	191	202	173	195	192	209	242	284	297	254	229	2483	1655
	198	188	201	173	190	190	208	242	283	285	242	229	2405	1515
	195	188	200	162	181	175	206	238	281	277	220	216	2301	1512
	182	162	193	160	163	171	206	231	279	258	213	206		
	181	159	183	157	155	168	204	223	278	242	210	202		
	181	138	180	150	154	164	204	218	263	230		137		
	133	119	151	145	134	141	176	212	242	230				
MEDIA	227	223	212	187	200	197	223	261	293	304	282	249	2846	1791
DESVIO	45	65	31	31	42	35	26	37	24	45	55	55	356	210
MEDIANA	236	202	209	180	195	193	218	253	288	307	281	239	2838	1751
PROBA. 1/4	259	276	227	206	215	209	237	279	310	351	286	259	3038	1898
PROBA. 3/4	192	182	198	162	177	174	206	236	281	272	245	223	2602	1663
MEDIA/PRO. 1/4	0.88	0.81	0.94	0.91	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.87	0.99	0.96	0.94	0.94
MEDIA/PRO. 3/4	1.18	1.23	1.07	1.16	1.13	1.13	1.08	1.10	1.04	1.12	1.15	1.12	1.09	1.08
VALOR MAXIMA	294	351	278	256	312	305	289	354	344	362	387	351	3538	2195
VALOR MINIMA	133	119	151	145	134	141	176	212	242	230	210	137	2301	1512

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) - ITANS-CAICO (RN)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	
													ANO	JUN/DE
1964	342												395	
1965	346	294		202	197	167	259	311	334	339	375		386	
1966	377	202	269	252	250	210	245	308	362	372	367		393	3607 2257
1967		240	215		167	205	248	315	372	365	356		388	2249
1968	342	264	301	199	209	278	316	260	418	421	377		382	3767 2452
1969	320	254	290	243	257	223	253	318	426	385	368		396	3733 2369
1970	324	318	318	294	320	295	338	329	388	376	328		332	3960 2386
1971		278	276	184	176	222	265	321	370	372				
1972		293	243	235	236	241	290	302	387	382	374		388	2364
1973		309	352	258	335	356	365	327	313					
1974														
1975														
1976														
1977														
1978														
1979														
1980									368	309	305		301	
1981	363	272		280	310	292	296	298	287	311	313		330	2127
1982	343	242	279	152	242	253	216	233	213					
1983				310	280	323	313	307	321		316		387	
1984	334	330	152	185	219	176	235	296	352	388	400		406	3473 2253
1985	348	210	219	210	180	170	205	290	414	383	332		340	3301 2134
1986	257	196	177	161	174	160	181	207	279	298	313		287	2690 1725
1987		192		250	227	181	241	304	332	364	357		355	2134
1988	307	230	283											
MEDIAS	334	258	260	228	236	235	267	295	349	362	349	364	3504	2223

VALORES CLASSIFICADOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	
													ANO	JUN/DE
1	377	330	352	310	335	356	365	329	426	421	400	406	3960	2452
2	363	318	318	294	320	323	338	327	418	388	377	396	3767	2386
3	348	309	301	280	310	295	316	321	414	385	375	395	3733	2369
4	346	294	290	258	280	292	313	318	388	383	374	393	3607	2364
5	343	293	283	252	257	278	296	315	387	382	368	388	3473	2257
6	342	278	279	250	250	253	290	311	372	376	367	388	3301	2253
7	342	272	276	243	242	241	265	308	370	372	357	387	2690	2249
8	334	264	269	235	236	223	259	307	368	372	356	386		2134
9	324	254	243	210	227	222	253	304	362	365	332	382		2134
10	320	242	219	202	219	210	248	302	352	364	328	355		2127
11	307	240	215	199	209	205	245	298	334	339	316	340		1725
12	257	230	177	185	197	181	241	296	332	311	313	332		
13		210	152	184	180	176	235	290	321	309	313	330		
14		202		161	176	170	216	260	313	298	305	301		
15		196		152	174	167	205	233	287			287		
16		192			167	160	181	207	279					
17									213					
MEDIA	334	258	260	228	236	235	267	295	349	362	349	364	3504	2223
DESVIO	29	43	54	46	52	58	48	33	54	34	29	36		190
MEDIANA	342	259	276	235	232	223	256	306	362	372	357	386		2253
PROBA.1/4	347	293	290	255	263	282	300	316	387	383	371	391		2367
PROBA.3/4	323	238	243	192	206	199	244	298	321	352	322	336		2134
MEDIA/PRO.1/4	0.96	0.88	0.89	0.89	0.90	0.83	0.89	0.94	0.90	0.95	0.94	0.93		0.94
MEDIA/PRO.3/4	1.03	1.09	1.07	1.19	1.15	1.18	1.09	0.99	1.09	1.03	1.08	1.08		1.04
VALOR MAXIMA	377	330	352	310	335	356	365	329	426	421	400	406		2461
VALOR MINIMA	257	192	152	152	167	160	181	207	213	298	305	287		1856

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) E DO PICHE - OURICURI (PE)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO	JUN/DEZ
1975											314	287		
1976	277	157	196	157	195	222	246	286	294	242	250	261	2783	1801
1977	204	188	192	165	137	142	177	265	278	297	336	222	2603	1717
1978	218	155	145	175	131	151	170	252	384	323	309	208	2621	1797
1979	224	144	188	165	133	160	209	268	289	320	295	253	2648	1794
1980	184	146	170	184		188					251	262		
1981	240	265	213	158	166	203	229	261	287	333	323	316	2994	1952
1982	214	234	190	177	207	224	234	264	303	325	354	340	3066	2044
1983	276	187	274	239	253	253	273	283	356		371	349		
1984	298	320	202	148	149	187	200	261	300	336	340	330	3071	1954
1985	179	153	181	142	122	115	130	207	284	332	293	158	2296	1519
1986	199	157	140	145	137	180	184							
MEDIA	228	191	190	169	163	184	205	261	308	314	312	271	2760	1822

DADOS DE EVAPORAÇÃO DO PICHE

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1975										343	366	325
1976	335	125	149	122	221	254	287	322	302	229	237	260
1977	202	200	184	119	136	170	240	339	363	369	399	204
1978	193	127	110	180	110	189	236	344	379	441	404	241
1979	240	101	173	151	125	250	250	312	348	389	294	259
1980	123	80	107	175		209	262	315	320	375	259	256
1981	213	285	170	101	169	211	263	312	335	393	370	366
1982	266	275	120	154	256	287	266	325	334	339	400	364
1983	256	149	269	240	323	311	339	307	319		325	331
1984	283	262	108	55	114	194	250	314	342	413	386	357
1985	111	80	85	58	88	93	199	322	359	361	355	114

DADOS DO TANQUE CLASSE A - PATOS (PB)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO	JUN/DEZ
1975											351	298		
1976	350	227	249	171	217	224	248	304	300	280	303			
1977	350	227	249	171	217	224	181	264	299	363	362	279	3186	1972
1978	307	224	185	178	159	190	211	272	304	360	347	311	3048	1995
1979	312	234	255	194	182	212	261	324	333	374	329	352	3362	2185
1980	268	204	210	236	297	244	289	340	347	389	354	355	3533	2318
1981	304	327	243	226	268	263	322	331	354	390	342	349	3719	2351
1982	360	314	278	256	197	219	252	290	316	370	373	380	3605	2200
1983	360	312	262	220	249									
	326	259	241	207	223	225	252	304	322	361	345	338	3409	2170

DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) - SOUZA (PB)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANO	TOTAL JUN/DEZ	
1969	230	218	192	126	135	167	188	239	243	252	300				
1970	260	193	234	174	187	234	237	253	243	257	257	228	2757	1709	
1971	171	117	167	178	150	161	272	269	295	310	250	341	2681	1898	
1972	182	142	140	135	144	147	190	223	267	249	219	200	2238	1495	
1973	203	285	226	167	167	152	190	259	254	268	251	250	2672	1624	
1974	375	235	233	204	239	229	287	321	325	352	328	302	3430	2144	
1975	193	223	222	175	162	159	221	211	293	313	365	436	2973	1998	
1976	220	243	230	170	239	243	278	297	299	385	345	336	3285	2183	
1977	245	186	191	204	215	183	238	256	300	333	252	279	2882	1841	
1978	331	202	183	158	162	181	117	251	258	333	275	353	2804	1768	
1979	242	195	178	192	190	188	213	243	278	326	290	329	2864	1867	
1980	267	170	180	215	160	214	172	256	272	372	364	385	3027	2035	
1981	341	190	190	158	190	198	255	267	287	268	268	265	2877	1808	
1982	354	181	200	170		175	296	258	334	279	369	296			
1983	251	204	150	116	128	132	166	284	325	358	342	385	2841	1992	
1984	289	205	184	160	161	150	201	248	283	284	360	338	2863	1864	
1985	315	187	177	165	175	158	153	238	300	366	373	331	2938	1919	
1986	267	200	191	162	203	236	183	298	278	249	316	363	2946	1923	
1987	301	242	196	213	182	236	341	382	408	404	357	402	3664	2530	
1988	313	232	218	210	197	159	161	281	344	375	393	380	3263	2093	
MEDIAS	268	203	194	173	178	185	218	267	294	317	314	326	2945	1927	
VALORES CLASSIFICADOS															
1	375	285	234	215	239	243	341	382	408	404	393	436	3664	2530	
2	354	243	233	213	239	236	296	321	344	385	373	402	3430	2183	
3	341	242	230	210	215	236	287	298	334	375	369	385	3285	2144	
4	331	235	226	204	203	234	278	297	325	372	365	385	3263	2093	
5	315	232	222	204	197	229	272	284	325	366	364	380	3027	2035	
6	313	223	218	192	190	214	255	281	300	358	360	363	2973	1998	
7	301	218	200	178	190	198	238	269	300	352	357	353	2946	1992	
8	289	205	196	175	187	188	237	267	299	333	345	341	2938	1923	
9	267	204	192	174	182	183	221	259	295	333	342	338	2882	1919	
10	267	202	191	170	175	181	213	258	293	326	328	336	2877	1898	
11	260	200	191	170	167	175	201	256	287	313	316	331	2864	1867	
12	251	195	190	167	162	167	190	256	283	310	300	329	2863	1864	
13	245	193	184	165	162	161	190	253	278	284	290	302	2841	1841	
14	242	190	183	162	161	159	188	251	278	279	275	296	2804	1808	
15	230	187	180	160	160	159	183	248	272	268	268	279	2757	1768	
16	220	186	178	158	150	158	172	243	267	268	257	265	2681	1709	
17	203	181	177	158	144	152	166	239	258	257	252	250	2672	1624	
18	193	170	167	135	135	150	161	238	254	252	251	228	2238	1495	
19	182	142	150	126	128	147	153	223	243	249	250	200			
20	171	117	140	116		132	117	211	243	249	219				
MEDIA	268	203	194	173	178	185	218	267	294	317	314	326	2945	1927	
DESVIO	57	36	26	27	31	34	55	37	38	49	51	60	308	224	
MEDIANA	264	201	191	170	175	178	207	257	290	320	322	336	2880	1909	
PROBA.1/4	314	225	219	195	194	218	259	282	306	360	361	372	3014	2026	
PROBA.3/4	228	187	180	160	161	159	180	247	271	268	265	288	2813	1816	
MEDIA/PRO.1/4	0.85	0.90	0.89	0.89	0.92	0.85	0.84	0.95	0.96	0.88	0.87	0.88	0.98	0.95	0.89
MEDIA/PRO.3/4	1.18	1.08	1.08	1.08	1.11	1.17	1.21	1.08	1.09	1.18	1.18	1.13	1.05	1.06	1.13
VALOR MAXIMA	375	285	234	215	239	243	341	382	408	404	393	436	3664	2530	
VALOR MINIMA	171	117	140	116	128	132	117	211	243	249	219	200	2388	1856	
MEDIA/MEDIANA	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.04	1.05	1.04	1.01	0.99	0.97	0.97	1.02	1.01	
MAXIMA/MEDIANA	1.42	1.42	1.23	1.26	1.37	1.37	1.65	1.49	1.41	1.26	1.22	1.20	1.37	1.29	
MINIMA/MEDIANA	0.65	0.58	0.73	0.68	0.73	0.74	0.57	0.82	0.84	0.78	0.68	0.60	0.83	0.97	

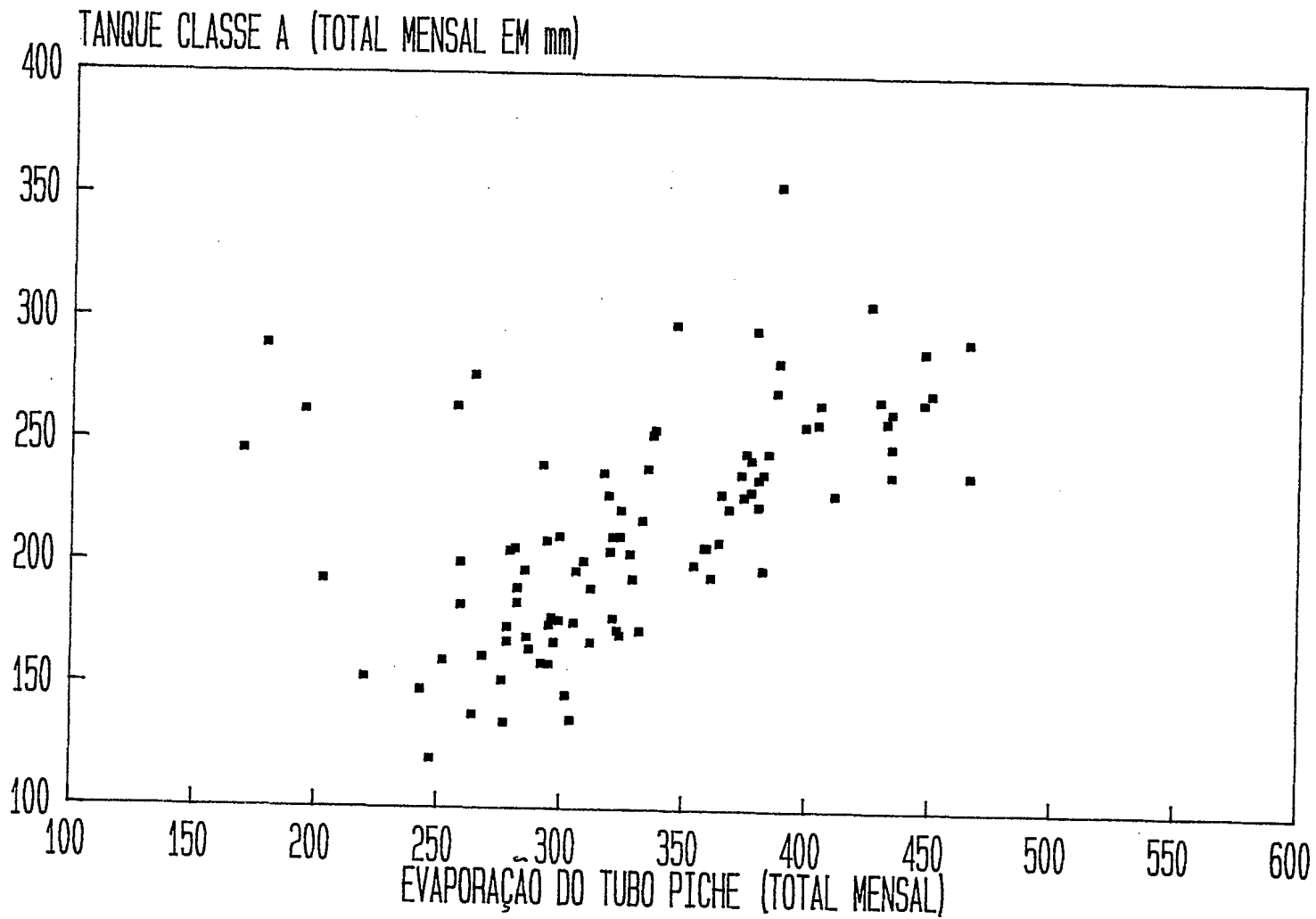
DADOS DE TANQUE CLASSE A (mm/MES) - PETROLINA (PE)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS
														6/12
1974	255	204	190	157	155	189	210	273	292	332	271	273	2801	1995
1975	263	223	166	179	185	201	207	263	307	327	361	325	3007	2176
1976	378	255	253	284	263	255	282	308	308	281	253	309		
1977	283	254	293	206	280		327	275	275	331	331	233		
1978	257	216	210	203	180	204	214	271		316	286	269		
1979	209	210	269	234	242	217	234	239	333	355	310	287		
1980	207	197	238	247	272	234	261	278	310	378	280	293	3195	2306
1981	294	310	199	196	226	258	200	278	260	297	333	362	3213	2214
1982	322	280	176	159	263	233	265	284	303	346	372	366	3369	2432
1983	280	221	280	241	287	224	240	289	284	349	262	302	3259	2237
1984	262	201	238	180	208	207	209	280	259	340	320	381	3085	2204
1985	190	201	220	145	171	195	215	221	307	342	340	364	2911	2155
1986	266	255	192	228	216	204	229	281	311	327	300	310	3119	2178
1987	305	298	228	190	201	221	264	284	321	400	337	315	3364	2343
1988	285	327	208	191	193	192	266	241	322	332	316			
MEDIAS	270	243	224	203	223	217	242	268	299	337	311	314	3132	2224

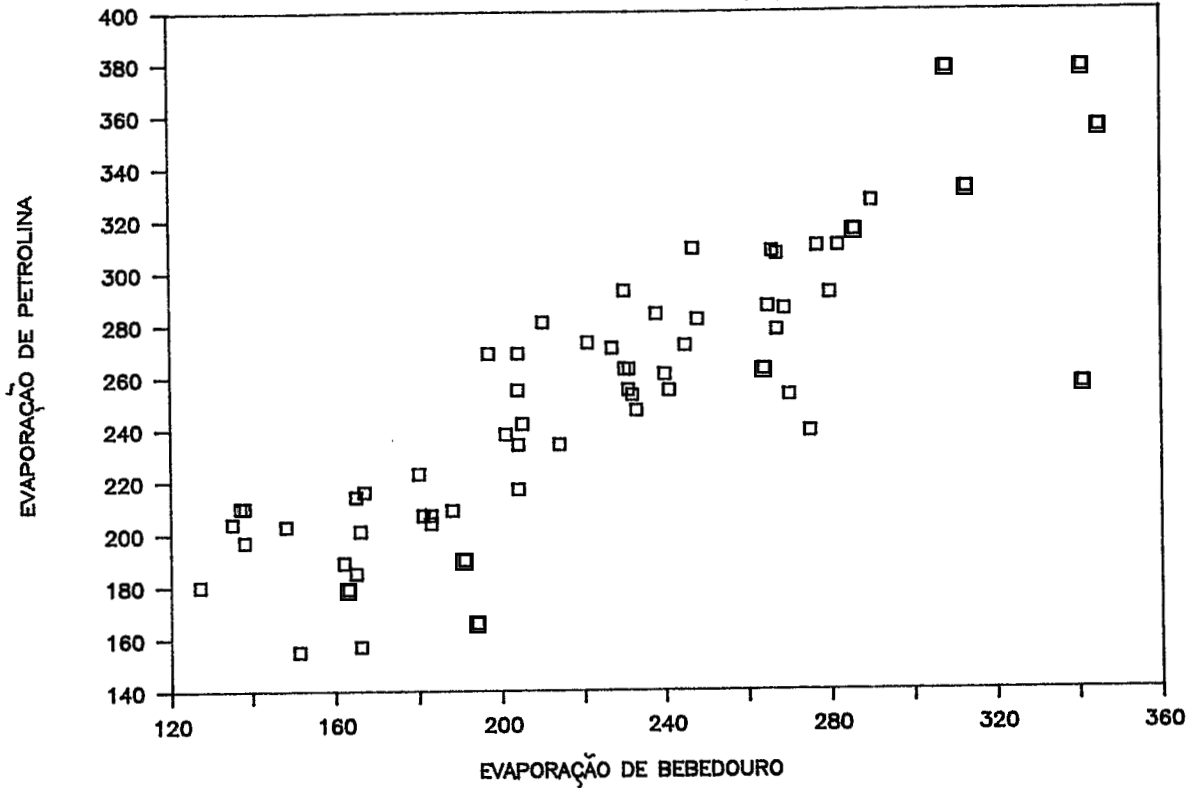
VALORES CLASSIFICADOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS	TOTAIS
														JUN/DEZ
1	378	327	293	284	287	258	327	289	333	400	372	381	3369	2432
2	322	310	280	247	280	255	282	284	322	378	361	366	3364	2343
3	305	298	269	241	272	234	266	284	321	355	340	364	3259	2306
4	294	280	253	234	263	233	265	281	311	349	337	362	3213	2237
5	285	255	238	228	263	224	264	280	310	346	333	325	3195	2214
6	283	255	238	206	242	221	261	278	308	342	331	315	3119	2204
7	280	254	228	203	226	217	240	278	307	340	320	310	3085	2178
8	266	223	220	196	216	207	229	275	307	332	316	309	3007	2176
9	263	221	210	191	208	204	215	273	303	332	310	302	2911	2155
10	262	216	208	190	201	204	214	271	292	331	300	293	2801	1995
11	257	210	199	180	193	201	210	263	284	327	286	287		
12	255	204	192	179	185	195	209	241	275	327	280	273		
13	209	201	190	159	180	192	207	239	260	316	271	269		
14	207	201	176	157	171	189	200	221	259	297	262	233		
15	190	197	166	145	155					281	253			
MEDIA	270	243	224	203	223	217	242	268	299	337	311	314	3132	2224
DESVIO	46	42	37	37	41	21	35	20	22	28	34	41	177	112
MEDIANA	266	223	220	196	216	212	235	277	307	332	316	310	3157	2209
PROBA. 1/4	290	268	246	231	263	231	265	281	311	348	335	353		
PROBA. 3/4	256	207	196	180	189	202	211	265	286	327	283	289		
MEDIA/PRO. 1/4	0.93	0.91	0.91	0.88	0.85	0.94	0.91	0.96	0.96	0.97	0.93	0.89		
MEDIA/PRO. 3/4	1.06	1.18	1.15	1.13	1.18	1.07	1.15	1.01	1.05	1.03	1.10	1.09		
VALOR MAXIMA	378	327	293	284	287	258	327	289	333	400	372	402		
VALOR MINIMA	190	197	166	145	155	189	200	221	259	281	253	233		
MEDIA/MEDIANA	1.02	1.09	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	0.97	0.98	1.01	0.99	1.01		
MAXIMA/MEDIANA	1.42	1.47	1.33	1.45	1.33	1.22	1.39	1.05	1.08	1.20	1.18	1.30		
MINIMA/MEDIANA	0.71	0.88	0.75	0.74	0.72	0.89	0.85	0.80	0.84	0.85	0.80	0.75		

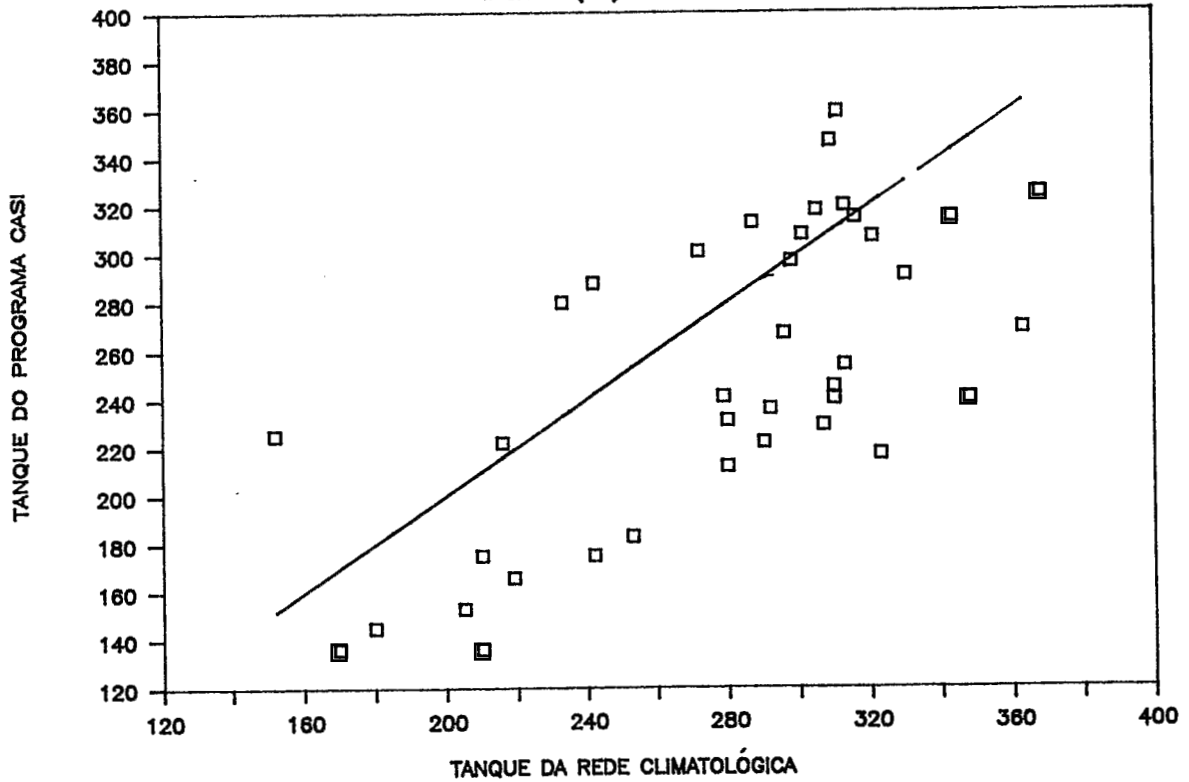
RELAÇÃO PICHE/TANQUE CLASSE A
FLORÂNIA (RN) 1964/1983



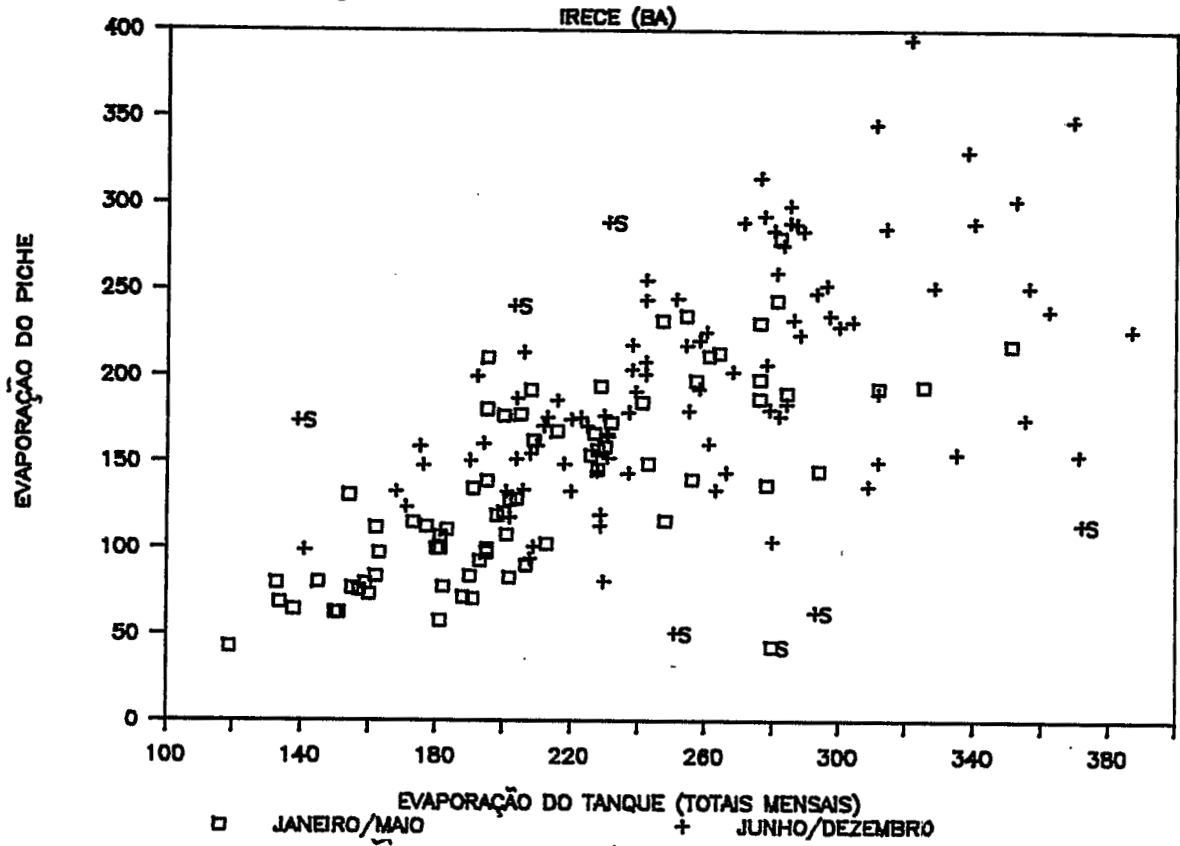
COMPARAÇÃO DOS TANQUES DE PETROLINA E BEBEDOURO (PE)



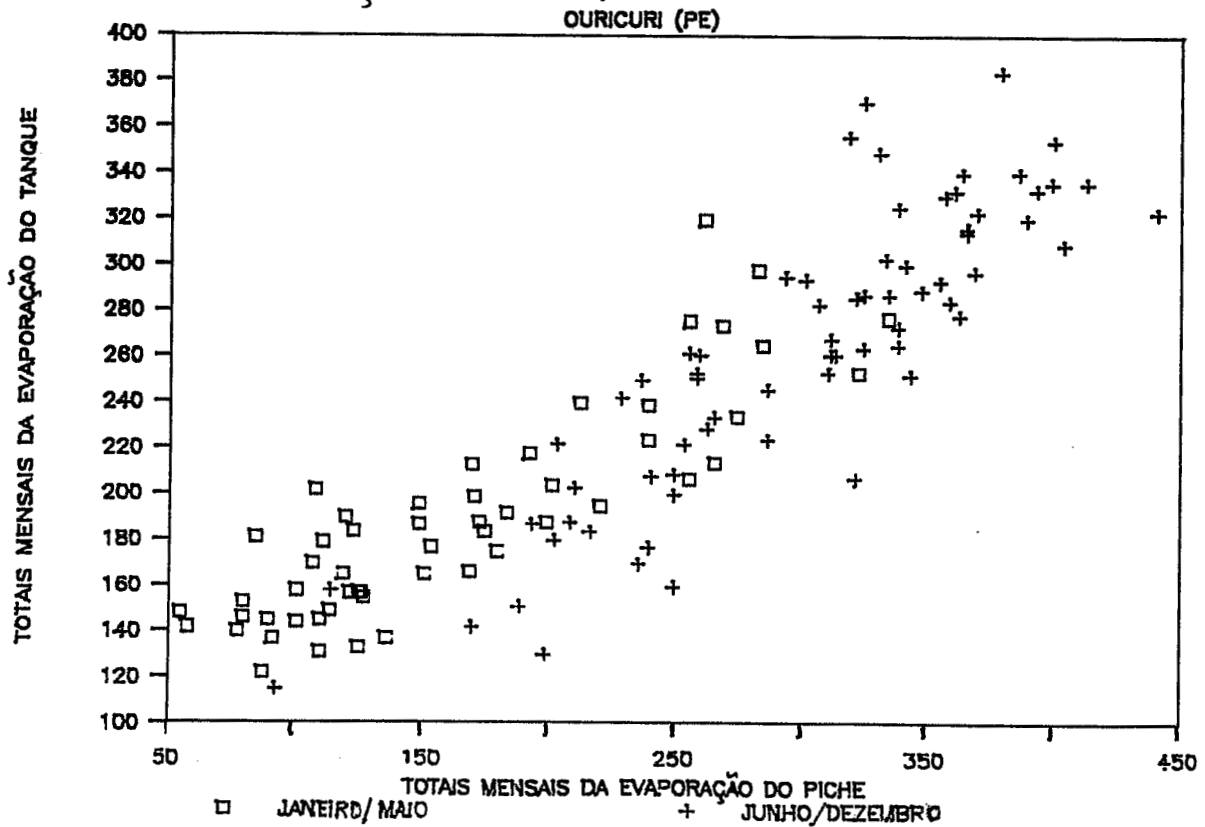
COMPARAÇÃO DOS TANQUES EM CAICÓ (RN) - 38 MESES



RELAÇÃO PICHE / TANQUE CLASSE A



RELAÇÃO PICHE / TANQUE CLASSE A



COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE URUCU - SUME

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ EVT	ETP/ EVT	
1/82	1	7.45	7.15	31	0.00	9.60	5.60	7.30	10.00	10.00	2.80	0.28	1.04	0.58	
1/84	1	3.71	3.41	31	20.00	11.00	5.60	3.56	10.00	10.67	2.42	0.23	0.97	0.51	
1/87	1	8.32	8.10	31	27.00	8.34	5.60	8.21	7.33	8.23	1.98	0.24	0.99	0.67	
3/82	3	6.91	6.68	31	12.00	8.35	3.80	6.80	7.67	8.07	1.80	0.22	0.97	0.46	
4/81	4	9.33	9.15	30	15.00	8.47	3.80	9.24	6.21	6.72	0.37	0.06	0.79	0.45	
6/81	6	9.14	8.95	30	0.00	7.81	3.60	9.05	6.55	6.55	0.69	0.11	0.84	0.46	
7/81	7	8.94	8.74	31	0.00	8.24	3.90	8.84	6.67	6.67	0.49	0.07	0.81	0.47	
7/82	7	7.60	7.43	31	7.00	5.35	3.90	7.52	5.67	5.90	1.89	0.32	1.10	0.73	
8/81	8	8.73	8.56	31	2.00	9.44	4.70	8.65	5.67	5.73	-1.35	-0.23	0.61	0.50	
8/82	8	7.42	7.21	31	0.00	5.88	4.70	7.32	7.00	7.00	2.59	0.37	1.19	0.80	
8/83	8	5.52	5.26	31	15.00	7.41	4.70	5.39	8.67	9.17	3.61	0.39	1.24	0.63	
8/86	8	9.25	9.13	31	7.00	5.70	4.70	9.19	4.00	4.23	-0.04	-0.01	0.74	0.82	
8/87	8	7.56	7.36	31	4.00	7.07	4.70	7.46	6.67	6.80	1.50	0.22	0.96	0.66	
9/81	9	8.55	8.30	30	0.00	9.80	5.30	8.43	8.62	8.62	1.27	0.15	0.88	0.54	
9/82	9	7.20	6.94	30	4.00	8.22	5.30	7.07	8.97	9.10	2.94	0.32	1.11	0.64	
9/83	9	5.25	4.96	30	0.00	10.59	5.30	5.11	10.00	10.00	2.06	0.21	0.94	0.50	
9/85	9	9.08	8.91	30	3.00	7.82	5.30	9.00	5.86	5.97	0.10	0.02	0.76	0.68	
9/86	9	9.12	8.97	30	8.00	6.68	5.30	9.05	5.17	5.45	0.44	0.08	0.82	0.79	
9/87	9	7.35	7.08	30	0.00	8.34	5.30	7.22	9.31	9.31	3.06	0.33	1.12	0.64	
10/81	10	8.29	7.97	31	0.00	10.35	5.70	8.13	10.67	10.67	2.90	0.27	1.03	0.55	
10/84	10	8.90	8.62	31	0.00	9.40	5.70	8.76	9.33	9.33	2.28	0.24	0.99	0.61	
10/85	10	8.90	8.66	31	0.00	10.12	5.70	8.78	8.00	8.00	0.41	0.05	0.79	0.56	
10/86	10	8.97	8.74	31	5.00	8.54	5.70	8.86	7.67	7.83	1.43	0.18	0.92	0.67	
11/83	11	4.52	4.13	30	0.00	12.30	5.80	4.33	13.45	13.45	4.22	0.31	1.09	0.47	
11/85	11	8.66	8.41	30	0.00	11.17	5.80	8.54	8.62	8.62	0.24	0.03	0.77	0.52	
11/86	11	8.74	8.57	30	20.00	8.48	5.80	8.66	5.86	6.55	0.19	0.03	0.77	0.68	
11/87	11	6.82	6.53	30	0.00	10.30	5.80	6.68	10.00	10.00	2.28	0.23	0.97	0.56	
12/82	12	7.71	7.46	31	21.00	10.00	5.90	7.59	8.33	9.03	1.53	0.17	0.90	0.59	
12/83	12	4.12	3.73	31	5.00	11.50	5.90	3.93	13.00	13.17	4.54	0.34	1.14	0.51	
12/84	12	8.39	8.12	31	0.00	10.30	5.90	8.26	9.00	9.00	1.28	0.14	0.87	0.57	
12/86	12	8.56	8.32	31	1.00	8.51	5.90	8.44	8.00	8.03	1.65	0.21	0.94	0.69	
12/87	12	6.53	6.23	31	0.00	9.75	5.90	6.38	10.00	10.00	2.69	0.27	1.03	0.61	
MEDIAS GERAIS		MEDIA				8.90	5.21	7.55	8.19	8.37	1.70	0.18	0.94	0.60	
		DESVIO				1.67	0.72	1.56	2.11	2.06	1.31	0.13	0.14	0.10	
		MEDIA 6/12				8.85	5.27	7.65	8.18	8.30	1.66	0.18	0.94	0.61	
		DESVIO 6/12				1.76	0.67	1.46	2.20	2.15	1.37	0.14	0.15	0.10	
MEDIAS MENSAIS		MES NUMERO													
				1	3	9.65	5.60	6.36	9.11	9.63	2.40	0.25	1.00	0.59	
				3	1	8.35	3.80	6.80	7.67	8.07	1.80	0.22	0.97	0.46	
				4	1	8.47	3.80	9.24	6.21	6.72	0.37	0.06	0.79	0.45	
				6	1	7.81	3.60	9.05	6.55	6.55	0.69	0.11	0.84	0.46	
				7	2	6.80	3.90	8.18	6.17	6.28	1.19	0.20	0.96	0.60	
				8	5	7.10	4.70	7.60	6.40	6.59	1.26	0.15	0.95	0.68	
				9	6	8.58	5.30	7.64	7.99	8.07	1.64	0.18	0.94	0.63	
				10	4	9.60	5.70	8.63	8.92	8.96	1.76	0.19	0.93	0.60	
				11	4	10.56	5.80	7.05	9.48	9.66	1.73	0.15	0.90	0.56	
				12	5	10.01	5.90	6.92	9.67	9.85	2.34	0.23	0.98	0.59	
		MEDIA				8.69	4.81	7.75	7.82	8.04	1.52	0.17	0.93	0.56	
		MEDIA 6/12				8.64	4.99	7.87	7.88	7.99	1.52	0.17	0.93	0.59	
		DESVIO				1.19	0.90	0.95	1.34	1.36	0.62	0.06	0.06	0.08	
		DESVIO 6/12				1.36	0.87	0.73	1.40	1.42	0.48	0.04	0.04	0.06	

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE CONCEIÇÃO - RIACHO DO NAVIO

MES	NMES	CHUVA	EVT	ETP	REBOB	REB.DIA	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ EVT	ETP/ EVT
2/73	2	0.00	10.00	6.20	25.00	8.93	8.93	0.93	0.10	0.89	0.62
2/77	2	1.60	7.96	6.20	21.00	7.50	7.56	1.13	0.15	0.95	0.78
5/76	5	5.40	6.39	3.90	19.00	6.13	6.30	1.02	0.16	0.99	0.61
6/76	6	10.00	6.77	3.40	17.00	5.67	6.00	0.25	0.04	0.89	0.50
7/71	7	8.00	6.10	3.50	17.00	5.48	5.74	0.61	0.11	0.94	0.57
7/72	7	6.90	7.52	3.50	24.00	7.74	7.96	1.73	0.22	1.06	0.47
7/73	7	16.90	6.52	3.50	17.00	5.48	6.03	0.27	0.04	0.93	0.54
7/76	7	5.90	8.32	3.50	18.00	5.81	6.00	-0.85	-0.14	0.72	0.42
8/71	8	1.60	8.65	4.50	24.00	7.74	7.79	0.83	0.11	0.90	0.52
8/72	8	8.40	7.61	4.50	19.00	6.13	6.40	0.04	0.01	0.84	0.59
8/73	8	8.30	8.03	4.50	23.00	7.42	7.69	0.99	0.13	0.96	0.56
8/74	8	0.00	7.19	4.50	20.00	6.45	6.45	0.70	0.11	0.90	0.63
8/76	8	0.00	8.45	4.50	21.00	6.77	6.77	0.01	0.00	0.80	0.53
9/71	9	21.00	10.30	5.50	24.00	8.00	8.70	-0.24	-0.03	0.84	0.53
9/72	9	0.00	10.50	5.50	32.00	10.67	10.67	2.27	0.21	1.02	0.52
9/73	9	24.50	8.93	5.50	19.00	6.33	7.15	-0.81	-0.11	0.80	0.62
9/74	9	7.00	8.50	5.50	21.00	7.00	7.23	0.20	0.03	0.85	0.65
9/77	9	1.00	8.17	5.50	21.00	7.00	7.03	0.47	0.07	0.86	0.67
10/71	10	8.10	10.06	6.30	24.00	7.74	8.00	-0.31	-0.04	0.80	0.63
10/72	10	3.10	11.29	6.30	27.00	8.71	8.81	-0.32	-0.04	0.78	0.56
10/74	10	3.20	10.45	6.30	24.00	7.74	7.85	-0.62	-0.08	0.75	0.60
10/75	10	9.90	9.81	6.30	21.00	6.77	7.09	-1.07	-0.15	0.72	0.64
11/70	11	25.00	9.73	6.60	24.00	8.00	8.83	0.21	0.02	0.91	0.68
11/71	11	2.80	12.00	6.60	27.00	9.00	9.09	-0.60	-0.07	0.76	0.55
11/72	11	2.00	12.83	6.60	28.00	9.33	9.40	-0.93	-0.10	0.73	0.51
11/73	11	0.20	10.87	6.60	27.00	9.00	9.01	0.31	0.03	0.83	0.61
11/75	11	0.00	10.30	6.60	25.00	8.33	8.33	0.09	0.01	0.81	0.64
12/70	12	13.00	11.16	6.60	29.00	9.35	9.77	0.43	0.04	0.88	0.59
12/71	12	0.00	12.29	6.60	29.00	9.35	9.35	-0.48	-0.05	0.76	0.54
12/73	12	9.40	9.29	6.60	32.00	10.32	10.63	2.89	0.27	1.14	0.71
12/75	12	14.70	9.48	6.60	21.00	6.77	7.25	-0.81	-0.11	0.76	0.70
12/76	12	10.40	9.29	6.60	23.00	7.42	7.75	-0.01	0.00	0.83	0.71
MEDIAS			9.21	5.47	23.22	7.63		0.26	0.03	0.86	0.59
DESVIO			1.73	1.17	4.08	1.37		0.90	0.11	0.10	0.08
MEDIA 6/12			9.32	5.47	23.38	7.64		0.18	0.02	0.85	0.59
DESVIO 6/12			1.71	1.18	4.18	1.39		0.91	0.10	0.10	0.07
MEDIAS			2	8.98	6.20	23.00	8.21	1.03	0.13	0.92	0.70
3				6.97	5.30						
4				6.00	4.50						
MENSALS			5	6.39	3.90	19.00	6.13	1.02	0.16	0.99	0.61
6			1	6.77	3.40	17.00	5.67	0.25	0.04	0.89	0.50
7			4	7.11	3.50	19.00	6.13	0.44	0.06	0.91	0.50
8			5	7.99	4.50	21.40	6.90	0.51	0.07	0.88	0.57
9			5	9.28	5.50	23.40	7.80	0.38	0.03	0.87	0.60
10			4	10.40	6.30	24.00	7.74	-0.58	-0.08	0.76	0.61
11			5	11.15	6.60	26.20	8.73	-0.18	-0.02	0.81	0.60
12			5	10.30	6.60	26.80	8.65	0.40	0.03	0.88	0.65
2			2	8.98	6.40	23.00	8.19	1.00	0.16	0.91	0.72
MEDIAS				8.30	5.12	22.20	7.33	0.36	0.05	0.88	0.59
DESVIO				1.72	1.17	3.17	1.09	0.48	0.07	0.06	0.06
MEDIAS 6/12				9.00	5.20	22.54	7.37	0.17	0.02	0.86	0.57
DESVIO 6/12				1.60	1.30	3.36	1.10	0.37	0.05	0.05	0.05

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE JUA - TAUVA(CE)

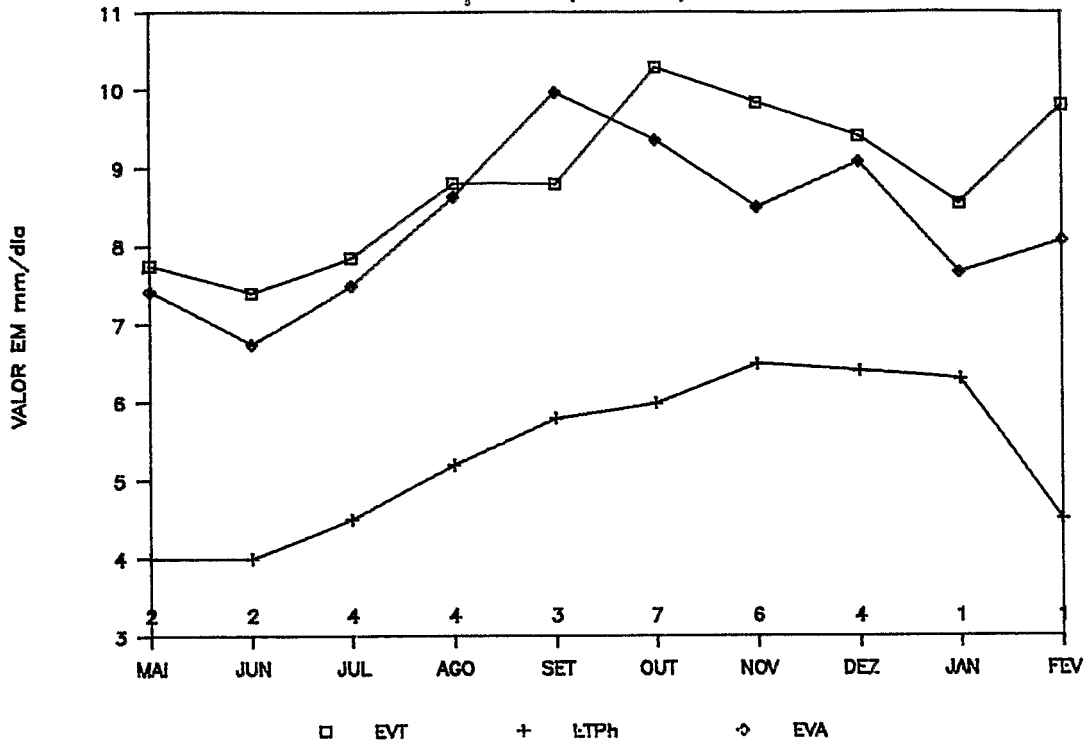
MES	NMES	NI	NF	NDIA	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	EVINF/	ETP/		
01/87	1	7.43	7.21	31	10.00	8.55	6.30	7.32	7.33	7.67	0.83	0.11	0.90	0.74	
02/87	2	7.20	7.00	28	18.00	9.80	4.50	7.10	7.41	8.07	0.23	0.03	0.82	0.46	
05/80	5	7.76	7.54	31	12.00	7.60	4.00	7.65	7.33	7.73	1.65	0.21	1.02	0.53	
05/87	5	7.11	6.91	31	13.00	7.90	4.00	7.01	6.67	7.10	0.78	0.11	0.90	0.51	
06/84	6	7.86	7.64	30	1.00	7.00	4.00	7.75	7.59	7.62	2.02	0.27	1.09	0.57	
06/86	6	7.91	7.75	30	10.00	7.80	4.00	7.83	5.52	5.86	-0.38	-0.06	0.75	0.51	
07/79	7	5.02	4.78	31	0.00	8.30	4.50	4.90	8.00	8.00	1.36	0.17	0.96	0.54	
07/80	7	7.32	7.06	31	0.00	9.20	4.50	7.19	8.67	8.67	1.31	0.15	0.94	0.49	
07/86	7	7.75	7.57	31	9.00	7.10	4.50	7.66	6.00	6.30	0.62	0.10	0.89	0.63	
07/87	7	6.79	6.59	31	10.00	6.80	4.50	6.69	6.67	7.00	1.56	0.22	1.03	0.66	
08/79	8	4.78	4.47	31	2.00	8.40	5.20	4.63	10.33	10.40	3.68	0.35	1.24	0.62	
08/80	8	7.06	6.82	31	0.00	10.40	5.20	6.94	8.00	8.00	-0.32	-0.04	0.77	0.50	
08/84	8	7.43	7.19	31	4.00	8.50	5.20	7.31	8.00	8.13	1.33	0.16	0.96	0.61	
08/87	8	6.58	6.34	31	0.00	7.90	5.20	6.46	8.00	8.00	1.68	0.21	1.01	0.66	
09/79	9	4.47	4.14	30	7.00	9.70	5.80	4.31	11.38	11.62	3.86	0.33	1.20	0.60	
09/86	9	7.41	7.14	30	0.00	9.10	5.80	7.28	9.31	9.31	2.03	0.22	1.02	0.64	
09/87	9	6.34	6.08	30	0.00	7.60	5.80	6.21	8.97	8.97	2.89	0.32	1.18	0.76	
10/78	10	6.63	6.35	31	0.00	12.00	6.00	6.49	9.33	9.33	-0.27	-0.03	0.78	0.50	
10/79	10	4.13	3.80	31	0.00	10.80	6.00	3.97	11.00	11.00	2.36	0.21	1.02	0.56	
10/80	10	6.54	6.20	31	7.00	11.40	6.00	6.37	11.33	11.57	2.45	0.21	1.01	0.53	
10/84	10	6.94	6.66	31	1.00	10.65	6.00	6.80	9.33	9.37	0.85	0.09	0.88	0.56	
10/85	10	7.37	7.13	31	6.00	9.19	6.00	7.25	8.00	8.20	0.85	0.10	0.89	0.65	
10/86	10	7.13	6.91	31	0.00	8.84	6.00	7.02	7.33	7.33	0.26	0.04	0.83	0.68	
10/87	10	6.08	5.82	31	0.00	9.13	6.00	5.95	8.67	8.67	1.36	0.16	0.95	0.66	
11/78	11	6.34	6.08	30	0.00	12.00	6.50	6.21	8.97	8.97	-0.63	-0.07	0.75	0.54	
11/80	11	6.26	6.00	30	1.00	8.80	6.50	6.13	8.97	9.00	1.96	0.22	1.02	0.74	
11/84	11	6.65	6.39	30	2.00	12.00	6.50	6.52	8.97	9.03	-0.57	-0.06	0.75	0.54	
11/85	11	7.12	6.90	30	2.00	8.70	6.50	7.01	7.59	7.66	0.70	0.09	0.88	0.75	
11/86	11	7.90	7.70	30	2.00	8.40	6.50	7.80	6.90	6.97	0.25	0.04	0.83	0.77	
11/87	11	5.81	5.54	30	0.00	9.09	6.50	5.68	9.31	9.31	2.04	0.22	1.02	0.72	
12/78	12	6.08	5.83	31	0.00	9.80	6.40	5.96	8.33	8.33	0.49	0.06	0.85	0.65	
12/80	12	6.00	5.73	31	6.00	10.50	6.40	5.87	9.00	9.20	0.80	0.09	0.88	0.61	
12/86	12	7.69	7.43	31	4.00	9.30	6.40	7.56	8.67	8.80	1.36	0.15	0.95	0.69	
12/87	12	5.53	5.23	31	0.00	8.05	6.40	5.38	10.00	10.00	3.56	0.36	1.24	0.80	
MEDIAS GERAIS		MEDIA MEDIA 6/12					9.13	5.58	6.53	8.44	8.56	1.26	0.14	0.95	0.62
							9.22	5.69	6.44	8.60	8.69	1.32	0.14	0.95	0.62
		DESVIO DESVIO 6/12					1.41	0.88	1.00	1.38	1.32	1.16	0.12	0.13	0.09
							1.48	0.80	1.01	1.40	1.38	1.18	0.12	0.13	0.08
MEDIAS MENSAIS		MES	NUMERO												
		1	1			8.55	6.30	7.32	7.33	7.67	0.83	0.11	0.90	0.74	
		2	1			9.80	4.50	7.10	7.41	8.07	0.23	0.03	0.82	0.46	
		5	2			7.75	4.00	7.33	7.00	7.42	1.22	0.16	0.96	0.52	
		6	2			7.40	4.00	7.79	6.55	6.74	0.82	0.10	0.92	0.54	
		7	4			7.85	4.50	6.61	7.33	7.49	1.21	0.16	0.96	0.58	
		8	4			8.80	5.20	6.33	8.58	8.63	1.59	0.17	0.99	0.60	
		9	3			8.80	5.80	5.93	9.89	9.97	2.93	0.29	1.13	0.67	
		10	7			10.29	6.00	6.26	9.29	9.35	1.12	0.11	0.91	0.59	
		11	6			9.83	6.50	6.56	8.45	8.49	0.62	0.07	0.88	0.68	
		12	4			9.41	6.40	6.19	9.00	9.08	1.55	0.16	0.98	0.69	
		1	1			8.55	6.30	7.32	7.33	7.67	0.83	0.13	0.90	0.74	
		2	1			9.80	4.50	7.10	7.41	8.07	0.23	0.05	0.82	0.46	
		MEDIA MEDIA 6/12					8.85	5.32	6.74	8.08	8.29	1.21	0.14	0.94	0.61
							8.91	5.49	6.52	8.44	8.54	1.41	0.15	0.97	0.62
		DESVIO DESVIO 6/12					0.93	0.95	0.58	1.05	0.95	0.69	0.07	0.08	0.08
							0.96	0.89	0.56	1.06	1.02	0.70	0.07	0.08	0.05

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE FRAGOSO - TAUÁ(CE)

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	INF/ EVINF	EVINF/ EVT	ETP/ EVT	SUP	VINF	HABS
01/79	1	4.51	4.30	31	32.00	9.80	6.30	4.41	7.00	8.07	0.23	0.03	0.82	0.64	29283	7	3.41
01/83	1	4.24	3.96	31	11.00	10.61	6.30	4.10	9.33	9.70	1.21	0.12	0.91	0.59	23554	29	3.10
02/87	2	8.70	8.46	28	8.00	9.80	4.50	8.58	8.89	9.19	1.35	0.15	0.94	0.46	187471	252	7.58
04/83	4	3.60	3.30	30	7.00	9.13	4.50	3.45	10.34	10.59	3.28	0.31	1.16	0.49	13645	45	2.45
05/80	5	7.02	6.81	31	9.00	7.60	4.00	6.92	7.00	7.30	1.22	0.17	0.96	0.53	105447	129	5.92
05/83	5	3.30	2.99	31	4.00	8.32	4.00	3.15	10.33	10.47	3.81	0.36	1.26	0.48	10023	38	2.15
05/84	5	6.63	6.42	31	2.00	5.50	4.00	6.53	7.00	7.07	2.67	0.38	1.28	0.73	90014	240	5.53
06/81	6	8.79	8.57	30	0.00	8.50	4.00	8.68	7.59	7.59	0.79	0.10	0.89	0.47	193259	152	7.68
06/82	6	6.20	5.98	30	10.00	7.90	4.00	6.09	7.59	7.93	1.61	0.20	1.00	0.51	74419	120	5.09
06/83	6	2.99	2.70	30	0.00	8.33	4.00	2.85	10.00	10.00	3.33	0.33	1.20	0.48	7067	24	1.85
06/86	6	8.59	8.37	30	0.00	7.80	4.00	8.48	7.59	7.59	1.35	0.18	0.97	0.51	181783	245	7.48
07/80	7	6.62	6.38	31	0.00	9.20	4.50	6.50	8.00	8.00	0.64	0.08	0.87	0.49	89072	57	5.50
07/81	7	8.57	8.33	31	0.00	9.40	4.50	8.45	8.00	8.00	0.48	0.06	0.85	0.48	180096	86	7.45
07/82	7	5.98	5.72	31	0.00	8.35	4.50	5.85	8.67	8.67	1.99	0.23	1.04	0.54	66531	132	4.85
07/84	7	6.42	6.20	31	8.00	7.00	4.50	6.31	7.33	7.60	2.00	0.26	1.09	0.64	82096	164	5.31
07/86	7	8.37	8.16	31	0.00	7.80	4.50	8.27	7.00	7.00	0.76	0.11	0.90	0.58	169890	129	7.27
07/87	7	6.18	5.98	31	15.00	7.20	4.50	6.08	6.67	7.17	1.41	0.20	1.00	0.63	74081	104	5.08
08/80	8	6.38	6.10	31	0.00	10.40	5.20	6.24	9.33	9.33	1.01	0.11	0.90	0.50	79607	81	5.24
08/81	8	8.33	8.07	31	0.00	9.70	5.20	8.20	8.67	8.67	0.91	0.10	0.89	0.54	166384	151	7.20
08/82	8	5.72	5.43	31	3.00	10.10	5.20	5.58	9.67	9.77	1.69	0.17	0.97	0.51	58104	98	4.58
08/84	8	6.20	5.97	31	0.00	8.50	5.20	6.09	7.67	7.67	0.87	0.11	0.90	0.61	74250	64	5.09
08/85	8	8.76	8.54	31	0.00	8.30	5.20	8.65	7.33	7.33	0.69	0.09	0.88	0.63	191512	133	7.65
08/87	8	5.98	5.69	31	0.00	7.90	5.20	5.84	9.67	9.67	3.34	0.35	1.22	0.66	66054	221	4.84
09/80	9	6.10	5.81	30	0.00	9.50	5.80	5.96	10.00	10.00	2.40	0.24	1.05	0.61	69920	168	4.96
09/81	9	8.07	7.79	30	2.00	10.80	5.80	7.93	9.66	9.72	1.08	0.11	0.90	0.54	152266	165	6.93
09/82	9	5.45	5.16	30	0.00	10.00	5.80	5.31	10.00	10.00	2.00	0.20	1.00	0.58	50457	101	4.31
09/85	9	8.54	8.32	30	0.00	9.60	5.80	8.43	7.59	7.59	-0.09	-0.01	0.79	0.60	178976	-17	7.43
09/86	9	9.99	9.73	30	0.00	9.10	5.80	9.86	8.97	8.97	1.69	0.19	0.99	0.64	269245	454	8.86
10/78	10	5.38	5.07	31	0.00	12.00	6.00	5.23	10.33	10.33	0.73	0.07	0.86	0.50	48308	35	4.23
10/80	10	5.81	5.50	31	4.00	11.40	6.00	5.66	10.33	10.47	1.35	0.13	0.92	0.53	60489	81	4.66
10/81	10	7.79	7.47	31	0.00	11.29	6.00	7.63	10.67	10.67	1.63	0.15	0.94	0.53	137408	225	6.63
10/82	10	5.16	4.88	31	19.00	10.19	6.00	5.02	9.33	9.97	1.81	0.18	0.98	0.59	43043	78	4.02
10/84	10	5.70	5.39	31	0.00	10.65	6.00	5.55	10.33	10.33	1.81	0.18	0.97	0.56	57224	104	4.55
10/85	10	8.32	8.08	31	0.00	9.19	6.00	8.20	8.00	8.00	0.65	0.08	0.87	0.65	166384	107	7.20
10/86	10	9.73	9.44	31	0.00	8.84	6.00	9.59	9.67	9.67	2.60	0.27	1.09	0.68	250253	650	8.59
11/78	11	5.07	4.77	30	0.00	12.00	6.50	4.92	10.34	10.34	0.74	0.07	0.86	0.54	40600	30	3.92
11/80	11	5.50	5.22	30	0.00	8.80	6.50	5.36	9.66	9.66	2.62	0.27	1.10	0.74	51965	136	4.36
11/81	11	7.47	7.17	30	0.00	11.40	6.50	7.32	10.34	10.34	1.22	0.12	0.91	0.57	122960	151	6.32
11/82	11	4.88	4.56	30	4.00	10.80	6.50	4.72	11.03	11.17	2.53	0.23	1.03	0.60	35955	91	3.72
11/84	11	5.39	5.03	30	0.00	12.00	6.50	5.21	12.41	12.41	2.81	0.23	1.03	0.54	47911	135	4.21
11/86	11	9.44	9.21	30	0.00	8.40	6.50	9.33	7.93	7.93	1.21	0.15	0.94	0.77	233020	282	8.33
12/78	12	4.77	4.51	31	12.00	9.80	6.40	4.64	8.67	9.07	1.23	0.14	0.93	0.65	34187	42	3.64
12/80	12	5.22	4.94	31	12.00	10.55	6.40	5.08	9.33	9.73	1.29	0.13	0.92	0.61	44548	58	4.08
12/82	12	4.56	4.24	31	6.00	10.42	6.40	4.40	10.67	10.87	2.53	0.23	1.04	0.61	29183	74	3.40
12/84	12	5.03	4.79	31	11.00	12.23	6.40	4.91	8.00	8.37	-1.41	-0.17	0.68	0.52	40360	-57	3.91
12/86	12	9.21	8.96	31	0.00	9.30	6.40	9.09	8.33	8.33	0.89	0.11	0.90	0.69	217730	195	8.09
MEDIAS GERATS			MEDIA			9.47	5.43	6.40	8.96	9.09	1.52	0.16	0.97	0.58	99914		
			MEDIA	6/12		9.61	5.54	6.60	9.03	9.13	1.44	0.15	0.96	0.58			
			DESIVIO			1.47	0.90	1.79	1.34	1.30	0.99	0.10	0.12	0.08			
			DESIVIO	6/12		1.40	0.84	1.70	1.31	1.29	0.92	0.09	0.10	0.07			
MEDIAS MENSATS	MES	NUMERO															
	1	2				10.21	6.30	4.25	8.17	8.88	0.72	0.08	0.87	0.62			
	2	1				9.80	4.50	8.58	8.89	9.19	1.35	0.15	0.94	0.46			
	3	0															
	4	1				9.13	4.50	3.45	10.34	10.59	3.28	0.31	1.16	0.49			
	5	4				7.14	4.00	5.53	8.11	8.28	2.57	0.30	1.17	0.58			
	6	4				8.35	4.10	6.52	8.15	8.22	1.54	0.18	0.99	0.49			
	7	6				8.16	4.50	6.91	7.61	7.74	1.21	0.16	0.96	0.56			
	8	6				9.15	5.20	6.76	8.72	8.74	1.42	0.16	0.96	0.57			
	9	5				9.80	5.80	7.50	9.24	9.26	1.42	0.15	0.95	0.59			
	10	7				10.51	6.00	6.69	9.81	9.92	1.51	0.15	0.95	0.58			
	11	6				10.57	6.50	6.14	10.29	10.31	1.86	0.18	0.98	0.63			
	12	5				10.46	6.40	5.62	9.00	9.27	0.91	0.09	0.89	0.62			
			MEDIA			9.39	5.25	6.18	8.94	9.13	1.62	0.17	0.98	0.56			
			MEDIA	6/12		9.57	5.50	6.59	8.97	9.07	1.41	0.15	0.95	0.58			
			DESIVIO			1.07	0.93	1.37	0.87	0.85	0.70	0.07	0.09	0.05			
			DESIVIO	6/12		0.95	0.86	0.55	0.85	0.84	0.27	0.03	0.03	0.04			

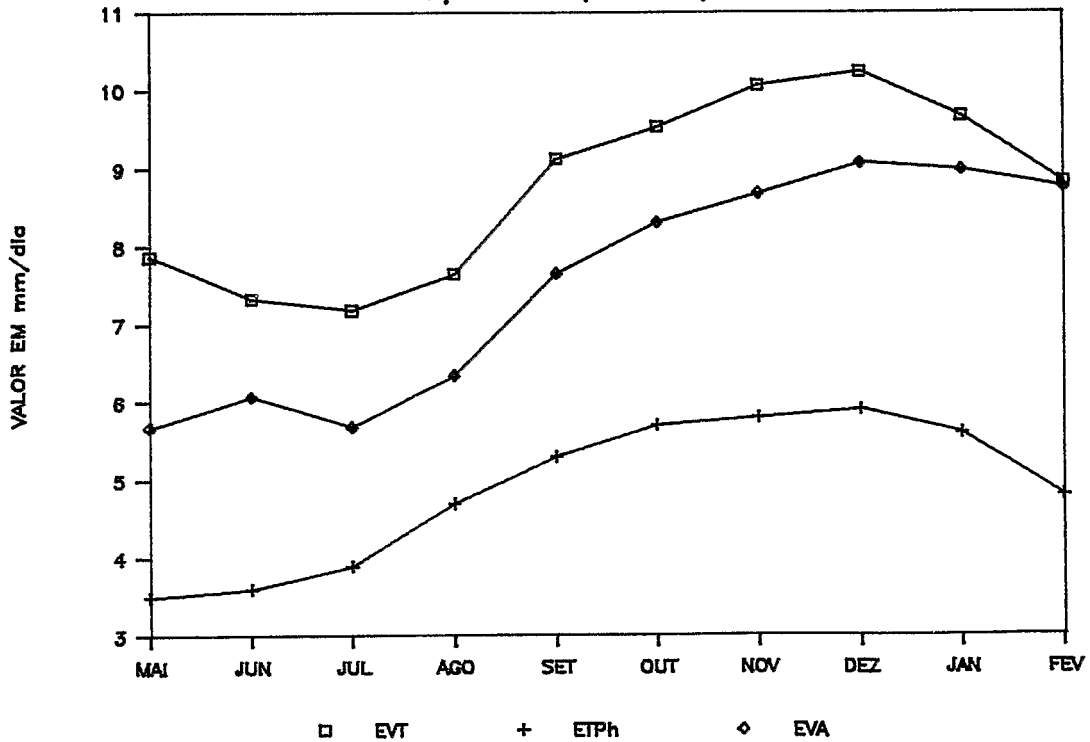
VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO E DA ETP

ÁÇUDE JUA (TAJÁ - CE)

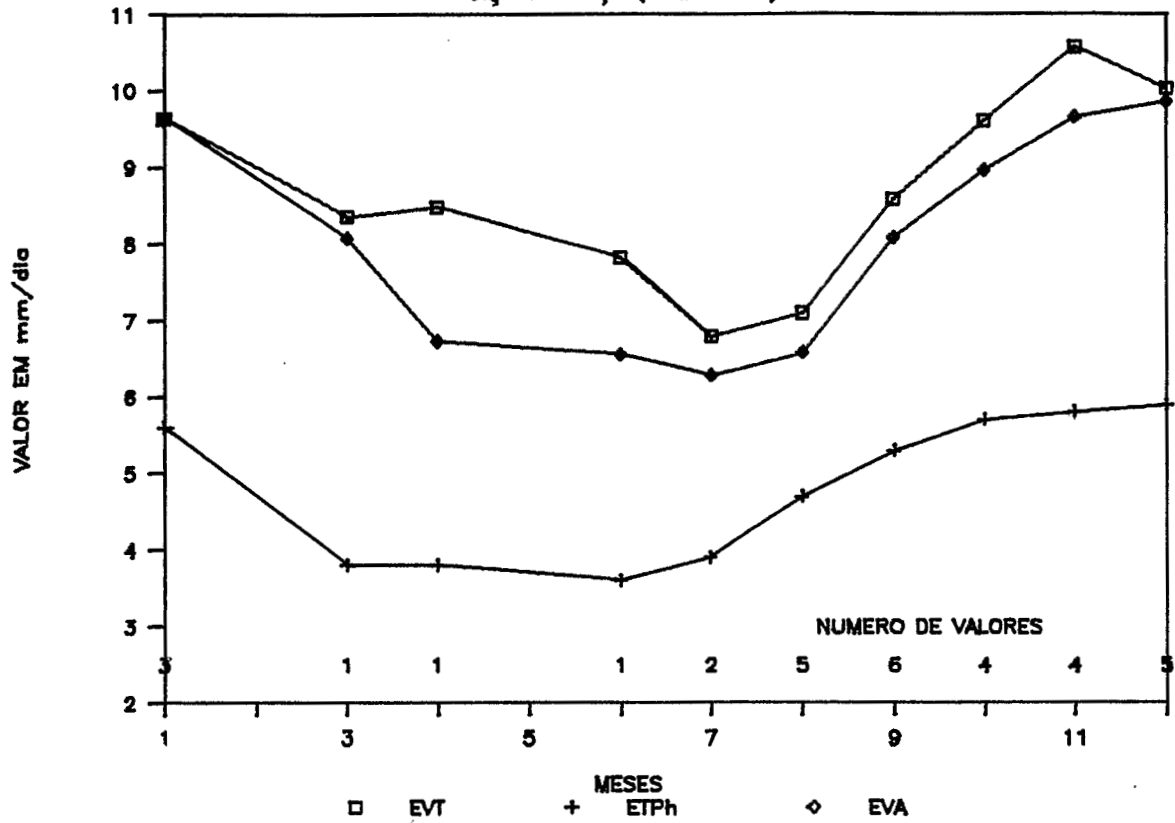


VARIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO E DA ETP

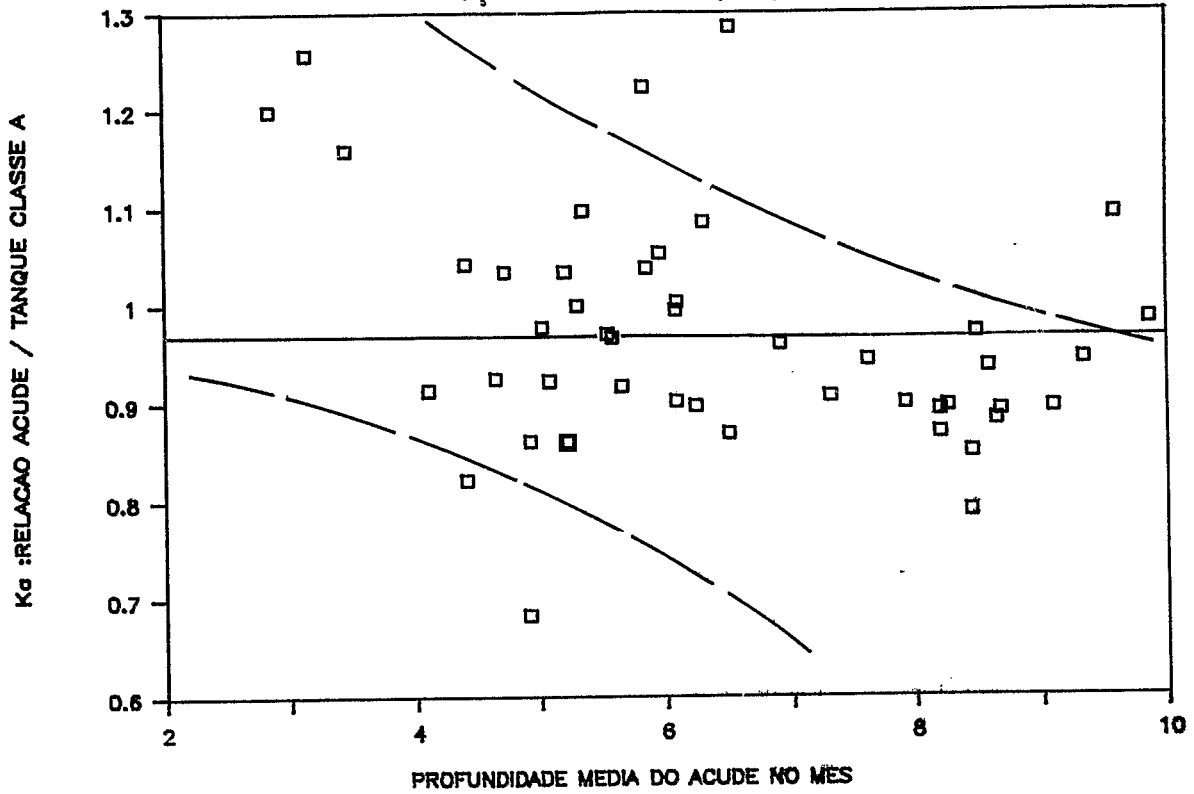
ÁÇUDE JATOBA (SUMÉ - PB)



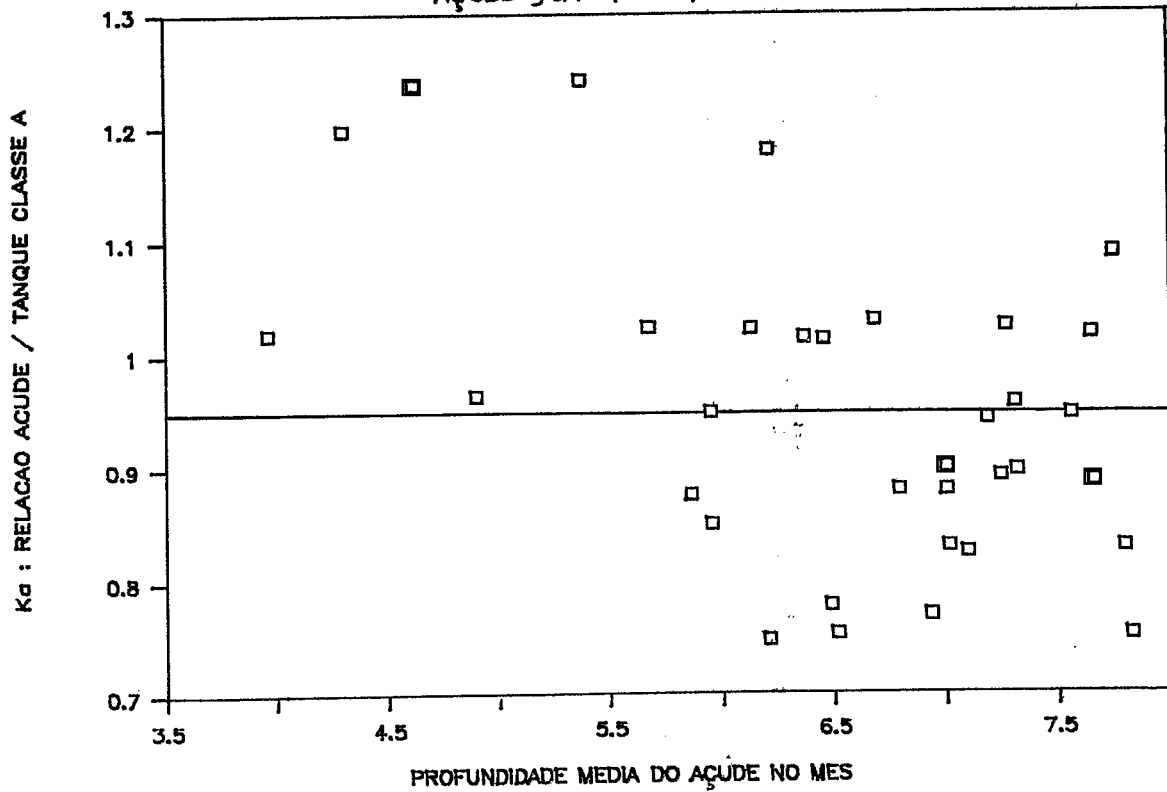
VARIAÇÃO DA ETP E DA EVAPORAÇÃO AÇUDE URUÇU (SUME - PB)



RELAÇÃO K_d / PROFUNDIDADE AÇUDE JOÃO FRAGOSO (TAUA)

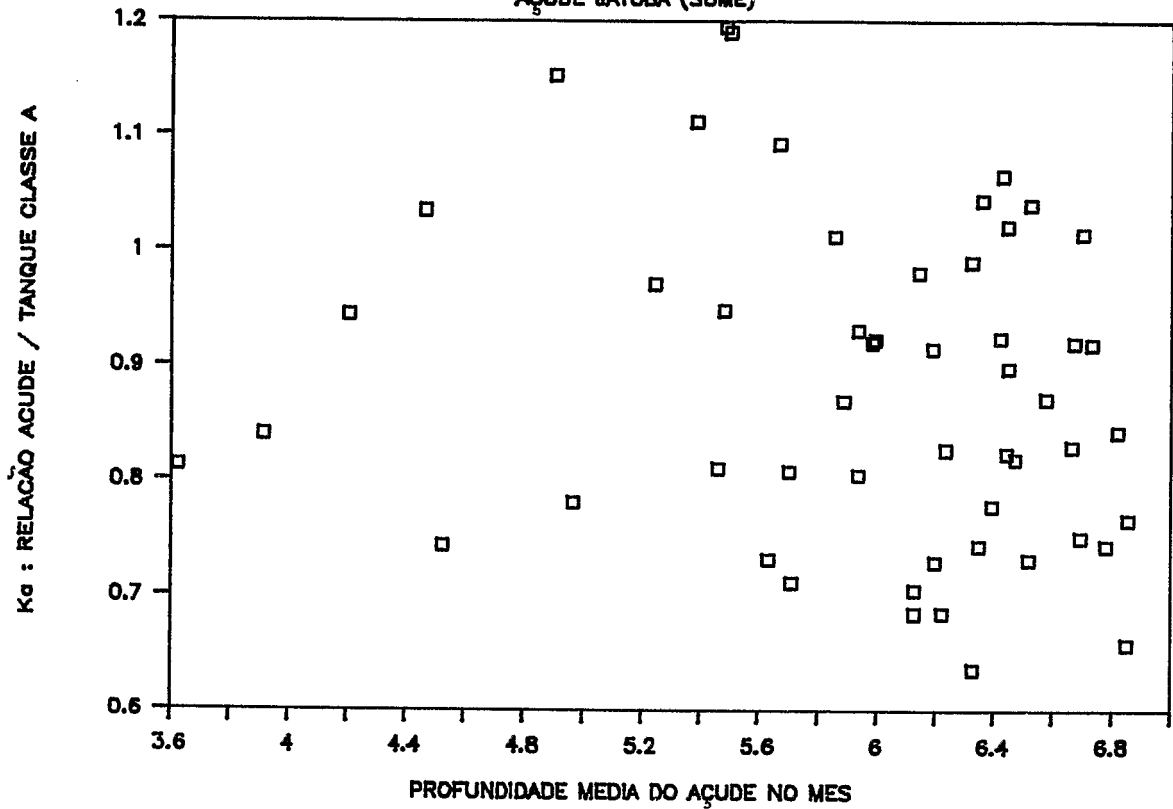


RELAÇÃO K_d / PROFUNDIDADE AÇUDE JUAÍ (TAUA)



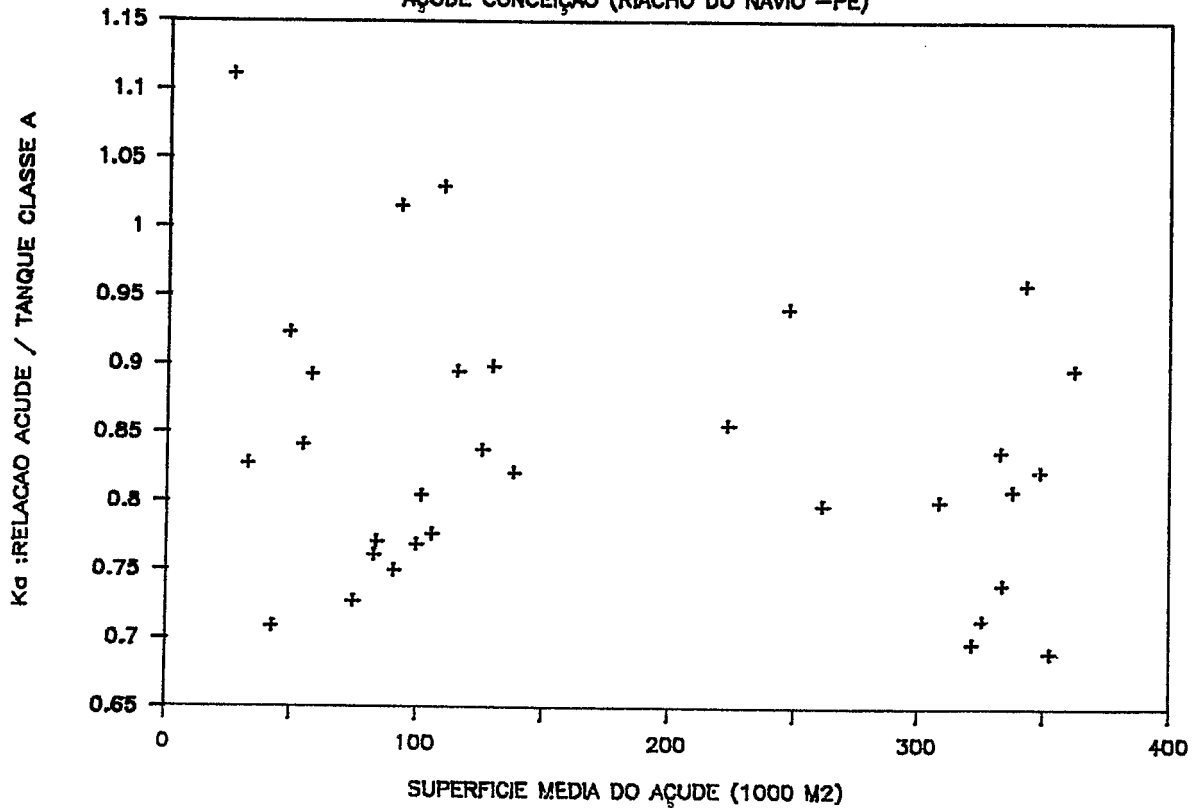
RELAÇÃO K_a / PROFUNDIDADE

ÁÇUDE JATOBA (SUMÉ)



RELAÇÃO K_a / SUPERFICIE

ÁÇUDE CONCEIÇÃO (RIACHO DO NAVIO -PE)



A N E X O 2

ANEXO 2

Dados de evaporação do tanque classe A

POSTO	EVT (mm/dia)
Surubim	7.00
Serra Talhada.....	6.49
Curemas.....	10.82
Souza.....	8.28
São Gonçalo.....	9.13
Patos.....	10.92 (11.78)**
Caicó (Itans).....	9.19 (9.73)**
Cruzetas.....	12.13 (12.24)**
São José do Seridó.....	10.39 *
Pombal.....	10.50 *
Catolé do Rocha.....	10.50 *
Jericó.....	10.50 *
São José do Egito.....	8.70 *
Sumé.....	8.29

* Valores estimados a partir dos postos próximos e da comparação das temperaturas. ** O valor observado (entre parênteses) foi ajustado (com margem permitida de no máximo 10%) na base de rebaixamento dos açudes de grande porte.

NOTA: Todos estes valores correspondem ao período de observação do rebaixamento dos açudes, ou seja, períodos incluídos nos meses de outubro/novembro de 1988.

O valor do Tanque relativo aos açudes dos projetos pilotos, e das Bacias Hidrológicas Representativas é um valor médio, correspondente a um valor médio de EVINF sobre os meses de outubro e novembro de vários anos observados.

O valor de INF pode ser avaliado em uma determinada época, mas sabe-se que este valor varia com a profundidade.

O problema pode ser contornado lembrando-se que o espelho d'água varia em função de $H^{(\alpha-1)}$ onde α é o coeficiente dito de "forma" da fórmula cota/volume $V = KH^\alpha$.

O valor médio de α é de 2.7 com variação comum entre 2.2 e 3.5. Portanto a superfície S varia com a potência $(\alpha - 1)$, ou seja um valor, em geral, entre 1.2 e 2.5.

Essa faixa de variação é aproximadamente idêntica à faixa encontrada para o expoente (b) da Lei VINF(H). Em primeira aproximação pode-se considerar que VINF e S variam segundo a mesma potência de H (ou seja 1.7) e que, então, a lâmina de infiltração(INF) é constante. A estimativa do rebaixamento durante um determinado período de N dias será conseqüentemente (EVAt + N.INF) onde EVAt é a estimativa da evaporação total do açude, no período considerado.

De maneira geral, considerando-se valores de α e b quaisquer, temos a fórmula:

$$INF = VINF/S = \frac{a}{K} H^{b-\alpha+1}$$

Entre uma cota H_1 , em que o volume infiltrado $VINF = INF1.S$ é conhecido, e uma cota H_2 , pode-se adotar um valor médio (INFM), dado após integração, por:

$$INFM = INF1 [1 - (H_2/H_1)^{(b-\alpha+2)}] / (b - \alpha + 2)(1-H_2/H_1)$$

Deve-se então multiplicar o valor inicial (conhecido) por um coeficiente dado pela tabela seguinte de maneira a obter um valor médio (INFM). Este valor deverá ser multiplicado pelo número de dias do período considerado para obter a lâmina total infiltrada; acrescentar-se-á a estimativa da evaporação para ter o rebaixamento global.

Coeficiente de correção para avaliação da perda total

VALOR DE (b - α + 2)							
H_2/H_1	1	.6	.3	0	-.7	-.4	0
.8	.9	.94	.97	1	1.03	1.07	1.13
.6	.8	.87	.93	1	1.08	1.18	1.35
.4	.7	.79	.88	1	1.16	1.37	1.75
.2	.6	.69	.81	1	1.31	1.81	3.00

Verifica-se, à título de exemplo, que para os açudes de valor (b) pequeno, o rebaixamento induzido pela infiltração cresce, à medida que o nível baixa: para o açude Luzimar ($\alpha = 2.41$, $b = 1.1$) temos $(b-\alpha+2) = .7$ que leva a um fator de correção 1.31, para um rebaixamento tal que $H_2/H_1 = 0.2$. Açudes onde $(b-\alpha+2)$ é ainda menor, o fenômeno é mais acentuado; verifica-se que, de fato, existem açudes que secam com uma velocidade crescente à medida que o nível d'água baixa.

Como, geralmente, não se conhece o valor de (b), pode-se adotar um valor baixo arbitrário (1.4 por exemplo) que dê uma certa margem de segurança. Para poder estimar essa margem, precisaríamos ter resultados estatísticos sobre a variação de (b) o que, na prática, nunca acontecerá, haja vista a complexidade da determinação de tal coeficiente.

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE VELHO - TAUÁ (CE)

MES	NUM	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	EVINF	INF/ EVA	INF/ EVT	EVINF/ ETP	SUP	VINF	HAB
mai/80	5	7.56	7.19	31.00	6.80	7.60	4.00	7.38	12.33	12.56	6.10	0.49	0.94	1.65	1.90	51877	316	2.98
mai/81	5	7.12	6.79	31.00	17.80	7.33	4.00	6.96	11.00	11.59	5.36	0.46	0.86	1.58	1.83	32812	176	2.56
jun/80	6	7.18	6.85	30.00	18.50	7.21	4.00	7.02	11.38	12.02	5.89	0.49	0.96	1.67	1.80	35186	207	2.61
jun/81	6	6.78	6.44	30.00	0.00	8.50	4.00	6.61	11.72	11.72	4.50	0.38	0.62	1.38	2.13	21203	95	2.21
jun/84	6	7.87	7.53	30.00	7.20	7.00	4.00	7.70	11.72	11.97	6.02	0.50	1.01	1.71	1.75	70877	427	3.30
jul/80	7	6.83	6.45	31.00	3.60	9.18	4.50	6.64	12.67	12.79	4.98	0.39	0.64	1.39	2.04	22081	110	2.24
jul/81	7	6.43	6.02	31.00	0.00	9.39	4.50	6.23	13.67	13.67	5.68	0.42	0.71	1.45	2.09	11917	68	1.82
jul/84	7	7.52	7.18	31.00	15.60	8.55	4.50	7.35	11.33	11.85	4.59	0.39	0.63	1.39	1.90	50576	232	2.95
jul/86	7	7.71	7.45	31.00	0.00	7.10	4.50	7.58	8.67	8.67	2.63	0.30	0.44	1.22	1.58	63400	167	3.18
jul/87	7	6.95	6.61	31.00	12.60	6.80	4.50	6.78	11.33	11.75	5.97	0.51	1.03	1.73	1.51	26502	158	2.38
ago/78	8	6.89	6.52	31.00	0.00	8.64	5.20	6.71	12.33	12.33	4.99	0.40	0.68	1.43	1.66	24067	120	2.31
ago/80	8	6.44	6.00	31.00	0.00	10.40	5.20	6.22	14.67	14.67	5.83	0.40	0.66	1.41	2.00	11819	69	1.82
ago/81	8	6.01	5.56	31.00	2.00	9.70	5.20	5.79	15.00	15.07	6.82	0.45	0.83	1.55	1.87	5195	35	1.39
ago/84	8	7.16	6.76	31.00	0.00	8.50	5.20	6.96	13.33	13.33	6.11	0.46	0.85	1.57	1.63	33005	202	2.56
ago/85	8	7.79	7.52	26.00	10.20	8.30	5.20	7.66	10.80	11.21	4.15	0.37	0.59	1.35	1.60	68008	282	3.26
ago/87	8	6.59	6.19	31.00	0.00	7.90	5.20	6.39	13.33	13.33	6.62	0.50	0.99	1.69	1.52	15464	102	1.99
set/78	9	6.35	6.02	24.00	9.30	10.18	5.80	6.19	14.35	14.75	6.10	0.41	0.70	1.45	1.76	11148	68	1.78
set/80	9	5.98	5.53	30.00	0.00	9.48	5.80	5.76	15.52	15.52	7.46	0.48	0.93	1.64	1.63	4863	36	1.36
set/84	9	6.75	6.39	30.00	9.60	10.67	5.80	6.57	12.41	12.74	3.68	0.29	0.41	1.19	1.84	20069	74	2.17
set/85	9	7.45	7.08	30.00	0.00	9.58	5.80	7.27	12.76	12.76	4.61	0.36	0.57	1.33	1.65	46315	214	2.87
set/86	9	7.19	7.01	15.00	0.00	9.05	5.80	7.10	12.86	12.86	5.16	0.40	0.67	1.42	1.56	38742	200	2.70
set/87	9	6.17	5.74	30.00	0.00	7.60	5.80	5.96	14.83	14.83	8.37	0.56	1.29	1.95	1.31	7360	62	1.56
out/78	10	6.01	5.58	31.00	0.00	12.02	6.00	5.80	14.33	14.33	4.12	0.29	0.40	1.19	2.00	5308	22	1.39
out/80	10	5.52	5.07	31.00	6.70	11.40	6.00	5.30	15.00	15.22	5.53	0.36	0.57	1.34	1.90	1396	8	0.89
out/85	10	7.06	6.64	31.00	0.00	9.19	6.00	6.85	14.00	14.00	6.19	0.44	0.79	1.52	1.53	28918	179	2.45
nov/85	11	6.62	6.25	30.00	9.00	8.70	6.50	6.44	12.76	13.07	5.67	0.43	0.77	1.50	1.34	16541	94	2.04
dez/86	12	5.99	5.62	31.00	0.00	9.30	6.40	5.81	12.33	12.33	4.43	0.36	0.56	1.33	1.45	5424	24	1.41
MEDIA			MEDIA			8.86	5.16	6.63	12.83	13.00	5.47	0.42	0.74	1.48	1.73	27040	139	
GERAIS			MEDIA 6/12			8.97	5.26	6.59	12.92	13.07	5.44	0.41	0.73	1.47	1.72	25815	130	
			DESVIO			1.32	0.79	0.64	1.56	1.49	1.17	0.07	0.21	0.18	0.22	19970	99	
			DESVIO 6/12			1.31	0.75	0.64	1.58	1.52	1.21	0.07	0.21	0.18	0.22	20079	95	

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE ACUDINHO - TAUA

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF/		EVINF/		EVT/		SUP	VINF	REGRE	HAB
											INF	EVINF	EVA	EVT	ETP					
jan/86	1	8.92	8.61	31	14.4	6.40	6.3	8.77	10.33	10.81	5.37	0.50	0.99	1.69	1.02	11955	64	37	3.27	
jan/87	1	6.36	6.06	31	11.2	8.55	6.3	6.21	10.00	10.37	3.11	0.30	0.43	1.21	1.36	979	3	1	0.71	
fev/87	2	5.92	5.78	14	17.6	9.80	5.4	5.85	10.77	12.12	3.79	0.31	0.46	1.24	1.81	307	1	0	0.35	
abr/83	4	6.27	5.94	30	16.9	9.13	4.5	6.11	11.38	11.96	4.20	0.35	0.54	1.31	2.03	753	3	1	0.61	
mai/80	5	10.63	10.33	31	7.6	7.60	4.0	10.48	10.00	10.25	3.79	0.37	0.59	1.35	1.90	23892	91	89	4.98	
mai/81	5	10.86	10.54	31	16.4	7.30	4.0	10.70	10.67	11.21	5.01	0.45	0.81	1.54	1.83	25647	128	98	5.20	
mai/82	5	7.04	6.67	31	17.6	6.81	4.0	6.86	12.33	12.92	7.13	0.55	1.23	1.90	1.70	2826	20	6	1.36	
mai/87	5	7.36	7.01	31	14.6	7.90	4.0	7.19	11.67	12.15	5.44	0.45	0.81	1.54	1.98	4040	22	9	1.69	
jun/79	6	6.44	6.12	30	16.6	6.80	4.0	6.28	11.03	11.61	5.83	0.50	1.01	1.71	1.70	1142	7	2	0.78	
jun/81	6	10.52	10.20	30	0.0	8.50	4.0	10.36	11.03	11.03	3.81	0.35	0.53	1.30	2.13	22955	87	85	4.86	
jun/82	6	6.58	6.31	30	10.3	7.90	4.0	6.45	9.31	9.67	2.95	0.31	0.44	1.22	1.98	1565	5	3	0.95	
jun/84	6	9.61	9.32	30	1.2	7.00	4.0	9.47	10.00	10.04	4.09	0.41	0.69	1.43	1.75	16440	67	55	3.97	
jun/86	6	8.82	8.56	30	8.4	7.80	4.0	8.69	8.97	9.26	2.63	0.28	0.40	1.19	1.95	11508	30	35	3.19	
jul/80	7	10.04	9.68	31	0.0	9.20	4.5	9.86	12.00	12.00	4.18	0.35	0.53	1.30	2.04	19211	80	67	4.36	
jul/81	7	10.19	9.83	31	0.5	9.39	4.5	10.01	12.00	12.02	4.03	0.34	0.50	1.28	2.09	20307	82	72	4.51	
jul/82	7	6.30	6.00	31	8.7	8.36	4.5	6.15	10.00	10.29	3.18	0.31	0.45	1.23	1.86	847	3	1	0.65	
jul/86	7	8.55	8.26	31	13.9	7.16	4.5	8.41	9.67	10.13	4.04	0.40	0.66	1.41	1.59	9871	40	29	2.91	
jul/87	7	6.74	6.40	31	16.9	6.80	4.5	6.57	11.33	11.90	6.12	0.51	1.06	1.75	1.51	1919	12	3	1.07	
ago/78	8	7.71	7.30	31	0.2	8.64	5.2	7.51	13.67	13.67	6.33	0.46	0.86	1.58	1.66	5374	34	13	2.01	
ago/80	8	9.68	9.33	31	0.0	10.36	5.2	9.51	11.67	11.67	2.86	0.25	0.33	1.13	1.99	16713	48	56	4.01	
ago/81	8	9.82	9.43	31	4.0	9.70	5.2	9.63	13.00	13.13	4.89	0.37	0.59	1.35	1.87	17542	86	60	4.13	
ago/82	8	5.99	5.63	31	2.6	10.10	5.2	5.81	12.00	12.09	3.50	0.29	0.41	1.20	1.94	252	1	0	0.31	
ago/84	8	8.98	8.66	31	2.6	8.50	5.2	8.82	10.67	10.75	3.53	0.33	0.49	1.27	1.63	12287	43	38	3.32	
ago/85	8	10.53	10.21	31	15.4	8.30	5.2	10.37	10.67	11.18	4.12	0.37	0.58	1.35	1.60	23032	95	85	4.87	
ago/87	8	6.39	6.02	31	0.0	7.90	5.2	6.21	12.33	12.33	5.62	0.46	0.84	1.56	1.52	968	5	1	0.71	
set/80	9	9.32	8.96	30	0.0	9.48	5.8	9.14	12.41	12.41	4.36	0.35	0.54	1.31	1.63	14289	62	46	3.64	
set/81	9	9.41	9.02	30	1.5	10.81	5.8	9.22	13.45	13.50	4.31	0.32	0.47	1.25	1.86	14775	64	48	3.72	
set/84	9	8.66	8.31	30	9.0	10.67	5.8	8.49	12.07	12.38	3.31	0.27	0.36	1.16	1.84	10320	34	30	2.99	
set/85	9	10.20	9.85	30	3.1	9.58	5.8	10.03	12.07	12.18	4.03	0.33	0.49	1.27	1.65	20418	82	73	4.53	
set/86	9	7.91	7.53	30	0.0	9.13	5.8	7.72	13.10	13.10	5.35	0.41	0.69	1.44	1.57	6351	34	16	2.22	
out/78	10	6.85	6.35	31	0.0	12.02	6.0	6.60	16.67	16.67	6.45	0.39	0.63	1.39	2.00	2008	13	4	1.10	
out/80	10	8.95	8.58	31	7.1	11.40	6.0	8.77	12.33	12.57	2.88	0.23	0.30	1.10	1.90	11955	34	37	3.27	
out/81	10	9.02	8.61	31	0.0	11.29	6.0	8.82	13.67	13.67	4.07	0.30	0.42	1.21	1.88	12257	50	38	3.32	
out/85	10	9.83	9.45	31	0.0	9.19	6.0	9.64	12.67	12.67	4.85	0.38	0.62	1.38	1.53	17647	86	60	4.14	
out/86	10	7.52	7.16	31	0.0	8.83	6.0	7.34	12.00	12.00	4.49	0.37	0.60	1.36	1.47	4668	21	11	1.84	
nov/78	11	6.34	5.94	30	0.0	12.00	6.5	6.14	13.79	13.79	3.59	0.26	0.35	1.15	1.85	826	3	1	0.64	
nov/80	11	8.57	8.22	30	0.0	8.80	6.5	8.40	12.07	12.07	4.59	0.38	0.61	1.37	1.35	9815	45	28	2.90	
nov/81	11	8.60	8.19	30	0.0	11.36	6.5	8.40	14.14	14.14	4.48	0.32	0.46	1.24	1.75	9815	44	28	2.90	
nov/84	11	7.86	7.48	30	0.8	12.00	6.5	7.67	13.10	13.13	2.93	0.22	0.29	1.09	1.85	6118	18	15	2.17	
nov/85	11	9.44	9.08	30	0.0	8.70	6.5	9.26	12.41	12.41	5.02	0.40	0.68	1.43	1.34	15069	76	49	3.76	
nov/86	11	7.15	6.74	30	0.0	8.40	6.5	6.95	14.14	14.14	7.00	0.49	0.98	1.68	1.29	3140	22	7	1.45	
dez/80	12	8.20	7.81	31	0.3	10.50	6.4	8.01	13.00	13.01	4.08	0.31	0.46	1.24	1.64	7742	32	21	2.50	
dez/86	12	6.73	6.37	31	0.0	9.30	6.4	6.55	12.00	12.00	4.10	0.34	0.52	1.29	1.45	1860	8	3	1.05	
		MEDIA				9.06	5.31	8.12	11.90	12.10	4.41	0.36	0.60	1.36	1.73	9800	42			
MEDIAS GERAIS		MEDIA 6/12				9.31	5.42	8.21	12.13	12.25	4.33	0.35	0.57	1.33	1.73	10029	41			
		DESVIO PADRAO				1.51	0.91	1.49	1.50	1.39	1.11	0.08	0.22	0.18	0.24	7671	33			
		DESVIO 6/12				1.47	0.86	1.38	1.54	1.44	1.08	0.07	0.19	0.16	0.22	7056	29			

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE JUAZEIRO - TAUÁ (CE)

MES	NMES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF/	INF/	EVINF/	EVT/	HABS	VINF	SUP	
											INF	EVA	EVT	ETP				
jan/87	1	8.52	8.14	31	15.5	8.55	6.3	8.33	12.67	13.18	5.49	0.42	0.71	1.54	1.36	2.13	19	3443
fev/87	2	8.12	7.84	28	16.6	9.80	5.4	7.98	10.37	10.99	2.17	0.20	0.25	1.12	1.81	1.78	5	2379
abr/82	4	7.82	7.57	30	16.6	6.29	4.5	7.70	8.62	9.19	3.53	0.38	0.62	1.46	1.40	1.50	6	1660
abr/83	4	7.59	7.32	30	6.4	9.13	4.5	7.46	9.31	9.53	1.31	0.14	0.16	1.04	2.03	1.26	2	1158
mai/81	5	10.05	9.80	31	15.6	7.30	4.0	9.93	8.33	8.85	2.28	0.26	0.35	1.21	1.83	3.73	25	10889
mai/83	5	7.31	7.05	31	4.8	8.31	4.0	7.18	8.67	8.83	1.35	0.15	0.18	1.06	2.08	0.98	1	696
mai/82	5	7.57	7.35	31	15.0	6.81	4.0	7.46	7.33	7.83	1.70	0.22	0.28	1.15	1.70	1.26	2	1167
mai/87	5	9.22	8.95	31	18.2	7.90	4.0	9.09	9.00	9.61	2.50	0.26	0.35	1.22	1.98	2.89	16	6432
jun/83	6	7.05	6.78	30	0.0	8.32	4.0	6.92	9.31	9.31	1.83	0.20	0.24	1.12	2.08	0.72	1	363
jun/82	6	7.34	7.10	30	10.8	7.90	4.0	7.22	8.28	8.65	1.54	0.18	0.22	1.09	1.98	1.02	1	755
jun/84	6	10.42	10.17	30	0.0	7.00	4.0	10.30	8.62	8.62	2.32	0.27	0.37	1.23	1.75	4.10	31	13235
jun/81	6	9.80	9.52	30	0.0	8.50	4.0	9.66	9.66	9.66	2.01	0.21	0.26	1.14	2.13	3.46	19	9353
jun/86	6	10.64	10.42	30	0.0	7.80	4.0	10.53	7.59	7.59	0.57	0.07	0.08	0.97	1.95	4.33	8	14847
jul/82	7	7.10	6.82	31	2.6	8.36	4.5	6.96	9.33	9.42	1.90	0.20	0.25	1.13	1.86	0.76	1	412
jul/84	7	10.16	9.91	31	15.4	8.55	4.5	10.04	8.33	8.85	1.15	0.13	0.15	1.03	1.90	3.84	13	11562
jul/81	7	9.51	9.18	31	0.0	9.39	4.5	9.35	11.00	11.00	2.55	0.23	0.30	1.17	2.09	3.15	20	7684
jul/87	7	8.73	8.45	31	12.4	6.80	4.5	8.59	9.33	9.75	3.63	0.37	0.59	1.43	1.51	2.39	16	4365
jul/86	7	10.41	10.14	31	0.0	7.10	4.5	10.28	9.00	9.00	2.61	0.29	0.41	1.27	1.58	4.08	34	13102
ago/84	8	9.90	9.60	31	0.0	8.50	5.2	9.75	10.00	10.00	2.35	0.24	0.31	1.18	1.63	3.55	23	9861
ago/82	8	6.82	6.48	31	6.4	10.10	5.2	6.65	11.33	11.55	2.46	0.21	0.27	1.14	1.94	0.45	0	140
ago/87	8	8.43	8.08	31	0.0	7.90	5.2	8.26	11.67	11.67	4.56	0.39	0.64	1.48	1.52	2.06	15	3198
ago/81	8	9.17	8.84	31	1.2	9.70	5.2	9.01	11.00	11.04	2.31	0.21	0.26	1.14	1.87	2.81	14	6070
ago/85	8	10.51	10.23	31	10.6	8.50	5.2	10.37	9.33	9.69	2.04	0.21	0.27	1.14	1.63	4.17	28	13739
set/85	9	10.22	9.90	30	0.0	8.40	5.8	10.06	11.03	11.03	3.47	0.31	0.46	1.31	1.45	3.86	41	11718
set/86	9	9.89	9.53	30	0.0	8.40	5.8	9.71	12.41	12.41	4.85	0.39	0.64	1.48	1.45	3.51	47	9634
set/87	9	8.07	7.72	30	0.0	7.90	5.8	7.90	12.07	12.07	4.96	0.41	0.70	1.53	1.36	1.70	11	2151
set/84	9	9.60	9.30	30	10.0	10.57	5.8	9.45	10.34	10.69	1.18	0.11	0.12	1.01	1.82	3.25	10	8221
set/81	9	8.82	8.48	30	1.6	10.81	5.8	8.65	11.72	11.78	2.05	0.17	0.21	1.09	1.86	2.45	9	4594
out/81	10	8.47	8.07	31	0.0	11.29	6.0	8.27	13.33	13.33	3.17	0.24	0.31	1.18	1.88	2.07	10	3246
out/80	10	8.23	7.85	31	3.3	11.40	6.0	8.04	12.67	12.78	2.52	0.20	0.25	1.12	1.90	1.84	6	2547
out/85	10	9.89	9.56	31	0.0	9.19	6.0	9.73	11.00	11.00	2.73	0.25	0.33	1.20	1.53	3.53	27	9719
out/86	10	9.53	9.22	31	0.0	8.83	6.0	9.38	10.33	10.33	2.39	0.23	0.30	1.17	1.47	3.18	19	7835
out/87	10	7.70	7.33	31	0.0	9.13	6.0	7.52	12.33	12.33	4.12	0.33	0.50	1.35	1.52	1.32	5	1275
nov/85	11	9.56	9.20	30	9.6	8.70	6.5	9.38	12.41	12.74	4.91	0.39	0.63	1.46	1.34	3.18	39	7861
nov/81	11	8.06	7.66	30	0.0	11.36	6.5	7.86	13.79	13.79	3.57	0.26	0.35	1.21	1.75	1.66	7	2060
nov/80	11	7.84	7.52	30	1.2	8.80	6.5	7.68	11.03	11.08	3.16	0.28	0.40	1.26	1.35	1.48	5	1626
nov/87	11	7.32	7.01	30	0.0	9.09	6.5	7.17	10.69	10.69	2.51	0.24	0.31	1.18	1.40	0.97	2	674
nov/86	11	9.20	8.87	30	0.0	8.40	6.5	9.04	11.38	11.38	3.82	0.34	0.51	1.35	1.29	2.84	24	6205
dez/80	12	7.50	7.20	31	4.2	10.50	6.4	7.35	10.00	10.14	0.69	0.07	0.07	0.97	1.64	1.15	1	967
dez/84	12	8.56	8.25	31	16.0	12.20	6.4	8.41	10.33	10.87	-0.11	-0.01	-0.01	0.89	1.91	2.21	0	3697
dez/86	12	8.86	8.54	31	0.0	9.30	6.4	8.70	10.67	10.67	2.30	0.22	0.27	1.15	1.45	2.50	11	4789
dez/87	12	6.99	6.66	31	0.0	8.05	6.4	6.83	11.00	11.00	3.76	0.34	0.52	1.37	1.26	0.63	1	275
MEDIAS GERAIS			MEDIAS			8.83	5.29	8.57	10.40	10.57	2.62	0.24	0.34	1.21	1.70	2.37	14	5372
			MEDIA 6/12			9.02	5.46	8.67	10.66	10.76	2.64	0.24	0.34	1.20	1.68	2.47	15	5817
			DESVIO			1.33	0.93	1.13	1.57	1.50	1.24	0.10	0.18	0.16	0.25	1.13	12	4406
			DESVIO 6/12			1.31	0.88	1.16	1.46	1.42	1.23	0.10	0.17	0.15	0.25	1.16	13	4515

COMPARAÇÃO AÇUDE/TANQUE : AÇUDE NASCIMENTO - TAUÁ (CE)

MES	MES	NI	NF	NDIAS	CHUVA	EVT	ETP	HM(m)	REBOB	EVINF	INF	EVINF	INF/ EVA	INF/ EVT	EVINF/ ETP	HABS	VINF	SUP
jan/86	1	6.04	5.79	31	18.60	6.40	6.3	5.92	8.33	8.95	3.51	0.39	0.65	1.40	1.02	5.72	192	54747
jan/87	1	5.32	4.95	31	5.40	8.55	6.3	5.14	12.33	12.51	5.25	0.42	0.72	1.46	1.36	4.94	228	43418
jan/88	1	2.60	2.25	31	13.20	7.27	6.3	2.43	11.67	12.11	5.93	0.49	0.96	1.67	1.15	2.23	73	12333
fev/87	2	4.94	4.64	28	12.40	9.83	5.4	4.79	11.11	11.57	3.21	0.28	0.38	1.18	1.82	4.59	124	38720
mai/82	5	3.72	3.48	31	17.40	6.81	4.0	3.60	8.00	8.58	2.79	0.33	0.48	1.26	1.70	3.40	67	24100
mai/87	5	5.62	5.38	31	14.80	7.90	4.0	5.50	8.00	8.49	1.78	0.21	0.26	1.08	1.98	5.30	86	48599
jun/82	6	3.47	3.17	30	13.60	7.90	4.0	3.32	10.34	10.81	4.10	0.38	0.61	1.37	1.98	3.12	86	21040
jun/84	6	3.91	3.61	30	1.60	7.00	4.0	3.76	10.34	10.40	4.45	0.43	0.75	1.49	1.75	3.56	115	25916
jul/87	7	5.15	4.85	31	7.40	6.80	4.5	5.00	10.00	10.25	4.47	0.44	0.77	1.51	1.51	4.80	186	41556
ago/84	8	3.35	3.02	31	5.00	8.50	5.2	3.19	11.00	11.17	3.94	0.35	0.55	1.31	1.63	2.99	77	19619
ago/87	8	4.84	4.47	31	0.00	7.90	5.2	4.66	12.33	12.33	5.62	0.46	0.84	1.56	1.52	4.46	208	36936
set/84	9	3.01	2.66	30	3.00	10.67	5.8	2.84	12.07	12.17	3.10	0.25	0.34	1.14	1.84	2.64	50	16110
set/86	9	6.67	6.38	30	0.00	9.10	5.8	6.53	10.00	10.00	2.27	0.23	0.29	1.10	1.57	6.33	146	64261
set/87	9	4.46	4.09	30	0.00	7.60	5.8	4.28	12.76	12.76	6.30	0.49	0.98	1.68	1.31	4.08	202	32083
out/82	10	1.65	1.16	31	7.20	10.21	6.0	1.41	16.33	16.57	7.89	0.48	0.91	1.62	1.70	1.21	37	4680
out/85	10	6.37	6.08	31	0.00	9.19	6.0	6.23	9.67	9.67	1.86	0.19	0.24	1.05	1.53	6.03	110	59512
out/86	10	6.37	6.06	31	0.00	8.83	6.0	6.22	10.33	10.33	2.83	0.27	0.38	1.17	1.47	6.02	168	59356
out/87	10	4.08	3.67	31	0.00	9.13	6.0	3.88	13.67	13.67	5.91	0.43	0.76	1.50	1.52	3.68	161	27251
nov/84	11	2.22	1.77	30	0.00	12.00	6.5	2.00	15.52	15.52	5.32	0.34	0.52	1.29	1.85	1.80	47	8784
nov/85	11	6.08	5.80	30	0.00	8.70	6.5	5.94	9.66	9.66	2.26	0.23	0.31	1.11	1.34	5.74	125	55126
nov/86	11	6.05	5.70	30	0.00	8.40	6.5	5.88	12.07	12.07	4.93	0.41	0.69	1.44	1.29	5.68	267	54143
nov/87	11	3.66	3.16	30	0.00	9.09	6.5	3.41	17.24	17.24	9.51	0.55	1.23	1.90	1.40	3.21	209	22007
dez/86	12	5.69	5.33	31	0.00	9.30	6.4	5.51	12.00	12.00	4.10	0.34	0.52	1.29	1.45	5.31	200	48744
MEDIA				MEDIA		8.57	5.61	4.41	11.51	11.69	4.40	0.36	0.61	1.37	1.55	4.21	138	35611
GERAIS				MEDIA 6/12		8.84	5.69	4.35	12.08	12.15	4.64	0.37	0.63	1.38	1.57	4.15	141	35125
				DESVIO		1.31	0.88	1.44	2.39	2.30	1.88	0.10	0.26	0.22	0.25	1.44	64	17515
				DESVIO 6/12		1.26	0.81	1.51	2.30	2.29	1.97	0.10	0.27	0.23	0.19	1.51	65	18426

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE MARMELEIRO VELHO (SUMÉ - PB)

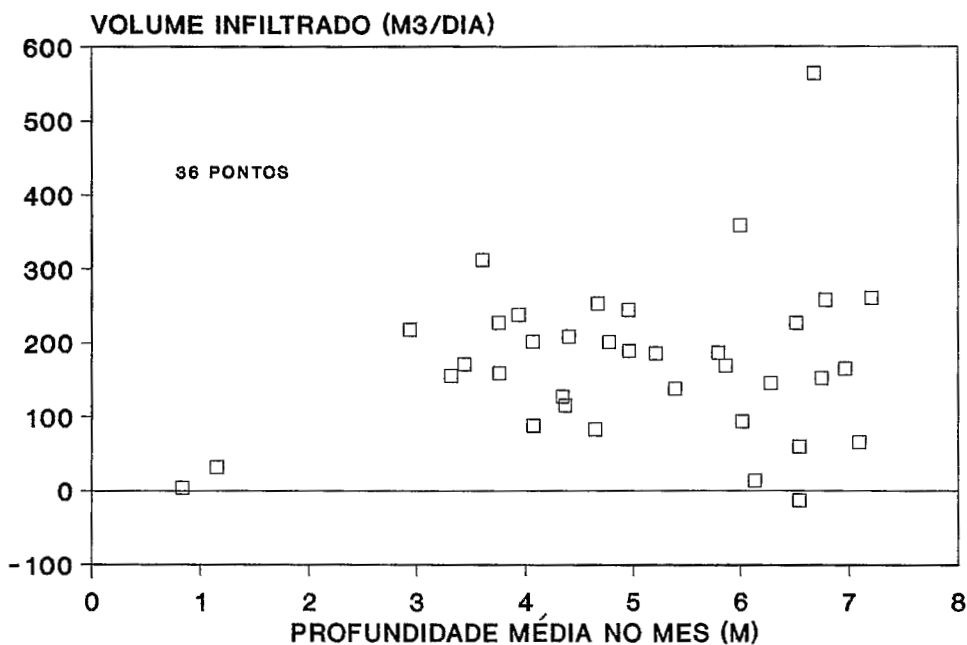


FIG.

RELAÇÃO INFILTRAÇÃO/PROFUNDIDADE AÇUDE SACADA (SUMÉ - PB)

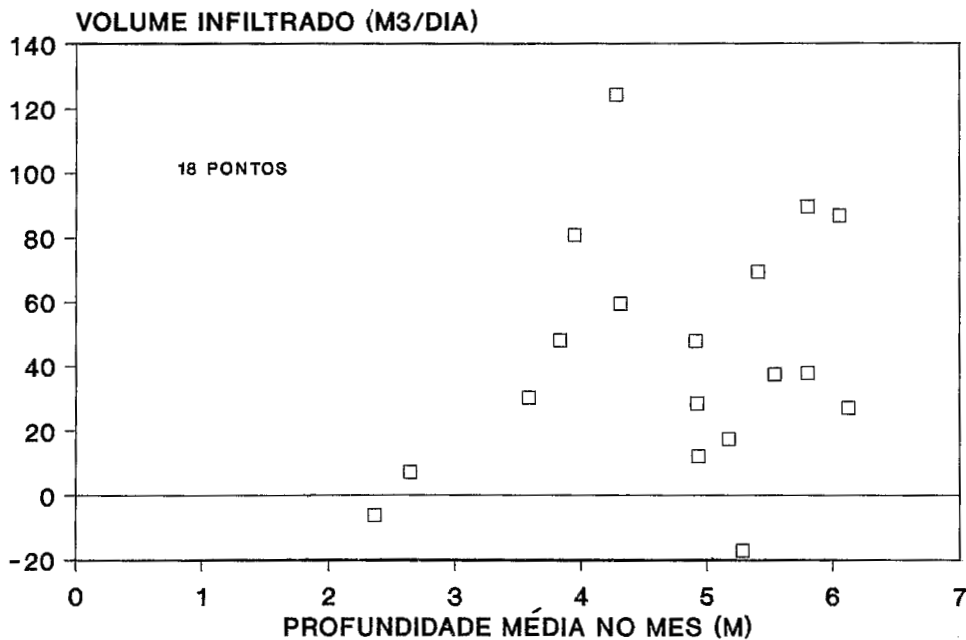


FIG.

RELAÇÃO DOS AÇUDES ESTUDADOS

FAZENDA ESCURA	PATOS	10.37	10.92	0.90	3.00	2.00	0.95
IRACEMA	POMBAL	10.42	10.50	0.90	2.50	2.00	0.99
PITOMBEIRA	POMBAL	10.43	10.50	0.90	2.00	1.00	0.99
CAJAZEIRA	SAO J. SERIDO	10.46	10.39	0.90	2.50	2.00	1.01
MELADO	SAO J. SERIDO	10.54	10.39	0.80	5.00	6.00	1.01
FAZENDA SERIDO	SAO J. SERIDO	10.57	10.39	0.90	4.00	2.50	1.02
CACHOEIRINHA	POMBAL	10.65	10.50	0.90	4.00	1.00	1.01
BUJARI	CATOLE DO ROCHA	10.67	10.50	0.90	3.00	2.00	1.02
PILOES	PATOS	10.74	10.92	0.90	1.50	1.00	0.98
CALDEIRAO	SERRA TALHADA	10.75	6.49	0.80	10.00	8.00	1.66
CACHOEIRINHA I	POMBAL	10.78	10.50	0.90	2.00	1.00	1.03
FAZENDA DIVISAO-PIL.	RIACHUELO	10.80	10.00	0.85	0.00	0.00	1.08
INVENCAO DE DEUS I	SOUZA	10.80	8.28	0.90	2.00	2.00	1.30
SERROTE VERMELHO	PATOS	10.81	10.92	0.90	1.00	0.30	0.99
CARNAUBA	CATOLE DO ROCHA	10.83	10.50	0.90	2.00	1.00	1.03
PIATO	CAICO	10.88	9.19	0.90	2.50	1.00	1.18
FAZ. RIACHO DO BODE	SERRA TALHADA	11.00	6.49	0.90	4.00	4.00	1.69
CAMPO VERDE (porta)	CAICO	11.20	9.19	0.90	2.50	3.00	1.22
BEIRA DE ESTRADA	SERRA TALHADA	11.25	6.49	0.90	2.00	1.00	1.73
FAZENDA VENEZA	SOUZA	11.28	8.28	0.90	3.00	2.00	1.36
SERROTA VERMELHA	PATOS/QUIXABA	11.30	10.92	0.90	1.50	1.00	1.03
LAJEDO ALTO	PATOS/SAMAMEDE	11.30	10.92	0.90	2.00	0.70	1.03
MONTE ALEGRE	POMBAL	11.46	10.50	0.90	2.00	1.50	1.09
CAPOEIRAS	POMBAL	11.52	10.50	0.90	2.50	1.00	1.10
TERRA NOVA-PILOTO	TERRA NOVA	11.57	11.00	0.85	0.00	0.00	1.05
RIACHO DO MEIO-BACIAS	SUME	11.67	11.06	0.85	0.00	0.00	1.06
PAU D'ARCO	CRUZETA	11.71	12.13	0.85	0.00	0.00	0.97
JUAZEIRO-BACIA	TAUA	11.94	9.27	0.90	2.00	0.40	1.29
SAO JOAQUIM	POMBAL	11.96	10.50	0.90	3.00	1.80	1.14
INFUEIRA	CATOLE DO ROCHA	12.08	10.50	0.90	3.00	3.00	1.15
FAZ. RIACHO MUCAJAI	SERRA TALHADA	12.15	6.49	0.90	2.50	1.00	1.87
RIACHO DA ROCA	CAICO	12.20	9.19	0.90	1.50	1.00	1.33
FAZENDA BRAZ	SURUBIM	12.33	7.00	0.90	5.00	0.50	1.76
MARMELEIRO NOVO	SUME	12.43	10.45	0.85	0.00	0.00	1.19
CACHOEIRA	CATOLE DO ROCHA	12.50	10.50	0.90	3.00	2.00	1.19
LOGRADOURO NOVO	JERICO	12.50	10.50	0.85	0.00	0.00	1.19
NOVA VIDA	POMBAL	12.50	10.50	0.90	2.00	0.70	1.19
SERROTE ou S. RITA	SOUZA	12.80	8.28	0.90	4.00	2.00	1.55
LOGRADOURO VELHO	JERICO	12.92	10.50	0.85	0.00	0.00	1.23
SAO MIGUEL	SAO J. DO EGITO	12.96	8.70	0.90	2.00	0.30	1.49
CAMPO ALEGRE	PATOS	12.96	10.92	0.90	4.00	2.00	1.19
MORADA NOVA	SOUZA	13.00	8.28	0.90	1.50	0.70	1.57
VELHO-BACIA	TAUA	13.07	8.70	0.90	1.90	1.50	1.50
VARZEA FORMOSA-BACIA	TAUA	13.10	9.61	0.85	0.00	0.00	1.36
PAU D'ARCO	CRUZETA	13.14	12.13	0.90	2.00	1.50	1.08
MORADA NOVA	SOUZA	13.20	8.28	0.90	2.50	3.00	1.59
LUZIMAR-BACIA	TAUA	13.23	8.55	0.90	1.50	0.30	1.55
ACUDINHO-BACIA	TAUA	13.27	10.21	0.90	2.80	1.00	1.30
PINHOS	POMBAL	13.33	10.50	0.90	2.00	1.40	1.27
VIRACAO	CAICO	13.57	9.19	0.90	2.50	0.70	1.48
NASCIMENTO-BACIA	TAUA	13.60	9.55	0.90	4.00	3.00	1.42
CHICO-BACIA	TAUA	13.72	9.91	0.90	3.10	1.70	1.38
MANOEL-PILOTO	CATOLE DO ROCHA	14.00	10.00	0.90	1.00	0.30	1.40
FAZENDA MORADA NOVA	CAICO	14.00	9.19	0.90	2.00	1.00	1.52
FAZENDA ESCURA	PATOS	14.07	10.92	0.90	2.50	0.80	1.29
QUIXABA	CAICO/S. FERN.	14.12	9.19	0.90	3.00	2.00	1.54
CANTINHO DE BOI	POMBAL	14.17	10.50	0.90	2.00	0.80	1.35
ZE RODRIGUES	POMBAL	14.17	10.50	0.90	4.00	2.00	1.35
CANTINHO DE BOI	POMBAL	14.58	10.50	0.90	3.00	1.00	1.39
SERROTE BRANCO	CAICO/S. FERN.	14.69	9.19	0.90	3.00	1.50	1.60
MONTE ALEGRE	POMBAL	14.80	10.50	0.90	3.00	0.70	1.41
CANTINHO DE BOI	POMBAL	16.04	10.50	0.90	2.00	0.70	1.53
BEIRA DE ESTRADA	SOUZA	16.20	8.28	0.90	2.00	0.50	1.96
QUIXABA	CAICO/S. FERN.	16.92	9.19	0.90	1.50	0.10	1.84

SITIO	MUNI	EVINF	MTANQUE	KA	PROFATUA	ESPATUA	LEVINF/EV	T
FAZENDA STO. ANTONIO	SURUBIM	5.33	7.00	0.90	5.00	2.00	0.76	
FAZENDA VITORIA	SURUBIM	5.86	7.00	0.90	4.00	0.50	0.84	
ZAMBA II	CARUARU	6.33	7.00	0.75	6.00	5.00	0.90	
VIDA MANGSA	SURUBIM	6.43	7.00	0.90	3.00	0.50	0.92	
ZAMBA I	CARUARU	6.66	7.00	0.90	6.00	2.00	0.95	
FAZENDA CAPIM	SURUBIM	6.90	7.00	0.80	13.00	6.50	0.99	
SERROTE REDONDO	SÃO J. DO EGITO	7.17	8.70	0.90	1.50	0.30	0.82	
FAZENDA GUARIBAS	SURUBIM	7.19	7.00	0.90	3.00	1.30	1.03	
BARRA	SERRA TALHADA	7.50	6.49	0.76	3.00	3.00	1.16	
FAZENDA SANTA ANA	SERRA TALHADA	8.05	6.49	0.90	2.50	3.00	1.24	
BEIRA DE ESTRADA	CAICO	8.21	9.19	0.80	4.00	6.00	0.89	
MARACAJA I	SÃO J. DO EGITO	8.29	8.70	0.90	2.50	0.40	0.95	
PELO SINAL	CAICO	8.32	9.19	0.90	1.50	0.50	0.91	
BEIRA DE ESTRADA	PATOS	8.33	10.92	0.80	3.00	5.00	0.76	
BEIRA DE ESTRADA	SERRA TALHADA	8.38	6.40	0.80	4.00	6.00	1.31	
JUA-BACIA	TAUA	8.49	9.83	0.85	0.00	0.00	0.86	
SERROTE VERMELHO	PATOS	8.52	10.92	0.90	1.00	0.30	0.78	
PIATO	CAICO	8.60	9.19	0.90	3.00	2.50	0.94	
POCO DE OITICICA	CAICO	8.62	9.19	0.90	3.00	3.00	0.94	
BARRA NOVA II	SÃO J. DO EGITO	8.72	8.70	0.90	2.00	0.50	1.00	
MOQUEM-BACIA	TAUA	8.80	10.80	0.85	0.00	0.00	0.81	
VACA MORTA	CATOLE DO ROCHA	8.90	10.50	0.90	2.00	1.00	0.85	
FAZENDA CAMPOS NOVOS	SÃO P. POTENGI	9.00	10.00	0.85	0.00	0.00	0.90	
FAZENDA CAJAZEIRAS	SOUZA	9.00	8.28	0.80	4.00	6.00	1.09	
BEIRA DE ESTRADA	SERRA TALHADA	9.00	6.49	0.90	3.20	1.50	1.39	
SERROTA	SÃO J. SERIDO	9.00	10.39	0.90	4.00	2.00	0.87	
FAZENDA BONANCA	SÃO P. POTENGI	9.03	8.00	0.85	0.00	0.00	1.13	
BARRA NOVA I	SÃO J. DO EGITO	9.06	8.70	0.90	3.00	0.70	1.04	
PAPAGAIO	SÃO J. DO EGITO	9.15	8.70	0.90	2.00	0.50	1.05	
FAZENDA VIRACAO	SANTA CRUZ CAP.	9.16	7.73	0.85	0.00	0.00	1.18	
BONITO-PILOTO	CAICO	9.18	10.00	0.90	2.70	1.30	0.92	
BARBOSA DE BAIXO	CAICO	9.20	9.19	0.90	3.00	2.00	1.00	
CAATINGA GRANDE	SÃO J. SERIDO	9.29	10.39	0.90	2.50	2.00	0.89	
FAZENDA RIACHO FUNDO	BARCELONA	9.33	10.00	0.85	0.00	0.00	0.93	
SERROTE BRANCO	CAICO/S. FERN.	9.35	9.19	0.90	4.00	2.00	1.02	
ROCHAÇO CAMPESTRE	SOUZA	9.40	8.28	0.90	2.00	0.50	1.14	
BR-412-BACIA	SUME	9.51	8.06	0.85	0.00	0.00	1.18	
BASTIAO-PILOTO	CAICO	9.60	10.00	0.90	3.50	1.00	0.96	
BEIRA DE ESTRADA	PATOS	9.63	10.92	0.90	3.00	2.50	0.88	
CAATINGA GRANDE	SÃO J. SERIDO	9.64	10.39	0.90	2.00	1.00	0.93	
CAJAZEIRA	SÃO J. SERIDO	9.71	10.39	0.90	5.00	2.00	0.93	
QUIXABA	CAICO/S. FERN.	9.81	9.19	0.90	3.00	1.50	1.07	
BEIRA DE ESTRADA	CAICO	9.82	9.19	0.90	3.00	1.00	1.07	
SERROTE	SÃO J. SERIDO	9.82	10.39	0.80	5.00	5.00	0.95	
MARMELEIRO VELHO	SUME	9.87	10.21	0.80	5.50	8.50	0.97	
SACO DO ANDRE-PILOTO	JERICO	9.90	8.87	0.90	2.20	0.80	1.12	
PAPAGAIO	SÃO J. DO EGITO	9.95	8.70	0.90	2.00	0.40	1.14	
FAZENDA PIA	PATOS	10.00	10.92	0.90	2.00	2.00	0.92	
CAMPO ALEGRE	PATOS	10.00	10.92	0.90	3.00	1.00	0.92	
FAZENDA TIU	SERRA TALHADA	10.00	6.49	0.90	2.00	0.50	1.54	
CAMPO VERDE (baixo)	CAICO	10.00	9.19	0.90	3.00	2.00	1.09	
FAZENDA ESCURA	PATOS	10.00	10.92	0.90	2.00	1.50	0.92	
RIACHO DO MEIO	CAICO	10.00	9.19	0.90	1.50	1.00	1.09	
FAZENDA POCOS	PATOS	10.00	10.92	0.90	1.50	1.00	0.92	
PIATO	CAICO	10.00	9.19	0.90	2.50	0.50	1.09	
BEIRA DE ESTRADA	PATOS	10.00	10.92	0.90	4.00	1.50	0.92	
LAJEDO ALTO	PATOS/SAMAMEDE	10.07	10.92	0.90	3.50	1.50	0.92	
SACADA-BACIA	SUME	10.11	9.71	0.90	4.80	4.00	1.04	
RIACHO JATOBA-BACIA	SUME	10.11	10.84	0.85	0.00	0.00	0.93	
GURGUEIA	SOUZA	10.20	8.28	0.90	4.00	3.00	1.23	
FAZENDA SERIDO	SÃO J. SERIDO	10.21	10.39	0.80	5.00	6.00	0.98	
FRAGOSO-BACIA	TAUA	10.31	10.57	0.85	0.00	0.00	0.98	
FAZENDA RAMADA	BARCELONA	10.32	10.00	0.85	0.00	0.00	1.03	
PEDRA BRANCA	CAICO	10.32	9.19	0.90	1.50	2.00	1.12	

DATA DA PRIMEIRA VISITA: ____/____/1988

NUMERO_____

DATA DA SEGUNDA VISITA: ____/____/1988

NOME DO SÍTIO_____

MUNICÍPIO:_____

NOME DO RIACHO BARRADO_____

NOME DO AÇUDE:_____

NOME DO PROPRIETÁRIO:_____

ANO DA CONSTRUÇÃO:_____

QUEM EXECUTOU A OBRA:_____

VOCE ACOMPANHOU A CONSTRUÇÃO?_____

EXECUÇÃO

TRATOR DE ESTEIRA/ TRATOR DE RODAS/ JUMENTO/ GOURO DE ARRASTE/ MÃO

FOI FEITO FUNDAÇÃO?_____ AO LONGO DE TODA PAREDE?_____

CHEGOU A ROCHA?_____ CHEGOU A AGUA?_____

PROFUNDIDADE DA FUNDAÇÃO:_____ FOI FEITO COM QUE MATERIAL?_____

A PAREDE FOI COMPACTADA?_____ COMO_____ MISTUROU-SE ÁGUA?_____

CARACTERÍSTICAS

PROF. ATUAL_____ PROF. MÁXIMA_____

ESPELHO ATUAL_____ha ESPELHO MÁXIMO_____

EXISTE REVÊNCA?_____ O ANO TODO?_____

QUAL É A SUPERFÍCIE DA ÁREA VERDE QUE APROVEITA-SE DAS INFILTRAÇÕES?_____

EXISTE ÁREA ENCHARGADA?_____ O ANO TODO?_____

SE VÊ ÁGUA CORRENDO?_____ O ANO TODO?_____

HÁ PERDAS AO NÍVEL DO SANGRADOURO?_____

COM RELAÇÃO AOS AÇUDES DA REDONDEZA, VOGÊ ACHA QUE:

- A revênca é: Pouca/Média/Muito elevada
- O nível baixa: Mais lentamente/Normalmente/Mais rapidamente

TEM UM ALUVIÃO NO BAIXIO DO AÇUDE?_____ QUE LARGURA_____

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, O.P. de & ARAÚJO, J.P. Relações entre a evapotrans-piração potencial da alfafa e grama com Tanques classe A sob diferentes exposições. Fortaleza, DNOCS - ABID, 1975. V.3. p. 92-5.
- AZEVEDO, Hamilton M. de. Elaboração de Projetos em pequena irrigação por aspersão. Recife, SUDENE/TSA, 1984.
- BARROS, L.C.G.; PORTO E.R.; SOUZA, O. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, VII. Anais do... Efeitos da cobertura de açudes na evaporação da água armazenada. Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (ABID), 1984. p.344 - 350.
- CADIER, E. & FREITAS, R.J. Bacia Representativa de Sumé. Primeira estimativa dos recursos de água. Campanhas 73/80. Recife, SUDENE-DRN, 1983. 180 p. il. (Brasil. SUDENE.Hidrologia, 14). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- CAMPELLO, Sylvio.; Modelisation de l'écoulement sur des petits cours d'eau du Nordeste. Paris, ORSTOM, 1979.
- CHAROY, J.; FOREST, F.; LEGOUPIL, J.C. ETP - Besoins en eau des cultures - Relations Eau-sol. Paris, IRAT, 1978.
- DOOREMBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop Water requirements. Rome, FAO, 1975. 179 p. il (24).
- GALINDO, Carlos Alberto P. M. Bacia Representativa de Tauá; campanha 78/79. Recife, 1980. 75 p. il. (Brasil. SUDENE.Hidrologia, 9). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- GIRARD, Georges; L'évaporation d'une nappe d'eau libre dans le bassin du Jaguaribe. Paris, ORSTOM, 1966.
- HARGREAVES, G.H.; Manual de requerimento de água para culturas irrigadas e agricultura seca. Utah, Utah State University, 1975. 41 p.
- LARAQUE, Alain; Estudo e previsão da qualidade da água dos açudes do Nordeste semi-árido Brasileiro. Recife, SUDENE/DPG/PRN/HME, 1989. 91 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 26). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- LEIMBOCK, A.; Evaporação dos espelhos de água na bacia do rio Acarau Recife, 1971. 57 p.

- LINS, Maria José A. Bacia Representativa de Tauá; campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 60 p. il. (Brasil. SUDENE.Hidrologia, 10). "Convênio SUDENE/ ORSTOM".
- Ministère de la Coopération - CTGREF; Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations. Paris, 1979.
- MOLLE, François - Nota Técnica 2. Geometria dos açudes, - Recife, 1987. (Publicação interna SUDENE/DPG/PRN/HME)
- MORTON, F.I. In: J. of Hydrology. Operation estimates of lake evaporation. Paris, 1983. 66:1-76, A83.
- NOUVELOT, Jean-François & PEREIRA, F.C. Preparação do projeto de implantação de uma bacia representativa. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 28 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 5) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- PASSERAT de S.A; SILVA, T.C.; ANDRADE, F.L.S.; ALENCAR, R.T.S.; GADELHA, C.L.M. & SILVA, E.C. Efeito do albedo e da resistência estomatal sobre a evaporação das plantas aquáticas. Lisboa, 1989, 17p. Trabalho apresentado no IV Simpósio Luso-brasileiro de hidráulica e recursos hídricos.
- POUYAUD, Bernard. In: hydrologie continentale .L'évaporation des nappes d'eau libre. L'exemple du Lac de Bam. Paris, ORSTOM, 1987. V. 2 - n^o 1.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha e MARINHO, Elizabeth.; Hidrologia das secas. Nordeste do Brasil. Recife, 1972. (Série Brasil. SUDENE.Hidrogeologia, 41).
- SANTIAGO, Maria Marlucia Freitas - Mecanismos de salinização em regiões semi-áridas. Estudo dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré no Ceará. São Paulo, USP, 1984. 175p.
- STOLF, R. Balanço de água e cloro no açude Quebra-Unha utilizando as variações naturais das concentrações de O_2 e Cl^- . Piracicaba, 1977. Tese de Mestrado, ESALQ.
- SUDENE/CISAGRO/COOPERAÇÃO FRANCESA/ORSTOM - Estudo da Pequena Açudagem na Região do Alto Pajéu/PE. Recife, SUDENE. 1988. 118p.
- SUDENE. Dados climatológicos Básicos do Nordeste. Recife, 1984.
- TROVATI, L.R. Estimativa da evaporação do Lago de Ilha Solteira através do modelo de relação complementar. Congresso Brasileiro de Recursos Hídricos, VII. Anais do... Salvador, ABRH, 1987. V. 2. p. 193 - 203.

VILLA NOVA, Nilson A. e alii.; Evapotranspiração e evaporação. Piracicaba, 1980. Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION; Measurement and Estimation of Evaporation and Evapotranspiration. Genova, 1966. 105 p. WMO, 201. TP.

Publicações da série: Brasil.SUDENE.Hidrologia*

- 1 - VIEIRA, Humberto José Pires. Bacia Representativa de Escada; campanha 1975. Recife, SUDENE-DRN, 1976. 70 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 1) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 2 - _____. Bacia Representativa de Escada; campanha 76. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 35 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 2) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 3 - PEREIRA, Francisco das Chagas. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 1976/1977. Recife, SUDENE-DRN, 1978. 31 p. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 3) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 4 - NOUVELOT, Jean-François, FERREIRA, P.A.S. Bacia Representativa do Riacho do Navio; primeira estimativa dos recursos de água. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 28 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 4) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 5 - _____, & PEREIRA, F.C. Preparação do projeto de implantação de uma bacia representativa. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 28 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 5) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 6 - _____, FERREIRA, P.A.S., CADIER, E. Bacia Representativa do Riacho do Navio; relatório final. Recife, SUDENE-DRN, 1979. 193 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 6) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 7 - MAIA, Breno Valter Batista. Bacia Representativa de Escada; campanha 1977. Recife, SUDENE-DRN, 1979. 62 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 7). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 8 - ZELAQUETT, Gisnaldo José. Bacia Representativa de Ibipeba; relatório de campanha 1977/1978 e complementação do relatório de instalação. Recife, SUDENE-DRN, 1980. 99 p. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 8). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 9 - GALINDO, Carlos Alberto P. M. Bacia Representativa de Tauá; campanha 78/79. Recife, 1980. 75 p. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 9). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 10 - LINS, Maria José A. Bacia Representativa de Tauá; campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 60 p. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 10). "Convênio SUDENE/ORSTOM".

* Estas publicações encontram-se à disposição dos usuários na Biblioteca da SUDENE.

- 11 - ZELAQUETT, Gisnaldo José. Bacia Representativa de açu; relatório de instalação e campanha 1978/79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 85 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 11) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 12 - LINS, Maria José A. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 78/79. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 59 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 12) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 13 - ASSUNÇÃO, Moisés S. de Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 59 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 13) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 14 - CADIER, E. & FREITAS, R.J. Bacia Representativa de Sumé. Primeira estimativa dos recursos de água. Campanha 73/80. Recife, SUDENE-DRN, 1983. 180 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 14) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 15 - LEPRUN, J.C.; ASSUNÇÃO, M.S.; CADIER, E. Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido. Características físico-climáticas. Recife, SUDENE-DRN, 1983. 70 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 15) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 16 - CADIER, E.; FREITAS, B.J.; LEPRUN, J.C. Bacia Experimental de Sumé. Instalação e primeiros resultados. Recife, SUDENE-DRN, 1983. 87 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 16) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 17 - ASSUNÇÃO, M.S. de Bacia Representativa de Ibipeba. Relatório de Campanha 1980/81. Recife, SUDENE-DRN, 1984. 71 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 17) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 18 - CARTEP, R.E.; DAVIDIAN, J. Relação cota-descarga em estações fluviométricas (Discharge Ratings at Gaging Stations). U.S. Geological Survey. Tradução de Sylvio Campello. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 19) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 19 - LINS, M.J.A. Bacia Representativa de Tauá. Relatório de Campanha 1980/82. Recife, SUDENE-DRN, 1984. 81 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 19) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 20 - DARLYMPLE, T. Análise de frequência de cheias (Flood - Frequency Analyses) - Tradução Gilberto Falcão. Supervisão Técnica; Sylvio Campello. Recife, SUDENE-DRN, 1984. 87 p. il. (Brasil.Hidrologia, 20).
- 21 - CADIER, E. Método de avaliação dos escoamentos nas pequenas bacias do Semi-árido. Recife, SUDENE-DRN, 1984. 75 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 21). "Convênio SUDENE/ORSTOM".

- 22 - ASSUNÇÃO, M.S. de; LEPRUN, J.C. & CADIER, E. Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido: Açú, Batateiras, Missão Velha e Quixabinha; características físico-climáticas. (Síntese dos resultados). Recife, SUDENE-DRN, 1984. 52 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 22). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 23 - PUNGS, J.P.; CADIER, E. Manual de Utilização dos Sistemas BAC e DHM. Banco de Dados Hidrometeorológicos da SUDENE. Recife, SUDENE-DRN, 1985. 139 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 23). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 24 - HERBAUD, J.J.M.; MAGALHÃES, F.X. de; E. CADIER & CAVALCANTE, N.M. da Bacia Hidrográfica Representativa de Juatama-CE. Relatório Final. Recife, SUDENE/DPG/PRN, 1989, 163p. (Brasil.SUDENE. Hidrologia, 24). "Convênio SUDENE/ORSTOM".

