

631.6(679.9)

MAG

EXT.R-43



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA
FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

TESE DE LICENCIATURA

**O problema de Drenagem dos solos na baixa "Arone
Mapanga" na Ilha de Inhaca**

22539



Autor: Maganha, Inocência Júnior da Graça

Maputo, Setembro de 2003



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA
FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

22539

TESE DE LICENCIATURA

**O problema de Drenagem dos solos na baixa “Arone
Mapanga” na Ilha de Inhaca**

Autor: Maganha, Inocêncio Júnior da Graça

Supervisores:

Prof. Doutor Roland Brouwer (Ph.D)

Prof. Doutor Rui Brito (Ph.D)

Maputo, Setembro de 2003

ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE ABREVIATURAS	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMA E JUSTIFICAÇÃO.....	1
1.2. OBJECTIVOS.....	1
1.2.1. Objectivo geral	1
1.3.2. Objectivos específicos	1
2.1. IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM NA AGRICULTURA.....	2
2.2. FACTORES QUE INFLUENCIAM A DRENAGEM	2
2.2.1. Precipitação e evapotranspiração.....	2
2.2.2. Topografia e hidrogeologia da área de estudo.....	3
2.2.3. Textura do solo.....	3
2.2.4. Infiltração no solo.....	4
2.2.5. Permeabilidade (condutividade hidráulica).....	5
2.2.6. Balanço hídrico da zona de estudo	7
2.2.7. Influência da profundidade do lençol freático na produção agrícola	9
2.2.8. espaçamento entre os canais de drenagem.....	10
2.3. INFLUÊNCIA DA DRENAGEM NA FERTILIDADE DOS SOLOS.....	11
2.4. INFLUÊNCIA DA INTRUSÃO SALINA NA DRENAGEM.....	15
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. DESCRIÇÃO GERAL DA REGIÃO.....	17
3.1.1. Área de Estudo e sistema actual de produção	17
3.1.2. Localização geográfica da Ilha.....	17
3.1.3. A População da Ilha e Actividade Económica	18
3.1.4. Geologia e geomorfologia.....	18
3.1.5. Clima.....	19
3.1.6. Vegetação e flora.....	20
3.2. DADOS RECOLHIDOS.....	21
3.2.1. Dados secundários	21
3.2.2. Dados do terreno.....	21
3.2.3. Determinações laboratoriais.....	21
3.3. CONCEITUAÇÃO DOS MÉTODOS	21
3.3.1. Cálculo da área	22
3.3.2. Nivelamento geométrico	22
3.3.3. Determinação da norma de drenagem.....	22
3.3.3. Determinação da infiltração	23
3.3.4. Determinação da permeabilidade (condutividade hidráulica).....	23
3.3.5. Cálculo do espaçamento entre os canais de drenagem	23
3.3.6. Determinações laboratoriais	24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. SUPÉRFÍCIE DA ÁREA DE ESTUDO	25
4.2. NIVELAMENTO GEOMÉTRICO	25
4.3. NORMA DE DRENAGEM DA ÁREA.....	25
4.4. ESPAÇAMENTO ENTRE OS CANAIS DE DRENAGEM	27
4.5. INFILTRAÇÃO.....	27
4.6. PERMEABILIDADE.....	28
4.8. APTIDÃO DOS SOLOS	29
5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	32
6. BIBLIOGRAFIA	34

LISTA DE TABELAS

Tabela nº 1 a. Aptidão de solos – CTC e Bases Trocáveis	14
Tabela nº 1b. Aptidão de solos – outros elementos.....	15
Tabela 2. Quantidade de água no solo versus profundidade do lençol freático.....	26
Tabela 3. Profundidade do lençol freático Vs descarga projectada (mm/dia) para Tr = 5 anos.....	26
Tabela 4. Espaçamento entre os canais de drenagem	27
Tabela 5. Infiltração básica.....	28
Tabela 6. Resumo dos resultados de Permeabilidade método de Hooghoudt	28
Tabela 7. Resultados das análises das amostras de solos e de água freática	31

LISTA DE FIGURAS

Figura.1. Permeabilidade – método de Hooghoudt 6

Figura 2. Intrusão salina..... 16

Figura. 3. Balanço hídrico da Ilha de Inhaca..... 20

DEDICATÓRIA

- *Dedico esta obra em especial aos meus pais Domingos Isaac Maganha e Emilda Chico que sempre lutaram e torceram para que um dia este sonho se realizasse.*
- *Aos meus filhos Jefferson Maganha e Inocêncio Maganha Júnior.*
- *Aos meus irmãos Benjamim Maganha, Miguel Maganha, Zeca Maganha, Rosa Maganha, Messias Maganha, Eurico Maganha e Charifa Maganha*

AGRADECIMENTOS

- *Ao Professor Doutor Roland Brouwer , meu supervisor e mentor da ideia para realização deste trabalho, pelo apoio material, financeiro e fornecimento de Bibliografia, carinho, zelo e por toda atenção dada na supervisão deste trabalho, vai o meu sincero agradecimento.*
- *Ao Professor Doutor Rui de Brito, pelo apoio e disponibilidade na supervisão técnica desta pesquisa e por toda atenção dispensada, quero endereçar profundamente os meus agradecimentos.*
- *Ao Engenheiro Luis Artur, Msc, o meu obrigado pelo carinho e assistência orçamental para que esta pesquisa se tornasse exequível.*
- *Ao senhor Administrador da Ilha de Inhaca, sr. Zandamela pelo afecto e apoio moral a população da Inhaca que quiz ver este trabalho realizado para buscar soluções viáveis para mitigação da inundação na baixa, aquele apreço e sincero obrigado.*
- *Aos meus amigos pessoais e técnicos em exercício na FAEF, Machel, Orlando e Machava, que me ajudaram bastante na produção técnica desta pesquisa, vão os meus sinceros agradecimentos.*
- *Aos Engenheiros Alves Florêncio, Avêncio Matenga, Avertino Tenesse, vocês foram sempre os meus companheiros na concretização deste trabalho a todos os níveis. O meu apreço sincero.*
- *Por último, mas não menos importante, a todos que directa ou indirectamente contribuíram para que este trabalho se concretizasse, os meus agradecimentos.*

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP – Adenosina Trifosfato

BT – Bases Trocáveis

Ca – Cálcio

CE – Condutividade eléctrica do solo

CEe – Condutividade Elétrica do solo no extracto saturado

CTC – Capacidade de Troca Catiónica

ETP – Evapotranspiração potencial

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

GPS – Global Points Situation

IGM – Instituto Geológico e Mineiro

INE – Instituto Nacional de Estatística

K – Potássio

M. O – Matéria Orgânica

MOZ – Moçambique

Mg – Magnésio

N – Nitrogénio

Na – Sódio

P – Fósforo

ILRI – International Institute for Land Reclamation and Improvement

INIA – Instituto Nacional de Investigação Agronómica

RESUMO

Na agricultura a água é intrínseca nos processos fisiológicos das culturas que culminam na produção de matéria seca. Todavia a água pode ser um agente igualmente "perigoso" quando em excesso. Por exemplo, erosão fluvial, inundações das culturas até mesmo das zonas habitacionais, acarretando a construção de infra-estruturas de protecção, tais como, diques, valas de drenos, canais preferenciais para evitar desastres.

Na Ilha de Inhaca existe uma baixa conhecida por "Arone Mapanga" que tem estado quase todo ano com o nível do lençol freático elevado e algumas parcelas inundadas. Esta baixa é tida como potencial para a prática de agricultura se for implantado um sistema de drenagem. Ao se referir de drenagem quer se aqui dizer o controle do nível do lençol freático e do escoamento de água.

O presente estudo tinha em vista encontrar medidas de manejo para mitigar a problemática de drenagem na baixa, tendo consistido na determinação da norma de drenagem e propriedades hidráulicas dos solos. Para não se investirem "rios de dinheiro" num campo com fraco potencial agrícola fez-se também a determinação da aptidão de solos.

A norma de drenagem da área de estudo, mostra que o problema de drenagem é crítico no mês de Fevereiro, mas as características hidráulicas do solo sugerem que o solo está em condições de evacuar toda a água. Analisada a infiltração, textura e a permeabilidade dos solos, o estudo revela que o problema de drenagem não se prende com as características do solo, mas pode ser devido a sua situação geomorfológica. Dada a sua aproximação à costa e o seu relevo com a configuração duma bacia hidrográfica, há uma tendência das águas se escoarem no sentido à baixa. Aliado a esta situação, os solos são arenosos e bastante permeáveis permitindo assim que a água doce se escoar para o mar, a água salgada, mais densa, tende a penetrar no aquífero, formando uma cunha sob a água doce (bolsa de água dentro da ilha).

Os resultados de aptidão de solos mostram que o solo não justifica um grande investimento tecnológico devido ao seu baixo potencial agrícola.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema e Justificação

Na agricultura a água é intrínseca nos processos fisiológicos das culturas que culminam na produção de matéria seca. Todavia a água pode ser um agente igualmente "perigoso" quando em excesso. Por exemplo, erosão fluvial, inundações das culturas, acarretando a construção de infra-estruturas de protecção, tais como, diques, valas de drenos, canais preferenciais para mitigar a perda de culturas. Na Ilha de Inhaca, localizada na costa Moçambicana na província de Maputo, existe uma baixa, conhecida por "Arone Mapanga". Esta baixa tem estado quase todo o ano com o nível do lençol freático elevado dificultando a prática de agricultura. O seu aproveitamento actual para fins agrícolas tem sido através do levantamento de terras. A baixa é vista pela população local como um potencial para prática de agricultura, exprimindo-se assim o desejo de ver esta situação melhorada.

1.2. OBJECTIVOS

1.2.1. Objectivo geral

Pretende-se com este estudo identificar as causas da elevação do nível do lençol freático e propor medidas de manejo para mitigar a problemática de drenagem na baixa "Arone Mapanga" na Ilha de Inhaca.

1.3.2. Objectivos específicos

- Determinar a norma de drenagem da área de estudo.
- Avaliar a aptidão de solos para exploração agrícola.

2. GENERALIDADES SOBRE A DRENAGEM

Segundo a "Constitution of the International Commission on Irrigation and Drainage" – ICID (1979), citada pela FAO (1996), drenagem de terras agrícolas é a remoção do excesso de água na superfície do solo e subsolo para permitir o crescimento da cultura, incluindo a remoção dos sais dissolvidos no solo.

2.1. Importância da drenagem na agricultura

A instalação de um sistema de drenagem num campo agrícola, tem múltipla vantagem, tais como:

- melhora a aeração do solo, aumentando assim a produtividade das culturas através do aumento da profundidade radicular e redução da restrição da cultura a praticar;
 - permite um bom uso de fertilizantes;
 - solos bem drenados permitem melhor acesso a terra e facilitam o trabalho com o solo;
 - aumenta a capacidade de armazenamento hídrico do solo;
 - estende o tempo em que se pode fazer a sacha;
- aumento da actividade microbiológica contribuindo para o aumento da permeabilidade;
- controlo de salinidade (Millar, 1978).

2.2. Factores que influenciam a drenagem

2.2.1. Precipitação e evapotranspiração

Nas condições de sequeiro, a precipitação é a principal fonte de água para as culturas. A sua distribuição no decurso do ano é muito desigual, alternando-se a estação seca da chuvosa. Para a análise da influência da precipitação sobre as culturas, geralmente se compara a precipitação mensal ao longo do ano à metade da evapotranspiração potencial mensal (ETP/2) que é o nível considerado como requisito mínimo para as culturas se desenvolverem (FAO, 1996).

Apesar da precipitação ser tão importante para as culturas, o seu tratamento deve ser em simultâneo com a evapotranspiração potencial da zona. Na drenagem de terras agrícolas analisa-se a ETP de modo a se ter uma informação sobre défices hídricos ou então excessos, de modo a se intervir com rega ou então drenagem respectivamente.

2.2.2. Topografia e hidrogeologia da área de estudo

Na natureza existem vários tipos de problemas de drenagem, sendo identificação das causas e da natureza do problema melhor para o prosseguimento de medidas que visem colmatar a situação. Os problemas de drenagem podem estar relacionados com a topografia e os processos geológicos de formação dos solos, que vão ditar a configuração do terreno e presença ou não de camadas impermeáveis e a profundidade dos solos (Ritzema et al, 1994).

2.2.3. Textura do solo

Segundo Berg (1995), a textura do solo é a proporção relativa em que diferentes lotes granulométricos (areia grossa, fina, limo e argila) se encontram na terra fina (fracção menor que 2mm).

A textura do solo é uma das características do solo que pode indicar as propriedades físicas do solo, como a estrutura, consistência, retenção e movimento de água no solo e até mesmo propriedades químicas. Assim pode-se usar para inferir algumas propriedades, tais como:

- capacidade de troca catiónica aumenta com o teor de argila;
- a sensibilidade a erosão hídrica do solo aumenta com o teor de limo e areia muito fina;
- a capacidade de retenção de água é menor em solos arenosos do que em solos argilosos;
- a velocidade de ascensão capilar é maior em solos arenosos, mas a influência da capilaridade chega até níveis mais elevados em solos argilosos.

2.2.4. Infiltração no solo

A infiltração da camada superficial do solo é de grande importância para o processo de escoamento e de abastecimento do reservatório de água do solo. A capacidade de infiltração é o resultado de vários factores variando no tempo e no espaço. Os vários factores que afectam são: tipo de solo, permeabilidade do solo, humidade do solo, cobertura vegetal, estrutura e compactação do solo (Ritzema *et al.*, 1994). Este parâmetro é determinado pelo método de dois anéis. Os anéis são colocados à uma profundidade determinada para evitar que haja escoamento lateral. O anel de maior diâmetro serve para evitar efeitos de bordadura dando condições para que dentro do anel menor haja um fluxo só vertical. São assim registados os níveis de abaixamento de água relativamente o tempo dentro do anel interno. Segundo Meijer (1995) a infiltração obtida é cumulativa em função do tempo, podendo se exprimir por:

$$I_{cum} = Kt^n \quad (1.0)$$

Onde:

K é uma constante que depende do tipo de solo.

n é uma constante positiva e menor que uma unidade.

I_{cum} é a infiltração acumulada [cm]

t é o tempo [min].

Ao se derivar a infiltração acumulativa em função do tempo obtém-se a infiltração instantânea:

$$I_{inst} = Kn t^{(n-1)} \quad (1.1)$$

Onde:

I_{inst} é em cm/min e K , n e t são os parâmetros acima descritos.

Em estudos hidrólogos geralmente se usa a quantidade física que se obtém a partir da taxa de infiltração básica do solo. Parte-se do princípio que esta é atingida quando a mudança da taxa de infiltração instantânea durante o período de uma hora for inferior a 10%, como mostra a fórmula:

$$I_{bas} = K. n. [600. (1-n)]^{(n-1)} \quad (1.3)$$

O I_{bas} em cm/min e os restantes parâmetros já foram descritos nas relações anteriores.

2.2.5. Permeabilidade (condutividade hidráulica)

Um dos indicadores indispensáveis para a percepção dos problemas de drenagem é a permeabilidade dos solos.

Segundo Klute (1986), a condutibilidade hidráulica de um solo é a habilidade do solo transmitir água. O movimento da água quer em solo saturado como em não saturado depende da condutividade hidráulica do solo. Vários métodos têm sido usados para determinar a condutividade hidráulica em solos saturados no campo, desde métodos aplicáveis a áreas com lençóis freáticos mais próximos da superfície como para os de maior profundidade. Contudo todos os métodos baseiam-se na equação de Darcy, após a medição do fluxo da água no solo e o gradiente hidráulico.

O método mais aplicado para a medição da condutividade hidráulica tem sido o de "Auger - hole" (conhecido por método de Hooghoudt) por ser mais prático e barato. Vide os outros métodos em Smith et al. (1991), Poiree et al. (1986), Klute (1985), Jeffery (1919).

O princípio deste método é que a velocidade de subida de água num furo (após o rebaixamento brusco) é a função de permeabilidade do solo a volta do buraco. Supõe-se que o nível freático continua no nível original mesmo após a retirada da água.

Na determinação da condutividade hidráulica através do método de Hooghoudt são feitos furos cilíndrico abaixo do lençol freático. A posição da água é encontrada através do abaixamento da água no furo e o controlo da sua posterior subida até o nível de equilíbrio, fig. 1.

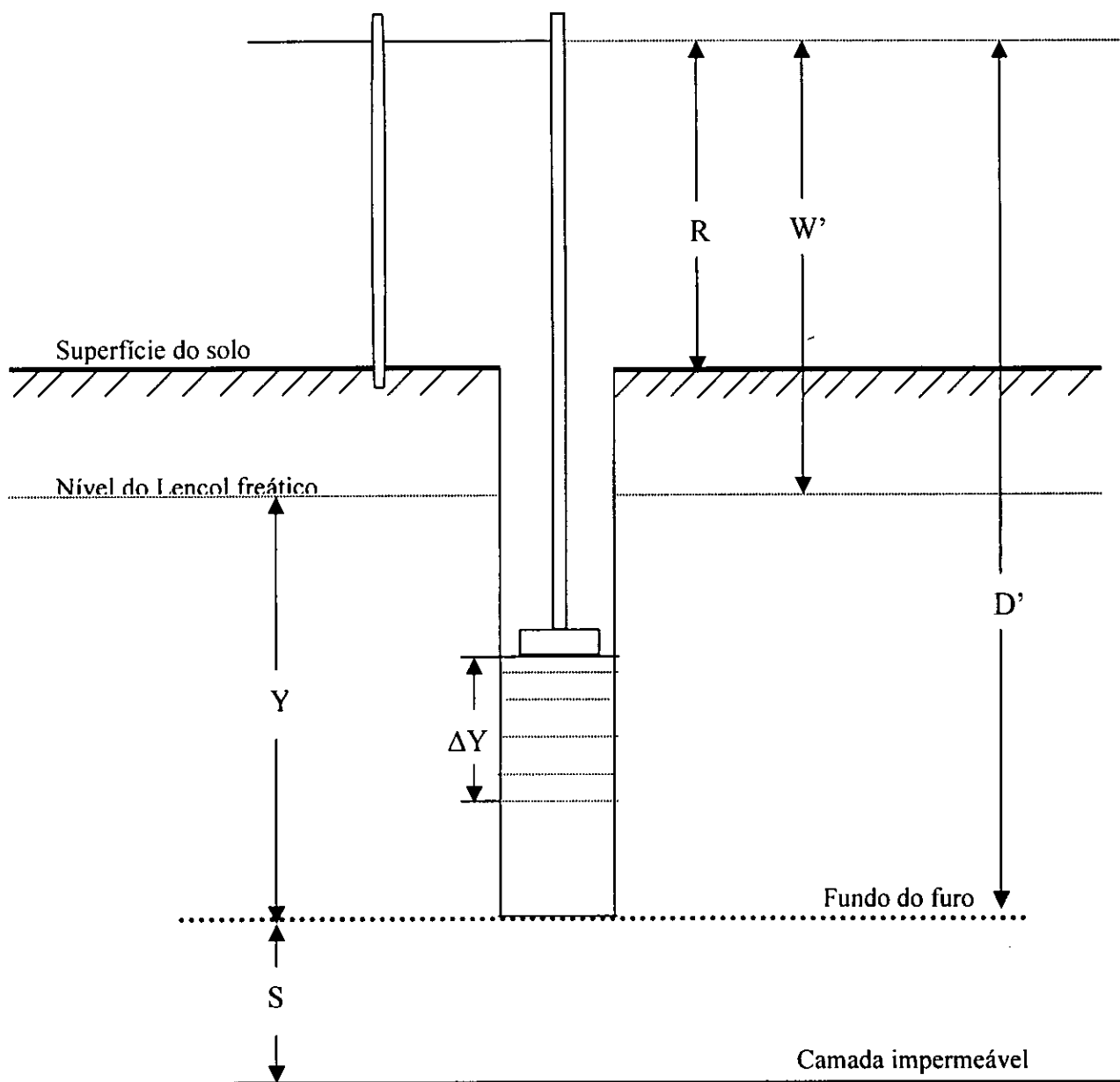


Figura.1. Permeabilidade – método de Hooghoudt (Buraco directo).

A condutividade é calculada usando a formula:

$$K = c \frac{dY}{dt} \quad (2.0)$$

Onde:

y é o nível de água abaixo do nível freático no tempo t ;

O c é o factor que depende do raio r do furo, da profundidade s da camada impermeável ou da infinitamente permeável abaixo da base do furo (fundo) e da profundidade de y , todas as medidas relativas a profundidade H de água no furo quando em equilíbrio com o lençol freático, todavia pode-se escrever:

$$c = \frac{4000}{\left(\frac{H}{r} + 20\right) \left(2 - \frac{Y}{H}\right)} \text{ Camada impermeável mais profunda (S>0)} \quad (2.1)$$

Os restantes parâmetros já foram anteriormente descritos.

2.2.6. Balanço hídrico

O balanço hídrico é um instrumento forte para determinar o volume de água a drenar (norma de drenagem) ou então a suplementar para a rega.

Para dimensionar uma obra de drenagem entre muitos outros campos da engenharia agrícola não só é importante conhecer a quantidade de água que se espera num certo prazo e local com uma certa frequência, mas também as relações entre a duração, intensidade e frequência.

Em casos em que o problema de drenagem maioritariamente é originado através da contribuição do lençol freático, o seu controle requer a definição de uma norma de drenagem, ou seja, o excesso de água que deve ser drenada na área. A norma de drenagem vai permitir o "layout" dos drenos. A norma de drenagem respeita a dois critérios segundo Munguambe, (1998):

- devido ao excesso de água da precipitação e;
- devido a contribuição do fluxo subterrâneo.

As necessidades de profundidade do lençol freático e da capacidade de descarga, em conjunto são denominadas normas de drenagem, sendo formuladas de acordo com os dois tipos de fluxos prevalentes.

- Fluxo permanente: a capacidade de descarga dos drenos é igual a recarga. Assim as normas de drenagem passam a ser seguintes: " com uma recarga de R (mm/dia), o lençol freático deve manter-se estabilizado a uma profundidade de A metros abaixo da superfície do solo.

- Fluxo variável: a capacidade de descarga não é igual a recarga. A norma de drenagem baseia-se em um lençol ter de baixar em um tempo t (dias) de Z_1 a Z_2 (metros) a baixo da superfície do solo, supondo que não choverá durante este período.

Pelo facto de não se ter um mapa bem detalhado descrevendo a característica hidrogeológica da área de estudo, a norma de drenagem baseia-se na frequência de valores extremos de precipitação de acordo os modelos de GUMBEL (ILRI Publication 16, 1994).

Faz-se a selecção dos meses mais críticos (mais chuvosos) que serviram para determinação da norma de drenagem.

Segundo Gumbel, a probabilidade teórica que nas próximas n séries, a quantidade x não ultrapasse um certo valor x_k , será:

$$Fn(x \leq x_k) = e^{-e^{-a(x-u)}} = e^{-e^{-y}} \quad (3.0)$$

Onde: y – variável reduzida = $a(x_k - u)$

$a = \pi/\sigma\sqrt{6}$ = desvio teórico da distribuição de Gumbel

$u = a$ moda de distribuição, $u = \mu - c/a$

μ = média da população

c = constante de Euler = 0.57722

σ = desvio padrão da população.

vide Millar (1985), Lencastre et al. (1984).

No papel gráfico de Gumbel os dados ajustam-se a uma linha recta.

A norma de drenagem não pode ser tratada separadamente da profundidade do lençol freático, dado que para indicar a quantidade de água a drenar é preciso saber até que nível se deve manter o lençol freático e a capacidade hídrica de armazenamento do solo de modo a não prejudicar as culturas. A capacidade de armazenamento de água no solo depende da capacidade de infiltração do solo e, conseqüentemente o seu escoamento superficial. Os vários factores que afectam a capacidade hídrica de armazenamento são cobertura vegetal, permeabilidade, estrutura e compactação do solo.

2.2.7. Influência da profundidade do lençol freático na produção agrícola

O nível elevado do lençol freático, sobretudo no tempo chuvoso, pode ser consequência do balanço hídrico da região. A redução do rendimento depende da elevação do lençol freático e da fase em que se encontra a cultura e da sua sensibilidade.

A prática da drenagem tem sido aplicada para redução da grandeza de flutuação do lençol freático como também para limitar tal flutuação à uma certa profundidade previamente estabelecida (profundidade de água nos canais), criando-se assim condições óptimas de aeração e água para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas e conseqüentemente, o aumento do rendimento (Munguambe, 1998).

Segundo vários estudos feitos por diferentes investigadores, o efeito de diferentes níveis de lençol freático no rendimento relativo das culturas, pode se constatar que quando o nível de drenagem for baixando (drenos mais profundos), os rendimentos relativos vão aumentando até um máximo. A profundidade depende da cultura, condições de solo e do clima da região (Millar, 1978).

Na agricultura com excepção do arroz alagado, as culturas não suportam a saturação com água na sua zona radicular, sendo necessário o seu controle através da implantação de sistemas de drenagem. A densidade dos canais de drenagem depende das características do solo, como a permeabilidade, infiltração, intensidade e frequência das chuvas e das culturas a serem produzidas. Quanto maior for a quantidade de chuva e menor for a permeabilidade do solo, maior será o tempo de alagamento e ascensão do lençol freático. Por outro lado quanto maior for a drenagem (máximo permitido) menor será a ascensão capilar do lençol freático e o tempo de alagamento, podendo assim

aumentar o rendimento das culturas. Todavia a instalação de canais de drenos acarreta custos elevados (Munguambe,1998).

2.2.8. espaçamento entre os canais de drenagem

Após a análise de vários aspectos relacionados com os problemas de drenagem num solo, se a conclusão for estabelecer um sistema de drenos, os factores mais importantes a considerar são o espaçamento e a profundidade entre os drenos.

Segundo Millar (1978), a profundidade e o espaçamento de drenos varia muito com a cultura, natureza da drenagem superficial, condutividade hidráulica e práticas de manejo do solo.

As fórmulas para determinar o espaçamento entre os drenos são derivadas a partir do fluxo das águas subterrâneas. Alguma informação inerente deve ser considerada, como:

- Características hídricas do solo.
- Necessidades da profundidade do lençol freático
- Necessidade da capacidade de descarga

Por ser prático e menos dispendioso aplica-se o método de HOOGHOUTD, onde se assumem as seguintes suposições:

- o fluxo é permanente, isto é, a profundidade do lençol freático se mantém constante no tempo e a descarga é igual a recarga;
- o solo é homogéneo até a camada impermeável e;
- a recarga é distribuída homogeneamente.

Equação de Hooghoudt

$$q = \frac{[8.K_2.d.h + 4.K_1.h^2]}{L^2} \quad (4.1)$$

Onde:

L é o espaçamento entre os drenos[m];

K_1 é a condutividade hidráulica do solo acima do nível dos drenos[m/dia];

K_2 é condutividade hidráulica do solo abaixo do nível dos drenos[m/dia];

h é a altura do lençol freático acima do nível dos drenos[m];

q a norma de drenagem da zona [m/dia].

d a espessura da camada equivalente de Hooghoudt [m] é função de L , D e do raio hidráulico (r_0).

A aplicação da fórmula de Hooghoudt pode ser para espaçamento de drenos caso se conheçam q , h , K , D e r_0 . Onde: r_0 é o raio do tubo de drenagem; no caso de drenos abertos é o raio hidráulico. O D é a profundidade do solo à camada impermeável.

O d pode ser calculado usando a seguinte fórmula analítica, para além de usar-se nomogramas:

$$d = \frac{L}{\frac{(L - D\sqrt{2})^2}{L * D} + \frac{8}{\pi} * \ln \frac{D}{r\sqrt{2}}} \quad (4.2)$$

Condições de uso da formula de Hooghoudt

- $K_1 = K_2$ (solo homogéneo)

- Em caso de solos estratificados (K_1 diferente de K_2), os drenos devem estar situados na interface (zona de separação) dos dois horizontes.

- O uso adequado da formula é quando $D < 1/4L$.

2.3. Influência da drenagem na fertilidade dos solos

Os problemas da drenagem não só se resumem nas características hidráulicas do solo como também afectam a fertilidade dos solos. Durante a época seca as plantas retiram a água proveniente da ascensão capilar do lençol freático devido a absorção pelas raízes e da corrente de evapotranspiração, podendo assim criar uma deposição de sais que se dissolverão na água da superfície do solo. O rendimento das culturas poderá ser afectado se os solos se tornarem salinos. Solos salinos são solos com uma condutividade eléctrica do extracto da pasta saturada maior ou igual a 4 dS/m em algum horizonte ou camada entre a superfície do solo e uma profundidade de 125 cm segundo a classificação da FAO – UNESCO.

Segundo Berg (1995). solos salinos no campo normalmente apresentam as seguintes características:

- crosta com concentrações de sais cristalinos;
- cristais agrupados ou dispersos em profundidades específicas;
- fenómenos de fluorescência;
- superfície oleosa e húmida (higroscopia).

A salinidade do solo geralmente é medida através da condutividade eléctrica do solo num extracto de 1:2.5 (solo e água) e condutividade eléctrica do solo no extracto saturado (CEe) é obtida pela multiplicação da CE (1:2.5) pelo factor 5, pressupondo-se que os sais presentes são solúveis e permanecem em solução, não havendo formação de precipitados. Segundo a classificação da FAO-UNESCO, um solo é salino caso a CEe seja maior ou igual a 4 dS/m. Segundo ainda a mesma fonte, será sódico se a percentagem de sódio trocável (PST), for maior que 15%.

Para além da salinidade outros indicadores devem ser analisados como é o caso da capacidade de troca catiónica (CTC), bases trocáveis (BT), matéria orgânica (M.O), Nitrogénio (N) e Fósforo (P).

Segundo Berg (1995), capacidade de troca catiónica (CTC), representa os catiões adsorvidos que podem ser trocados por outros catiões em quantidade equivalente na solução do solo. Baixa CTC ou o contrário vai afectar o processo de troca de catiões na solução do solo podendo influenciar no rendimento da cultura. Geralmente quando se determina a CTC em laboratório, faz-se também a determinação das bases trocáveis. As bases trocáveis são constituídas pelos catiões de Ca, Mg, K e Na, cujas funções na planta são:

Cálcio é adsorvido no solo como Ca^{2+} , além de fazer parte da lamela média (como pectato ou sal de ácido poligalacturônico) e de activar diversas enzimas, desempenha papéis importantes como regulação da permeabilidade da membrana citoplasmática, neutralização de ácidos tóxicos, desenvolvimento e funcionamento de raízes e funções reprodutivas (germinação do órgão do pólen e desenvolvimento do tubo polínico).

Magnésio é absorvido do solo como Mg^{2+} e é essencial para a absorção do fósforo. Para além de fazer parte da clorofila, ele é activador de numerosas enzimas.

Potássio é um elemento importante nas fases de metabolismo como, reacções de fosforilação, síntese de carboidratos, respiração, síntese de proteínas. O excesso de Potássio inibe a absorção do Magnésio.

Sódio em percentagem elevada (sódio trocável >15%), pode causar problemas graves às culturas, tais como competição no processo de absorção de outros catiões pela planta, resultando em deficiências relativas ou absolutas. Pode ainda causar compactação na estrutura do solo através da expansão e dispersão do material argiloso depois da chuva ou da aplicação da água de rega de boa qualidade. Esta estrutura compacta causa uma má permeabilidade podendo causar saturação da parte do solo com água acima da camada sódica durante períodos chuvosos resultando na deficiência de trocas gasosas no solo e com a própria atmosfera.

Outros elementos também importantes na avaliação da aptidão de solos são:

Nitrogénio é um elemento importante no desenvolvimento vegetativo das culturas. Ele é absorvido na forma de nitrato (NO_3^-).

A matéria orgânica consiste de resíduos vegetais e animais, que ocorrem em vários estágios de decomposição. Ela distingue-se em húmus e material não decomposto. Húmus é uma fase em que o material está decomposto e misturado com partículas de mineral, de tal maneira que não se possa reconhecer o material original. O húmus é relativamente estável e tem bastante importância na reserva de nutrientes na forma adsorvida. O material não decomposto protege o solo contra a erosão eólica e hídrica, radiação terrestre e irradiação solar reduzindo flutuações extremas de temperatura e humidade. A mineralização da matéria orgânica é acompanhada de libertação gradual de nutrientes incorporados, principalmente N e P, mas também K e Mg.

Geralmente a matéria orgânica no solo exerce uma grande influência sobre as propriedades físicas, químicas e de manejo do solo. A drenagem de certos solos, como por exemplo, os solos orgânicos tende a decrescer devido a subsidência (Ochs, 1995).

Os níveis das componentes da aptidão de solos podem ser avaliados mediante a tabela usada pelo Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA) de Moçambique, referenciadas pelos n^{os} 1 a e 1b.

Tabela n^o 1 a. Aptidão de solos – CTC e Bases Trocáveis

	Bases		Trocáveis			
Classificação	CTC meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	Saturo por bases (%)
Muito baixo	0 – 6	0 – 2	0 – 0.5	0 – 0.1	0 – 0.1	0 – 20
Baixo	6 – 12	2 – 5	0.5 – 1.5	0.1 – 0.2	0.1 – 0.3	20 – 40
Médio	12 – 25	5 – 10	1.5 – 4.0	0.2 – 0.7	0.3 – 0.7	40 – 60
Alto	25 – 40	10 – 20	4 – 8	0.7 – 1.2	0.7 – 2.0	60 – 80
Muito alto	> 40	> 20	> 8	> 1.2	> 2.0	> 80

Fonte: DHV consulting engineers (1985).

Tabela nº 1b. Aptidão de solos – outros elementos

Classificação	CÉe (dS/m)	M.O. (%)	Nitrogénio (%)	P (ppm)
Muito baixo	0 – 2	0 - 0.5	0 – 0.05	
Baixo	2 – 4	0.5 – 1.0	0.05 – 0.10	0 – 5
Médio	4 – 8	1.0 – 2.5	0.10 – 0.15	5 – 15
Alto	8 – 16	2.5 – 4.5	0.15 – 0.25	15 - 20
Muito alto	> 16	> 4.5	> 0.25	

Fonte: DHV consulting engineers (1985).

2.4. Influência da intrusão salina na drenagem

A intrusão salina é um fenómeno que ocorre em regiões costeiras onde os aquíferos estão em contacto com a água do mar. Na verdade enquanto a água doce se escoia para o mar, a água salgada, mais densa, tende a penetrar no aquífero, formando uma cunha sob a água doce (figura 2). Este fenómeno pode acentuar-se e ser acelerado, com consequências graves, quando, nas proximidades da linha de costa, a extracção de grandes volumes de água doce subterrânea provoca o avanço da água salgada no interior do aquífero e a consequente salinização da água. O aumento do nível das águas do mar vai provocar o aumento da intrusão salina em aquíferos na zona costeira, todavia vai afectar potencialmente a quantidade de água doce existente (IGM. Pt, 2001). As áreas costeiras onde a redução do nível freático é feito através da drenagem são mais susceptíveis à intrusão salina (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1993). A Ilha de Inhaca pode estar a sofrer deste tipo de situação dada a sua localização. Um estudo pormenorizado na localização dos aquíferos e camadas impermeáveis na região poderia de certo modo contribuir para dissipar dúvidas sobre a origem das águas que alagam a baixa "Arone Mapanga".

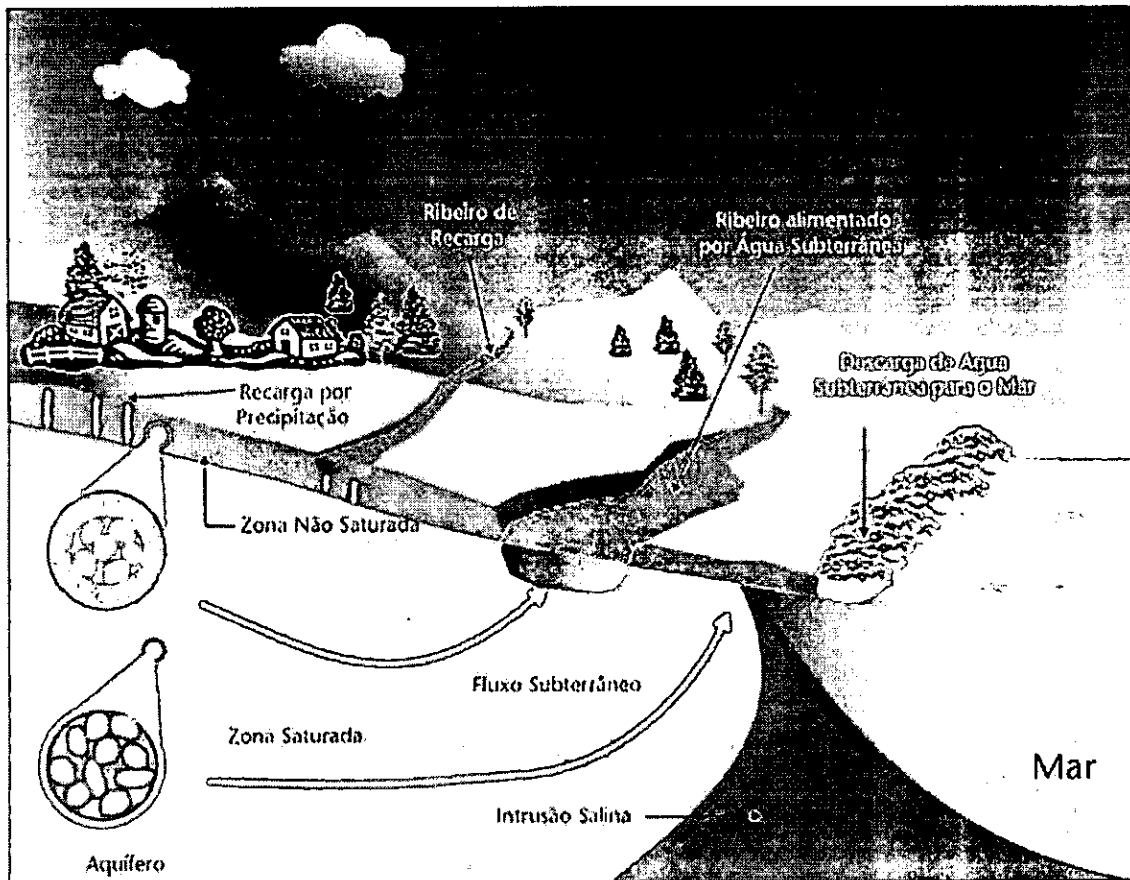


Figura 2. Intrusão salina.

Fonte: Instituto Geológico e Mineiro, 2001. <http://www.igm.pt/edições>.
Data da visita: 27 de Julho de 2003.

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição Geral da Região

3.1.1. Área de Estudo e sistema actual de produção

A área de estudo localiza-se próximo do aeródromo da Ilha. Actualmente a área é aproveitada para a prática de agricultura em algumas parcelas através do levantamento de terras em formas de canteiros para reduzir a humidade na zona radicular. As culturas mais praticadas são de batata doce, feijões e de mandioca. À volta da área de estudo encontram-se dunas apresentando uma configuração de bacia hidrográfica, salvo na parte noroeste que se avizinha a costa, na baía de Maputo.

3.1.2. Localização geográfica da Ilha

A Ilha de Inhaca situa-se ao longo do Oceano Índico na costa oriental moçambicana da África Austral entre a latitude de 26° Sul e longitude 33° Este, da cidade de Maputo, capital de Moçambique. Inhaca é uma ilha pequena, limitada à sul por um canal estreito que a separa da península de Machangulo a Oeste e a Norte pela Baía de Maputo e a Este pelo Oceano Índico. A ilha de Inhaca tem uma área de 42.5 km². Estende-se à 12.5 km de comprimento entre os extremos nordeste (Mazondué) e a ponta sudeste (Miculumbela ou Chaluacuine) à cerca de 2000 m da península de Machangulo, distrito de Matutuine, província de Maputo. A sua largura máxima é de 7 km sudeste da Ponta Torres (Kalk, 1995).

3.1.3. A População da Ilha e Actividade Económica

Segundo Kalk et al. (1995), em 1504 esta ilha igualmente a dos Portugueses (anteriormente conhecida como Ilha dos Elefantes), foi descoberta pelos portugueses com a prática do comércio do marfim. Durante a guerra civil a ilha tinha cerca de 10 mil habitantes mas com o fim da guerra a população ali refugiada foi voltando para as suas zonas de origem passando a habitar actualmente 5.504 habitantes (INE, 1997), onde 5.300 são considerados permanentes. Os habitantes permanentes distribuem-se em 1.171 famílias com uma média de 7 pessoas, sendo 70% dos agregados familiares encabeçados por mulheres. As mulheres correspondem a 53% de toda a população e 49% da população tem menos de 15 anos e 7% mais de 60 anos. Para cada 100 mulheres existem 70 homens na faixa etária entre os 15 e os 59 anos.

A principal actividade económica da população da Ilha é a pesca. As mulheres dedicam-se à prática de agricultura e venda de produtos alimentares. As culturas praticadas são hortícolas, feijões, batata e mandioca. Os campos localizam-se principalmente na baixa "Arone Mapanga" e em algumas áreas na reserva (Lopes, 1985).

3.1.4. Geologia e geomorfologia

O Sul da costa moçambicana é caracterizado por extensas dunas planas e desenvolvidas começando do litoral e desenvolvendo-se ao longo da costa até a Ponta do Ouro no sul e Cabo Santa Maria no norte. Inhaca foi parte da cabeça da península de Machangulo que foi subsequentemente isolando-se levando consigo a flora e fauna.

A ilha de Inhaca apresenta solos dunares arenosos (arenosolos) pobres em matéria orgânica ocorrendo a longo da costa. Os solos da Ilha de Inhaca distinguem-se em solos de Dunas, solos hidromórficos de Lânguas com água doce e solos hidromórficos e salgados (S. Kauffman, 1977, citado por Lopes, 1985). O mapa fisiográfico parcial no anexo 1 mostra a característica dos solos de Inhaca e localiza a área de estudo (Van Engelen *et al.*, 1995).

3.1.5. Clima

Segundo Kalk *et al.* (1995), Inhaca estende-se numa região de transição desde temperaturas quentes para o clima tropical com uma parte quente não muito húmido e invernos secos. O efeito da corrente do canal de Moçambique que tem uma temperatura de 25°C ou mais tem sido sentido perto do litoral na latitude do cabo de Limpopo como águas circulantes numa meia volta a longo da baía de Maputo. A temperatura média anual é de cerca de 22°C a 23°C sendo a máxima de 37°C e a mínima de 12°C.

Segundo Lopes (1985) a precipitação média anual ronda aos 888 mm, a época das chuvas coincide com a de elevadas temperaturas.

A humidade relativa média anual é de cerca de 78.4% influenciada pela condição da sua proximidade com a corrente e a posição a uma circulação atmosférica regular. A evapotranspiração é aproximadamente de 1216,4mm (Lopes, 1985).

Os ventos predominantes são os marítimos dos quadrantes sul e leste, especialmente de sudeste.

O gráfico na figura 3, página 20, ilustra o comportamento da precipitação (Pr) em relação a Evapotranspiração Potencial (ETP). A metade da evapotranspiração (ETP/2) representa o mínimo de água necessária para as plantas crescerem. Significa que quando a precipitação não supera a metade da evapotranspiração potencial, elas se encontram em crise (FAO, 1996). Assim o período chuvoso tem o seu início no mês de Outubro. O período com balanço positivo ($Pr > ETP/2$) é observado a partir do mês de Outubro até Julho.

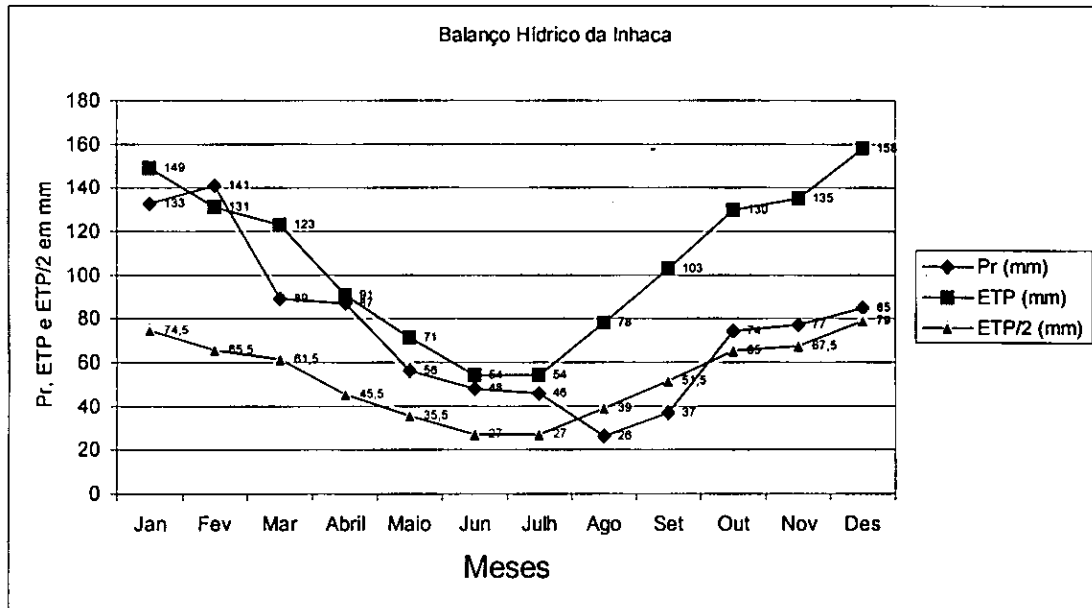


Figura. 3. Balanço hídrico da Ilha de Inhaca

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INAM) – 2003.

3.1.6. Vegetação e flora

Segundo Kalk *et al.* (1995), a composição da flora na ilha de Inhaca é maioritariamente determinada pela temperatura do ar, ventos marítimos, precipitação atmosférica e a natureza dos solos. A praia é influenciada pelas correntes do mar, exposição das rochas ao sol e pelo movimento regular das águas do mar. Salinidade e marés sobrepõem-se ao efeito das chuvas, a acção das ondas e correntes modificam o substrato. Na Inhaca o clima favorece a floresta subtropical e inclui espécies tropicais. Nos pântanos ocorrem associações vegetais adaptadas ao meio aquático doce ou salobra. Prevaecem nesta ilha as florestas densas com várias espécies vegetais de diferentes hábitos (erectas, rastejantes e trepadeiras) e a de miombo, utilizada para designar floresta aberta e savana (incluindo às vezes a vegetação edáfica).

3.2. Dados recolhidos

3.2.1. Dados secundários

A consulta à dados secundários é de extrema importância na idealização duma investigação de modo a permitir a flexibilização dos trabalhos de campo e a se apoiar em pesquisas já feitas na área. A precipitação e os outros dados climáticos como a evapotranspiração potencial, humidade relativa do ar e outros contribuíram bastante para a determinação da norma de drenagem da área de estudo e períodos de défice hídrico.

Os dados diários de precipitação foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia.

3.2.2. Dados no terreno

Nem sempre o estudo de um caso numa determinada região pode directamente ser trasladado para outra região sempre porém verificar a situação da nova região. Daí a importância de se levantar alguns elementos no terreno tais como:

- Coordenadas dos vértices e respectivos ângulos internos;
- Permeabilidade do solo (condutividade hidráulica);
- Nivelamento geométrico;
- Infiltração;
- Amostras de solo à profundidade de 0-30 cm para análises laboratoriais.
- Nível do lençol freático

3.2.3. Determinações laboratoriais

- CTC
- pH e pKCl
- CE(1:2.5)
- Nitrogénio
- fósforo
- Saturação por bases
- Percentagem de Sódio Trocável (PST)
- Matéria orgânica (MO)
- Percentagem de Carbono (%C)

3.3. Conceituação dos métodos

3.3.1. Cálculo da superfície

Para o cálculo da área foi feito um levantamento das coordenadas geográficas dos vértices e medidas as distâncias entre os vértices (anexo 2a). Através dum cálculo analítico que consistiu na redução das coordenadas geográficas à origem determinou-se a área (anexo 2b).

3.3.2. Nivelamento geométrico

A concretização deste ponto foi através do cumprimento das seguintes etapas:

- reconhecimento da área de estudo;
- implantação dos vértices principais da poligonal e dos pontos da malha. Em seguida a medição dos ângulos internos (nível munido de leitor para ângulos) e distâncias dos pontos do polígono. Os pontos distam-se fundamentalmente em 100 metros;
- transporte e transmissão das cotas. As cotas foram transmitidas aos restantes pontos a partir do vértice 1 com auxílio de um GPS 300 WP (Global Positioning Systems).

3.3.3. Determinação da norma de drenagem

A norma de drenagem baseou-se na frequência de valores extremos de precipitação de acordo os modelos de GUMBEL (ILRI Publication 16, 1994). Para a determinação da norma de drenagem aplicou-se a fórmula 3.0 do capítulo 2. Para tal procedeu-se da seguinte maneira:

- calcularam-se os máximos de cada série de valores de precipitação para um dia, dois, três, cinco, sete e dez dias.
- ordenaram-se os valores máximos em em forma crescente;
- calculou-se a frequência de não excedência para cada um dos valores, dado por $[1/(n+1)]$ e;

- Calcularam-se dois valores para o X, correspondentes para dois valores de Y, com base na fórmula 3.0 do capítulo 2, traçaram-se as rectas de Gumbel.
- Projectaram-se as curvas de duração-frequência e respectivas descargas.

3.3.3. Determinação da infiltração

Este parâmetro foi determinado pelo método de dois anéis. Para a determinação da infiltração foram feitas no total duas medições em pontos diferentes e aplicou-se a fórmula 1.3 do capítulo 2.

3.3.4. Determinação da permeabilidade (condutividade hidráulica)

O método aplicado para a medição da condutividade hidráulica foi o de Hooghoudt. Por ser barato e mais prático. Para tal foram feitos seis (6) furos cilíndricos abaixo do lençol freático. A posição da água foi encontrada através do abaixamento da água no furo e o controlo da sua posterior subida até o nível de equilíbrio.

A condutividade foi calculada usando a fórmula 2.0 e 2.1 do capítulo 2.

3.3.5. Cálculo do espaçamento entre os canais de drenagem

Para o espaçamento entre os canais de drenagem aplicou-se o método de Hooghoudt, onde se assumiu que o fluxo é permanente, isto é, a profundidade do lençol freático se mantém constante no tempo e a descarga é igual a recarga. O solo é homogéneo até a camada impermeável e a recarga é distribuída homogeneamente. Para tal aplicou-se a fórmula 4.1 e 4.2 do capítulo 2.

Dado a ausência de informação sobre a profundidade dos solos até a camada impermeável, assumiram-se três profundidades, para as quais foram calculados os valores da profundidade da camada de Hooghoudt (d) e respectivo espaçamento de drenos (L) pelo método iterativo à permeabilidade constante.

3.3.6. Determinações laboratoriais

Para as determinações laboratoriais químicas anteriormente referenciadas, foi seguido o método recomendado pela FAO, em uso no laboratório de solos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) e também pelo Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA).

A capacidade de retenção de água (pF): foi determinada através da curva genérica de pF devido a avaria do aparelho (Ritzema et al. 1994. pag. 95).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Superfície da Área de estudo

A superfície total é de 43.4 hectares (anexo 2b).

Os seus vértices com respectivas coordenadas geográficas se encontram no anexo 2a.

4.2. Nivelamento geométrico

O levantamento das cotas são apresentadas no anexo 3. De salientar que as quotas referentes ao nivelamento geométrico contêm erros de medição na ordem de milímetros, não sendo aconselhável usar para outros estudos sem verificar no terreno.

4.3. Norma de drenagem da área

Nos anexos 4a e 5a são apresentados os dados diários de precipitação dos meses mais chuvosos da Inhaca. Os anexos 4 b, 4c e 4d e 5b, 5c e 5d apresentam os resultados obtidos da análise de GUMBEL para os meses de Janeiro e Fevereiro.

A quantidade de armazenamento hídrico do solo foi determinada a partir da curva padrão de pF e é apresentada em anexo 7. A capacidade de armazenamento de água no solo varia em função da altura do lençol freático. Toma-se assim em consideração o valor da porosidade efectiva (μ) para cada uma das profundidades do lençol freático considerados para solos arenosos.

Tabela 2. Quantidade de água no solo versus profundidade do lençol freático.

Altura do L.F (cm)	Poros. efectiva (μ)	Água arm. (mm)
30	3.3	9.9
50	12.2	61
80	27.7	181.6

Fonte: Resultados do presente estudo

Da tabela 2 constata-se que a medida que se aumenta a altura do lençol freático, aumenta também a capacidade de armazenamento de água no solo. Torna-se maior assim o espaço poroso acima do lençol freático dependendo contudo da contribuição do fluxo subterrâneo, das perdas de água por evaporação e por escoamento.

As curvas de duração representadas nos anexos 4d e 5d mostram a relação entre a precipitação e a duração para diferentes tempos de retorno (dois, cinco e dez anos). As rectas de GUMBEL encontram-se em anexos 4c e 5c para os meses de Janeiro e Fevereiro respectivamente.

A Tabela 3 apresenta o resumo das descargas projectadas para diferentes alturas do lençol freático. O cálculo baseou-se na projecção de tangentes às curvas para cada altura de armazenamento hídrico.

Tabela 3. profundidade do lençol freático Vs descarga projectada (mm/dia) para $T_r = 5$ anos.

Alt. De Armaz de Água (m_0)	Janeiro	Fevereiro
10	$(120-10)/2 = 55$	$(200-10)/2 = 95$
61	$(100-61)/7 = 19.5$	$(240-61)/5 = 35.8$
181.6	0	0

Fonte: Resultados do presente estudo

Analisando os valores da tabela 3, constata-se que a descarga projectada diminui com o aumento da altura do lençol freático contrariamente a capacidade de armazenamento de água no solo, logo espera-se um aumento de carga.

Relativamente aos resultados das descargas por cada mês, facilmente pode-se ver que o mês de Fevereiro é o de maiores necessidades de drenagem para as duas alturas consideradas (30 e 50), aos 80 cm não há descarga para os dois meses.

4.4. Espaçamento entre os canais de drenagem

Na determinação do espaçamento de drenos foi considerada a norma de drenagem do mês de Fevereiro como sendo o de maiores necessidades de drenagem. Dos resultados constata-se que à mesma profundidade dos solos, o espaçamento dos drenos aumenta à medida que aumenta a altura de armazenamento de água (m_0). Faz sentido este resultado, dado que o aumento da altura de armazenamento de água vai reduzir a necessidade de retirada de água no solo, devido a maior capacidade de recarga dos solos. Quanto mais profundos forem os solos, isto é da superfície até à camada impermeável, maior será o seu espaçamento entre os drenos.

O uso ou não dos valores calculados, depende dum prévio estudo da localização da camada impermeável e da permeabilidade dos solos até ela. Quer se realçar que até os dois metros não se localizou nenhuma camada impermeável dentro da área de estudo.

Tabela. 4 espaçamento entre os canais de drenagem

Alt. De Armaz. de Água (m_0)	Profundidade do solo (D)	Camada de Hooghoudt (d)	Espaçamento de Drenos (L)	Permeabilidade K (m/dia)
30 cm	4 m	3.82 m	20.0 m	4
50 cm	4 m	3.99 m	44.05 m	4
80 cm	4 m			
30 cm	5 m	4.12 m	20.78 m	4
50 cm	5 m	4.70 m	47.55 m	4
80 cm	5 m			
30 cm	6 m	4.26 m	21.12 m	4
50 cm	6 m	5.30 m	50.38 m	4
80 cm	6 m			

Fonte: Resultados do presente estudo

4.5. Infiltração

Os resultados da infiltração resumem-se na Tabela 5.

Tabela 5. Infiltração básica

N.º do ponto	K	n	Ibas (mm/hr)	Ibas (m/dia)
1	18.3	0.7581	2497	59.93
2	11.6	0.8340	2704	64.90

Fonte: Resultados do presente estudo

O valor médio da taxa de infiltração básica é de 2600.5mm/hr (43.3mm/min), como se pode depreender do resultado, o solo pertence a uma família de infiltração rápida, pois é maior que 37.5 mm/min (Meijer, 1993). Considera-se assim que toda a precipitação ocorrida é infiltrada no solo, excluindo-se assim a hipótese de escoamento superficial. Dentro da série de dados, a precipitação máxima observada foi de 170 mm no mês de Fevereiro do ano 2000. Como se pode ver, dada a taxa elevada de infiltração dos solos da area de estudo, deduz-se como sendo instantânea a recarga da água freática.

4.6. Permeabilidade

Os dados são apresentados em anexos 8 a, b e c e os resultados resumem-se na tabela 6.

Tabela 6. Resumo dos resultados de Permeabilidade método de Hooghoudt
Nºs dos furos

K (m/dia)	1	2	3	Média	Desvio
Leitura 1	4.05	4.14	3.98	3.99	0.12
Leitura 2	3.77	3.97	4.00		

Fonte: Resultados do presente estudo

A permeabilidade média dos solos na área de estudo é de 4 m/dia (com desvio de 0.12). O solo da área de estudo é arenoso até a profundidade dos dois metros e de textura média. Segundo o quadro de classificação de Smedema *et al.* (1988), a taxa de permeabilidade encontra-se dentro de intervalos aceitáveis, pois solos desta textura situam-se entre 1 a 5 m/dia. De acordo o quadro de classificação de Meijer (1995), este solo pertence a família de permeabilidade rápida.

4.8. Aptidão dos solos

Da tabela 7 pode se observar que o valor médio da capacidade de troca catiónica (CTC) é de 8.65 meq/100g (± 2.27), com uma saturação de bases de 5.31 meq/100g, sendo quase 2/3 da CTC, portanto inferior a ela. Segundo a tabela de classificação usada no INIA (DHV consulting Engeneers, 1985), o valor da CTC é baixo. É também aceitável o valor das bases de troca se tomarmos em consideração os valores da CEE obtidos, 2.057ms/cm (± 6.02) que é bastante baixo. O desvio padrão apresentado não é de surpreender dado que foi influenciado pelo valor máximo observado no ponto 27 de amostragem (32.55 dS/m) devido a intrusão de águas salgadas.

A respeito dos valores de pH, eles são no geral baixos, com pH médio de 5.12 (± 0.89), pode-se estar na origem destes valores a oxidação dos ácidos durante a fase de oxidação e mineralização da matéria orgânica. A recuperação deste solo pode ser feita sob duas estratégias. Primeiro, pode-se drenar e oxidar completamente o solo e em seguida fazer a lavagem dos ácidos formados. Essa lavagem pode ser feita com água salina ou com água das rochas. Esta água não só vai remover ácidos solúveis como também vai retirar os iões de alumínio no complexo de troca catiónica (Driessen, 1989).

A outra possibilidade é de aplicar carbonatos no solo (calagem). O uso ou não dum destes métodos depende de uma análise das viabilidades económicas.

O nível da matéria orgânica é médio, com a média de 1.57 % (± 1.00). Os níveis de Nitrogénio (N) e de Fósforo (P) são baixos, 0.056% (± 0.03) e 0.11mg/100g (± 0.07) respectivamente. Estes resultados são influenciados pela textura do solo que é arenosa permitindo assim a facilidade de lavagem (lixiviação) destes elementos. Contudo os solos da área de estudo apresentam uma fertilidade potencial baixa.

A condutividade eléctrica no extracto de 1:2.5 (solo e água) é de 0.41 dS/m (± 1.2) e a PST de 28.17% (± 19.93). Este valor sugere que o solo é sódico mas não salino. O desvio padrão referente a PST foi influenciado pelos valores extremos.

Os resultados da CE da água freática são em média de 0.63 dS/m (± 0.44). Este valor não representa perigo para a salinização do solo se for usada para irrigação, dado que é inferior a 0.7 dS/m (água de boa qualidade). Mas o seu uso tem que ser cuidadoso dado que pode influenciar na CTC do solo e originar competições no complexo de troca.

Tabela 7. : Resultados das análises das amostras de solos e de água freática

Ref	Prof cm	pH		Ce (dS/m)	CEc	Ce (dS/m)	Carb %	Mat. Org %	Nitrog. %	Ca me/ 100g	Mg me/ 100g	Na me/ 100g	K me/ 100g	Bases troca me/ 100g	CTC me/ 100g	P mg/ 100g	PST %
		H2O	KCl	Solo		Água freat											
1	0-30		4.95	0.4470	2.2350	0.4300	0.85	1.47	0.076	1.98	2.38	4.52	0.42	9.3	10.7	0.06	42.24
2	0-30	2.81	2.72	0.6270	3.1350	1.9100	0.43	0.74	0.036	1.18	1.18	1.52	0.32	4.2	7.09	0.25	21.44
3	0-30	3.01	2.90	0.3870	1.9350	0.7400	1.01	1.74	0.042	0.79	3.17	6.52	0.42	10.9	8.33	0.21	78.27
4	0-30	5.1	4.25	0.3850	1.9250	1.1100	0.82	1.42	0.07	0.79	1.19	2.02	0.72	4.72	7.52	0.09	26.86
5	0-30	5.45	4.43	0.2230	1.1150	1.0200	0.98	1.68	0.067	1.13	1.88	2.42	1.32	6.75	8.64	0.07	28.01
6	0-30	5.33	4.55	0.0670	0.3350	0.5540	0.28	0.48	0.034	0.38	0.76	0.62	0.32	2.08	6.04	0.07	10.26
7	0-30	6.28	5.44	0.1620	0.8100	0.5500	0.7	1.2	0.059	2.6	1.11	1.12	0.42	5.25	8.91	0.19	12.57
8	0-30	5.6	4.64	0.0840	0.4200	0.5940	0.23	0.39	0.034	0.76	1.53	1.62	0.62	4.53	6.5	0.13	24.92
9	0-30	4.86	4.22	0.1290	0.6450	0.4450	1	1.72	0.042	0.74	0.37	1.92	0.62	3.65	7.04	0.16	27.27
10	0-30	2.82	2.66	0.2990	1.4950	0.4120	1.14	1.97	0.048	1.12	1.5	2.62	0.52	5.76	11.96	0.19	21.91
11	0-30	5.01	4.15	0.1650	0.8250	0.4590	1.03	1.77	0.025	1.19	1.19	1.32	0.22	3.92	9.95	0.06	13.27
12	0-30	5.6	4.78	0.0810	0.4050	0.5130	0.21	0.37	0.022	0.4	1.6	3.72	0.12	5.84	4.39	0.05	84.74
13	0-30	4.98	4.02	0.2310	1.1550	0.5790	2.25	3.87	0.118	1.17	0.39	1.72	0.92	4.2	12.13	0.04	14.18
14	0-30	5.19	4.52	0.1280	0.6400	0.4830	0.35	0.61	0.031	0.4	0.4	2.92	0.72	4.44	6.36	0.05	45.91
15	0-30	4.53	3.91	0.1420	0.7100	0.3070	1.87	3.22	0.084	0.79	1.58	4.32	0.62	7.31	13.39	0.05	32.26
16	0-30	5.28	4.29	0.0210	0.1050	*	0.45	0.77	0.036	0.38	0.76	1.72	0.72	3.58	6.82	0.07	25.22
17	0-30	5.43	4.45	0.0480	0.2400	0.2890	0.69	1.18	0.062	0.79	1.57	1.22	0.42	4	7.47	0.04	16.33
18	0-30	5.3	4.31	0.1560	0.7800	0.6060	1.41	2.44	0.064	0.79	1.58	2.32	1.22	5.91	8.68	0.12	26.73
19	0-30	6	5.15	0.1060	0.5300	0.4750	0.91	1.57	0.07	2.78	0.79	0.72	0.92	5.21	8.73	0.16	8.25
20	0-30	5.76	4.79	0.0460	0.2300	0.3310	0.99	1.7	0.078	1.56	0.39	1.62	0.22	3.79	9.36	0.05	17.31
21	0-30	5.15	4.23	0.1610	0.8050	0.4220	0.87	1.49	0.05	0.8	0.8	1.82	1.72	5.14	9.15	0.07	19.89
22	0-30	6.2	5.27	0.0420	0.2100	0.3130	0.7	1.2	0.062	1.89	0.75	0.82	0.52	3.98	8.29	0.1	9.89
23	0-30	5.6	4.67	0.3330	1.6650	1.9700	0.99	1.71	0.048	1.19	0.8	3.52	0.32	5.83	8.35	0.08	42.16
24	0-30	5.01	4.23	0.3100	1.5500	*	1.07	1.85	0.053	0.77	1.15	4.02	0.52	6.46	8.42	0.09	47.74
25	0-30	5.65	4.63	0.0240	0.1200	0.4680	1.05	1.8	0.067	1.51	0.38	0.72	0.52	3.13	9.82	0.16	7.33
26	0-30	5.05	3.93	0.0930	0.4650	0.3650	2.64	4.55	0.134	1.2	0.8	0.92	0.32	3.24	14.39	0.13	6.39
27	0-30	4.98	4.52	6.5100	32.5500	*	0.53	0.91	0.045	2.25	2.62	4.02	1.62	10.51	7.12	0.28	56.46
28	0-30	5.96	5.51	0.1160	0.5800	0.4150	0.09	0.15	0.022	2.4	0.79	1.42	0.32	4.93	6.76	0.05	21.01
	media	5.12	4.36	0.4115	2.0577	0.6304	0.91	1.57	0.056	1.20	1.19	2.28	0.63	5.31	8.65	0.11	28.17
	STD	0.89	0.70	1.20	6.02	0.44	0.58	1.00	0.03	0.68	0.70	1.43	0.41	2.11	2.27	0.07	19.93

• Não foi possível recolher água

Fonte: Resultados do presente estudo

•

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÕES

A norma de drenagem da área de estudo, mostra que o problema de drenagem é crítico no mês de Fevereiro, mas as características hidráulicas do solo sugerem que o solo está em condições de evacuar toda a água. Analisados os outros parâmetros referentes a infiltração, textura e a permeabilidade dos solos, chega-se a seguintes conclusões:

1. Que o problema de drenagem não se prende com as características do solo. Mas pode ser devido a situação geomorfológica da área de estudo. Dada a sua aproximação a costa e o seu relevo com a configuração dumha bacia hidrográfica, há uma tendência das águas se escoarem no sentido à baixa. Acompanhada a esta situação, os solos são arenosos e bastante permeáveis permitindo assim que a água doce se esco para o mar, a água salgada, mais densa, tende a penetrar no aquífero, formando uma cunha sob a água doce (bolsa de água dentro da ilha). Acompanhado a diferenças de densidades da água doce e da água salgada, o nível da água doce estará sempre elevado. Ao se pretender instalar um sistema de drenagem, o problema pode se agravar, pois, nas proximidades da linha de costa, a extracção de grandes volumes de água doce subterrânea provoca o avanço da água salgada no interior do aquífero e a consequente salinização da água.
2. A aplicação dos resultados do espaçamento de drenos calculado, carece de um estudo sobre a localização da camada impermeável na área de estudo e da intrusão salina.
3. Devido ao nível elevado do lençol freático e falta de mineralização da matéria orgânica, acompanhado a acidez dos solos, baixa capacidade de troca catiónica e bases trocáveis, o solo possui um baixo potencial agrícola.

RECOMENDAÇÕES

1. Recomenda-se a continuação da prática de levantamento de solos (canteiros), mas de uma forma regrada de modo a permitir que as águas superficiais sigam caminhos preferenciais e que a zona radicular das culturas fique livre de excessos de água, para poder facilitar a mineralização da matéria orgânica.
2. Recomenda-se a calagem dos solos para elevar o nível de pH
3. Para próximos estudos em torno desta área, recomenda-se que se faça um estudo pormenorizado da profundidade do solo até a camada impermeável e da intrusão salina.
4. Como recomendação genérica, propõe-se a prática de culturas tolerantes a níveis elevados do lençol freático e acidez dos solos, como por exemplo, arroz, hortícolas, bananeiras, papaeiras.

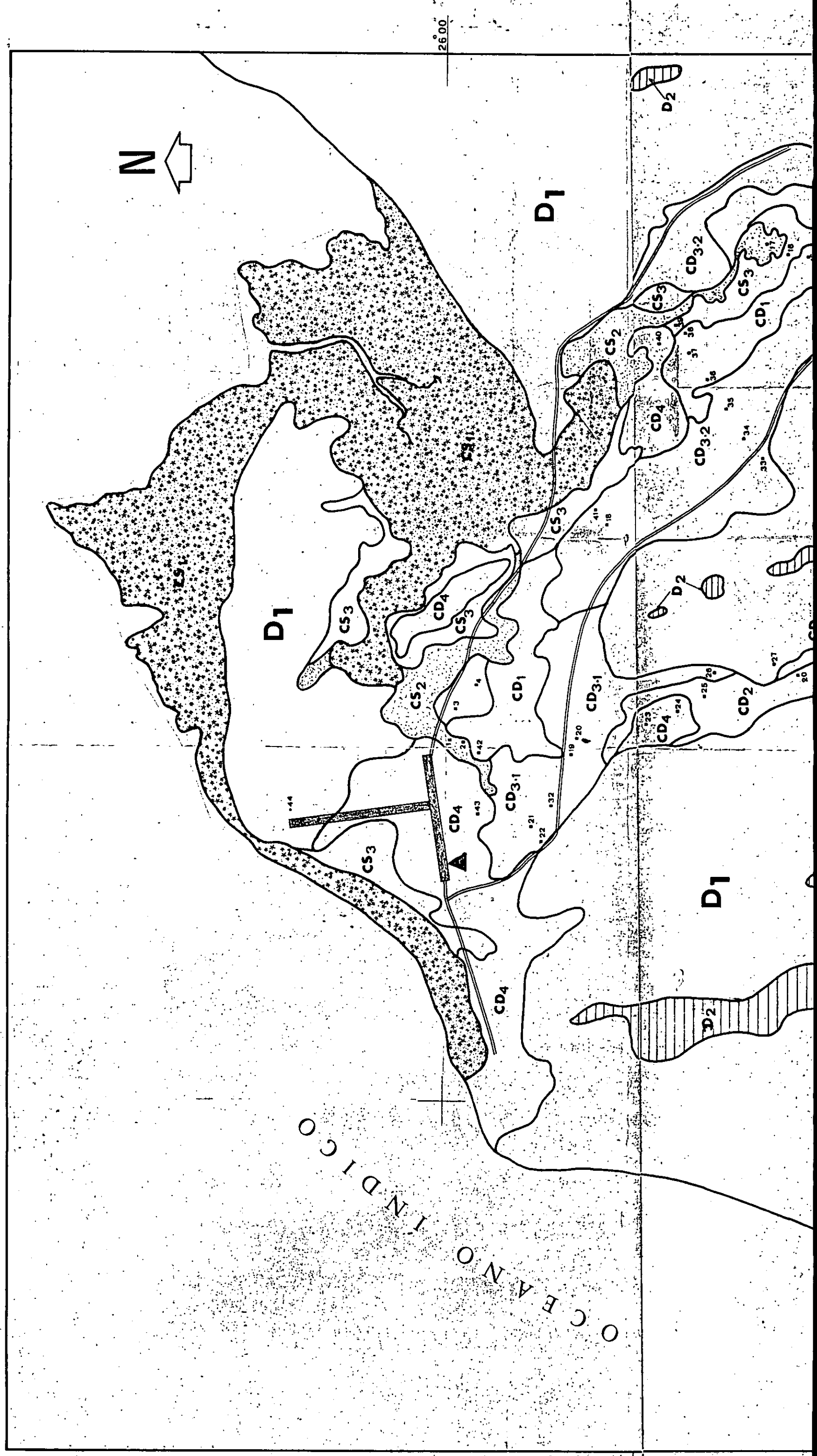
6. BIBLIOGRAFIA

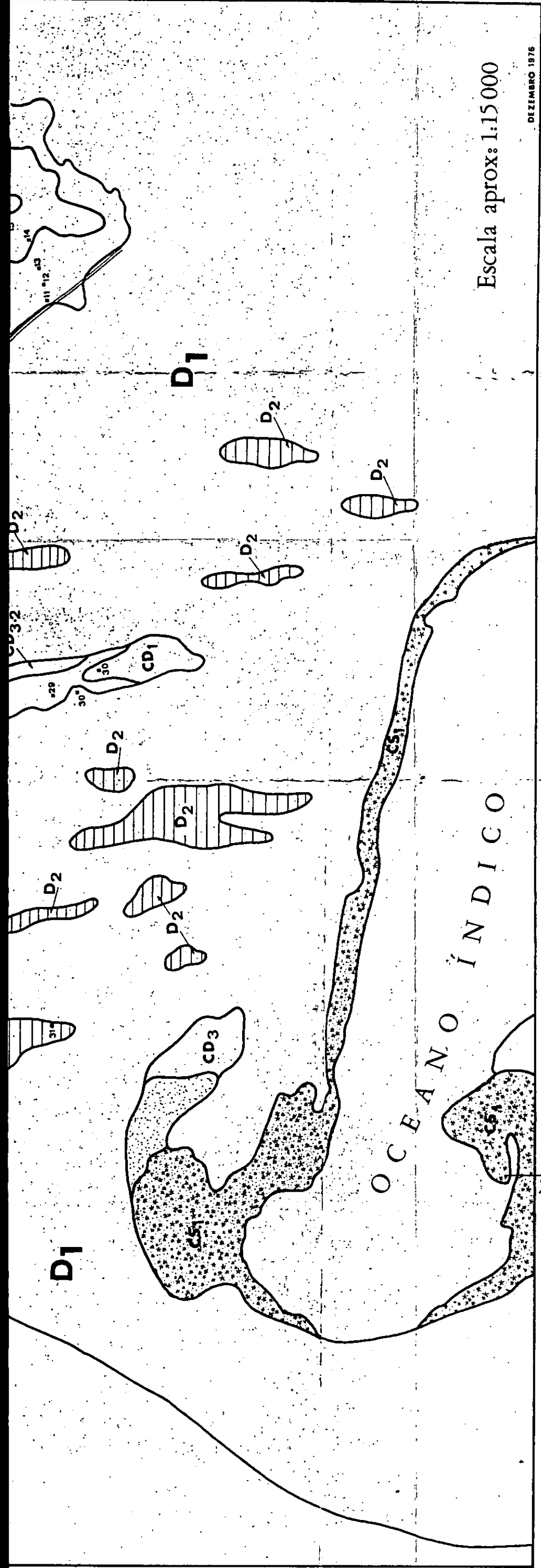
- Berg, V. 1995. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. *Manual de Práticas laboratoriais de solos*. Maputo.
- DHV consulting Engineers (1985). *Infulene water control study, anexo 5*. INIA (com tradução). Maputo.
- Driessen & Dudal (1989). *Lecture Notes On The Geography, Formation, Properties and use of the Major Soil Of The World*. Wageningen. Netherlands.
- Espartel, L. 1969. *Curso de topografia*. Porto editora. Porto.
- FAO-Unesco e ISRIC. 1997. *Mapa dos Solos do Mundo, Legenda Revista (versão Portuguesa)*. Porto editora. Porto.
- FAO GCPS/MOZ/049/EC. 1996. *Estudo Agroclimático da Precipitação e sua Aplicação na Segurança Alimentar*. Maputo.
- ILRI Publication 16. *Drainage principles and Applications* – Wageningen. Netherlands.
- INIA. *Manual para descrição do solo e codificação para o banco de dados (SDB)*. Maputo
- Instituto Geológico e Mineiro (2001). *Água Subterrânea: Conhecer p/ preservar o futuro*. Instituto Geológico Mineiro versão online no site do IGM (<http://www.//igm.pt/edições>).
- Jansen, P. Ph. 1994. *Principles of river Engineering*. McGraw – Hill. Londres.
- Jeffery, J. A. 1919. *Text - Book of Land Drainage*. McGraw – Hill. New York.
- Kalk e Macnae. 1995. *Inhaca Island*. Johannesberg.
- Klute, A. 1986. *Methods of Soil Analysis*. McGraw – Hill. New York.
- Lencastre, A. e Franco, F. M. 1984. *Lições de Hidrologia*. Lisboa
- Lopes, Leonel L. 1985. *A Ilha da Inhaca "o crescimento populacional e o impacto nas condições naturais"*. Maputo.

- Matos, A. Barreto (1963). *Lições da cadeira de topografia e Elementos de Geodesia*. Lourenço Marques.
- Meijer, T. K. E. 1993. *Drenagem de Terras Agrícolas*. Cidade: McGraw – Hill. New York.
- Millar, Augustin A. 1978. *Drenagem de terras agrícolas*. McGraw – Hill. Londres.
- Munguambe, Paiva D. A. 1998. *Problemática na drenagem de Machongos: estudo de caso dos machongos do vale do rio Inhanombe (Inhambane)*. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo.
- Ochs, Walter J. 1992. *Drainage Guidelines*. McGraw – Hill. New York.
- Ollier, Ch. e Poirre, M. 1986. *Saneamiento Agrícola*. Madride
- Ritzema, H. P. 1994. *Drainage principles and Applications* (ILRI Publication 16).
- Smedema, L. K. e Ricroft, D. W. 1988. *Land Drainage (Planing and Design of agricultural drainage systems)*. McGraw – Hill. New York.
- Smith, K. A. e Mullins, C. E. 1991. *Soil Analysis (Physical Methods)*. McGraw – Hill. New York.

ANEXOS

MAPA FISIAGRÁFICO PARCIAL DA MATA DA INTAÇA





Escala aprox: 1:15 000

DEZEMBRO 1976

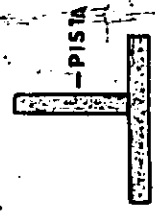
AUTORES:
J. VAN ENGELLEN
J. H. KAUFFMAN

LEGENDA

- D - DUNAS E VALES FECHADOS
- D1 DUNAS COM EXCESSO DE DRENAGEM
- D2 VALES FECHADOS COM MÁ DRENAGEM
- C - COSTA COM VALES ABERTOS
- CS REGIÕES COM INFLUÊNCIA DE ÁGUA SALGADA
- CS1 MANGAL INUNDADO PELO MAR DUAS VEZES DIÁRIAS
- CS2 VALES SALGADOS INUNDADOS PELO MAR ALGUMAS VEZES POR ANO
- CS3 REGIÕES COM PROBLEMAS DE ÁGUA SALGADA
(TRANSIÇÃO ENTRE AS REGIÕES SALGADAS E DOÇES)

- CD - REGIÕES SEM INFLUÊNCIA DE ÁGUA SALGADA
(REGIÃO COM ÁGUA DOCE)
- CD1 REGIÕES COM MUITO FRACA DRENAGEM (INUNDADO DURANTE GRANDE PARTE DO ANO COM ÁGUA DOCE)
- CD2 REGIÕES COM FRACA DRENAGEM (LÂNGUA BUTINGA)
- CD3 REGIÕES COM DRENAGEM DE FRACA A RAZOAVEL
- CD3-1 REGIÃO COM CAMADA PRETA SUPERFICIAL (COM MAI DE 50CM)
- CD3-2 REGIÃO COM CAMADA PRETA SUPERFICIAL (COM MENOS DE 50CM)
- CD4 DUNAS BAIIXAS
- LIMITE DAS UNIDADES
- .21 NÚMERO DO RECONHECIMENTO

▲ - Área de estudo



Anexo 2 a). Distâncias entre os vértices e respectivas coordenadas.

Eixos	1/N	d (cm)	D (m)	Ângulos"l"
V1-V2	5000	12	600.0	51.30.00
V2-V3	5000	2	100.0	142.10.00
V3-V4	5000	7.1	355.0	215.09.00
V4-V5	5000	12.75	637.5	95.00.00
V5-V6	5000	13.1	655.0	71.02.00
V6-V1	5000	14	700.0	145.00.00

Vértices	Latitude	Longitude
V1	26.00.07,1	32.55.32,8
V2	26.00.05,4	32.55.54,0
V3	26.00.10,3	32.55.57,0
V4	26.00.11,3	32.56.10,0
V5	26.00.32,1	32.55.58,5
V6	26.00.25,4	32.55.47,7

Anexo 2b). Cálculo da superfície – método analítico.

Pontos	Coordenadas iniciais		Coordenadas reduzidas. à origem		Produtos		Produtos		Produtos	
	"X"	"Y"	$X_i=492579.0$	$Y_i=7124099.0$	$(X_a) + (X_b)$	$(Y_a) - (Y_b)$	(+-)	$(X_a) - (X_b)$	$(Y_a) + (Y_b)$	(+-)
1	492579.0	7124099.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	493189.0	7124145.0	610.0	46.0	610.0	-46.0	-28060.0	-610.0	46.0	-28060.0
3	493249.0	7123996.0	670.0	-103.0	1280.0	149.0	190720.0	-60.0	-57.0	3420.0
4	493601.0	7123961.0	1022.0	-138.0	1692.0	35.0	59220.0	-352.0	-241.0	84832.0
5	493288.0	7123322.0	709.0	-777.0	1731.0	639.0	1106109.0	313.0	-915.0	-286395.0
6	492982.0	7123529.0	403.0	-570.0	1112.0	-207.0	-230184.0	306.0	-1347.0	-412182.0
1	492579.0	7124099.0	0.0	0.0	403.0	-570.0	-229710.0	403.0	-570.0	-229710.0
							868,095.0			-868,095.0
2S (m²)							868,095.0	Dif.=	0.0	-868,095.0
S (m²)							434,047.5	Dif.=	0.0	-434,047.5
S (Ha)							43.4	Dif.=	0.0	-43.4

Anexo 3. Nivelamento Geométrico

Nº estaca	de Leituras nas miras		Desnível da secção	Cota inicial (m)	Observações
	Atrás	Adiante			
1	1.385			4.0	Estaca Zero 1
2	1.360	1.508	-0.123	3.9	Ponto da malha
3	1.310	1.518	-0.158	3.7	Ponto da malha
4	1.305	1.408	-0.098	3.6	Ponto da malha
5	1.975	1.825	-0.520	3.1	Ponto da malha
6	1.530	2.008	-0.033	3.1	Ponto da malha
7	1.850	1.440	0.090	3.2	Ponto da malha
8	1.480	1.350	0.500	3.7	Ponto da malha
9	1.365	1.450	0.030	3.7	Ponto da malha
10	2.326	2.268	-0.903	2.8	Ponto da malha
11	2.305	1.922	0.404	3.2	Ponto da malha
12	1.630	1.620	0.685	3.9	Ponto da malha
13	1.680	1.526	0.104	4.0	Ponto da malha
1		1.650	0.030	4.0	Estaca zero 1
14	1.490	1.270	-0.047	3.9	Estaca zero 2
15	1.180	1.500	-0.010	3.9	Pontoda malha
16	1.720	1.560	-0.380	3.5	Pontoda malha
17	1.008	1.870	-0.150	3.4	Pontoda malha
18	1.396	1.325	-0.317	3.1	Pontoda malha
19	1.688	1.260	0.136	3.2	Pontoda malha
20	1.294	1.635	0.053	3.3	Pontoda malha.
21	1.882	1.452	-0.158	3.1	Pontoda malha
22	1.910	1.372	0.510	3.6	Pontoda malha
24	1.570	1.890	-0.550	3.2	Ponto da malha
25	1.630	1.311	0.259	3.4	Ponto da malha

Nivelamento Geométrico (continuação)

Tese de licenciatura: O problema de Drenagem dos solos na baixa "Arone Mapanga" na Ilha de Inhaca

26	1.355	1.590	0.040	3.5	Ponto da malha
27	1.415	1.470	-0.115	3.3	Ponto da malha
28	1.690	1.401	0.014	3.3	Ponto da malha
29	1.458	1.850	-0.160	3.7	Ponto da malha
30	1.780	1.855	-0.397	3.3	Ponto da malha
14	1.365	1.160	0.620	3.9	Estaca zero 2
31	1.555	1.315	0.050	3.3	Estaca zero 3.
32	1.542	1.246	0.309	3.6	Ponto da malha
33	1.170	1.722	-0.180	3.0	Ponto da malha
34	1.588	1.784	-0.614	3.1	Ponto da malha
35	1.680	1.555	0.033	3.1	Ponto da malha
36	1.473	1.590	0.090	3.2	Ponto da malha
37	1.230	1.305	0.168	3.3	Ponto da malha
38	1.285	1.418	-0.188	3.2	Ponto da malha
39	1.443	1.443	-0.158	3.0	Ponto da malha
40	1.598	1.530	-0.087	2.9	Ponto da malha
41	1.360	1.464	0.134	3.0	Ponto da malha
42	1.298	1.387	-0.027	3.0	Ponto da malha
43	1.420	1.170	0.128	3.8	Ponto da malha
44	1.300	1.687	-0.267	3.5	Ponto da malha
31	1.825	1.450	-0.150	3.2	Estaca zero 3
45	1.050	1.589	0.236	3.4	Estaca zero 4
46	1.470	1.030	0.020	3.0	Ponto da malha
47	1.365	1.180	0.290	3.3	Ponto da malha
48	1.395	1.530	-0.165	3.1	Ponto da malha
49	1.260	1.560	-0.165	3.0	Ponto da malha
50	1.760	1.710	-0.450	2.5	Ponto da malha

Nivelamento Geométrico (continuação)

51	1.587	1.500	0.260	2.8	Ponto da malha
52	1.570	1.430	0.157	2.9	Ponto da malha
53	1.878	1.733	-0.163	2.8	Ponto da malha
45		1.298	0.580	3.3	Estaca zero 4

Anexo 4a). Dados diários de Precipitação – Mês de Janeiro

Anos/Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1972-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	37.2	7.1	0.0	5.1	0.4	1.4	0.0	0.0	0.6	17.1	5.1	12.8	20.0	5.1	0.2	0.5	0.0	0.0	19.9	
1973-01	0.0	0.0	58.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.1	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	
1974-01	0.0	0.0	0.0	45.0	1.4	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	0.4	0.0	0.0	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.5	17.0	17.0	0.0	0.0	11.0	0.0	
1980-01	3.2	0.0	0.3	0.0	0.0	8.1	6.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.8	2.6	0.0	0.0	0.2	4.3	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	
1981-01	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	2.3	0.6	0.0	89.6	3.4	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	0.0	0.0	6.8	124.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.8	0.0	59.8	
1982-01	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1984-01	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985-01	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	68.7	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.8	0.0	1.1	0.0	
1986-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	8.9	0.0	11.9	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1987-01	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	34.2	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	
1988-01	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	17.5	1.3	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	
1989-01	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	13.3		
1990-01	0.0	1.5	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0	16.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	5.6	58.5	0.0	0.0	9.0	69.5	49.0	1.8
1991-01	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	7.5	0.0	
1992-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1993-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	3.5	0.0	0.0	60.0	12.5	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
1994-01	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	1.8	5.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1995-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	0.0	12.0	
1996-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	55.0	47.0	0.0	25.0	11.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	5.0	0.0	0.0	
1997-01	0.0	0.0	35.7	11.0	3.3	2.1	0.0	0.0	0.0	26.0	3.0	10.0	0.0	23.0	18.0	15.5	0.0	3.4	38.0	0.0	0.8	27.2	3.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	
1998-01	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	67.2	0.0	0.0	8.9	9.5	0.0	0.0	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	0.2	2.2	0.0	1.1	31.4		
1999-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	57.0	1.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	24.1	0.0	1.8	
2000-01	0.0	0.0	0.0	38.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2001-01	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	

Anexo 4b: Resultados da análise de Gumbel para o mês de Janeiro (mm).

n	K1	K2	K3	K5	K7	K10	f=n/(n+1)
1	11.4	11.4	12.0	12.8	13.3	13.3	0.040
2	12.0	12.0	15.7	18.0	18.0	21.5	0.080
3	17.0	17.0	18.2	18.2	20.4	21.7	0.120
4	20.0	20.0	20.0	22.0	26.4	34.0	0.160
5	22.0	22.0	22.0	26.4	31.0	34.0	0.200
6	30.5	30.5	31.0	31.0	34.0	36.5	0.240
7	31.0	31.0	31.0	34.0	34.0	37.1	0.280
8	34.0	34.0	34.0	35.2	35.2	37.7	0.320
9	34.2	34.2	34.2	35.7	37.1	39.9	0.360
10	35.7	35.7	35.7	36.7	43.4	43.4	0.400
11	36.7	36.7	36.7	38.0	52.5	52.5	0.440
12	37.2	38.0	44.3	52.5	59.3	61.4	0.480
13	38.0	44.3	50.0	55.6	59.6	62.0	0.520
14	38.0	46.7	52.5	56.9	60.8	62.0	0.560
15	55.0	57.0	57.0	59.3	61.5	66.4	0.600
16	57.0	59.6	59.6	59.6	75.7	80.5	0.640
17	58.8	66.0	67.2	76.2	79.7	105.0	0.680
18	60.0	67.2	72.0	85.6	85.6	106.0	0.720
19	62.5	72.5	76.2	96.5	96.5	110.9	0.760
20	67.2	79.5	94.0	106.0	106.0	118.0	0.800
21	69.5	90.0	96.5	113.0	125.0	158.5	0.840
22	90.0	118.5	125.0	125.0	153.8	192.8	0.880
23	124.2	124.2	127.5	127.5	191.6	203.8	0.920
med	45.3	49.9	52.7	57.5	65.2	73.9	
STD	26.5	31.2	33.1	35.6	45.1	53.5	

Duração	K1	K2	K3	K5	K7	K10	Formulas	
Valores								
x	45.3	49.9	52.7	57.5	65.2	73.9		
std	26.5	31.2	33.1	35.6	45.1	53.5		
a	0.048	0.041	0.039	0.036	0.028	0.024	1/a = 0.780.std	
xo	33.37	35.88	37.8	41.422	44.934	49.79	xo = x - 0.577/a	
y1=0	x1=	33.4	35.9	37.8	41.4	44.9	49.8	x1 = xo + 1/a. y1
y2=6	x2=	157.5	181.8	192.8	208.25	256.03	300.1	x2 = xo + 1/a. y2

GUMBEL PAPIER

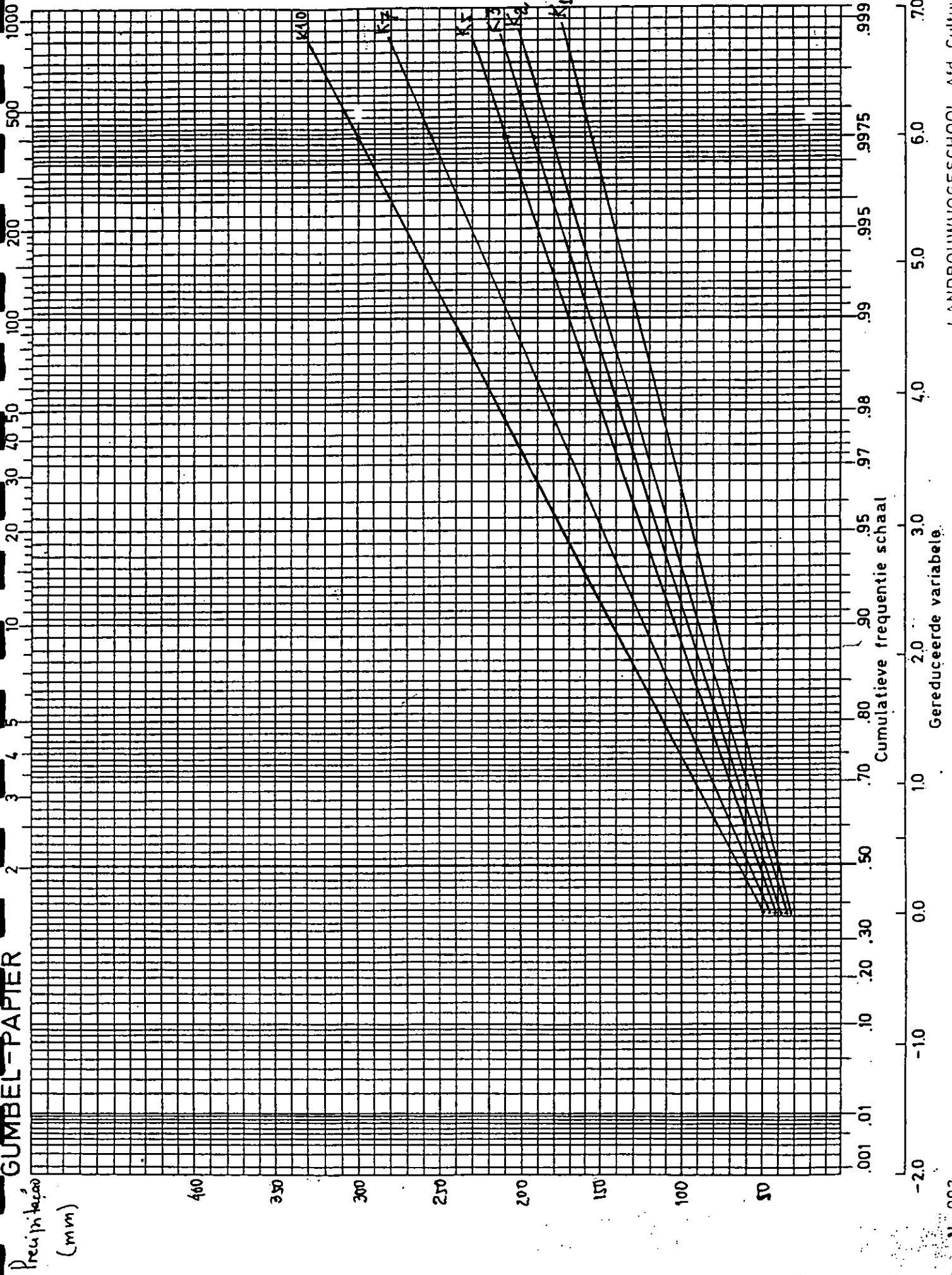
$\frac{1}{1 - e^{-y}}$

1000
 500
 200
 100
 50
 40
 30
 20
 10
 5
 4
 3
 2

ANEXO 4C

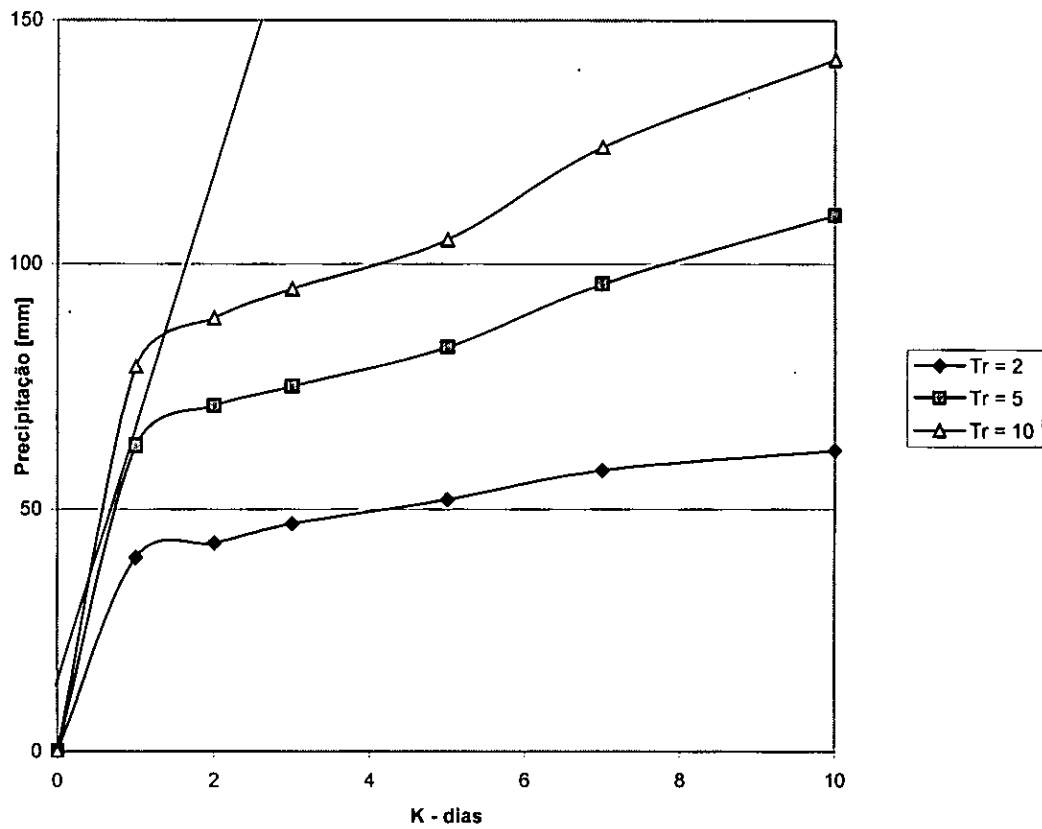
RECTAS DE GUMBEL

-JANEIRO



Anexo 4d: Curvas de Duração para o mês de Janeiro

Curva de Duração Frequência para o mês de Janeiro



Anexo 5a). Dados diários de Precipitação – Mês de Fevereiro

Anos/dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1972-02	2.2	40.6	30.7	69.8	6.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	9.2	0.1	4.5	6.0	0.1	7.5	16.3	11.1	0.1	0.0	0.0	0.5	1.2	0.0	6.9	
1973-02	5.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.2	27.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	115.2	46.0	0.6	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	
1974-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	
1980-02	0.0	0.0	0.5	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.1	3.4	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.8	8.0	93.3	11.1	59.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	2.3	
1981-02	15.6	2.5	9.0	0.0	113.1	17.7	3.0	5.8	0.0	0.4	0.0	0.0	1.0	16.1	0.0	2.9	0.2	26.1	14.8	15.0	0.0	8.2	0.4	1.6	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	
1982-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	4.1	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	1.0	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0
1984-02	83.0	0.0	16.5	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	2.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.8	0.0	0.0
1985-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	94.5	127.0	43.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	4.4	1.4	3.1	2.3	4.5	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986-02	0.0	30.6	27.3	6.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	11.5	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
1987-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989-02	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	0.0	10.3	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	2.3	3.5	8.2	2.2	0.0	0.0	52.0	1.1	0.0	34.0	13.4	1.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
1990-02	6.6	2.0	0.0	0.0	18.2	86.0	14.6	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	16.6	0.0	1.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1991-02	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	127.3	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	17.5	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993-02	39.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	15.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	30.2	2.5	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	8.4	2.0	3.4	0.0
1994-02	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.4	0.0	2.6	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	
1995-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1996-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	3.2	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	9.1	0.2	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	
1997-02	0.0	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	17.6	4.3	0.0	18.1	0.0	12.5	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	12.0	8.4	0.0	0.0
1998-02	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	7.3	47.8	0.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999-02	0.0	9.3	0.0	4.6	15.5	0.0	0.0	88.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	7.8	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	0.0	0.0	0.0	
2000-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170.0	37.7	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	0.0	0.0	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.9	
2001-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	18.5	30.0	62.5	0.0	0.0	8.3	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

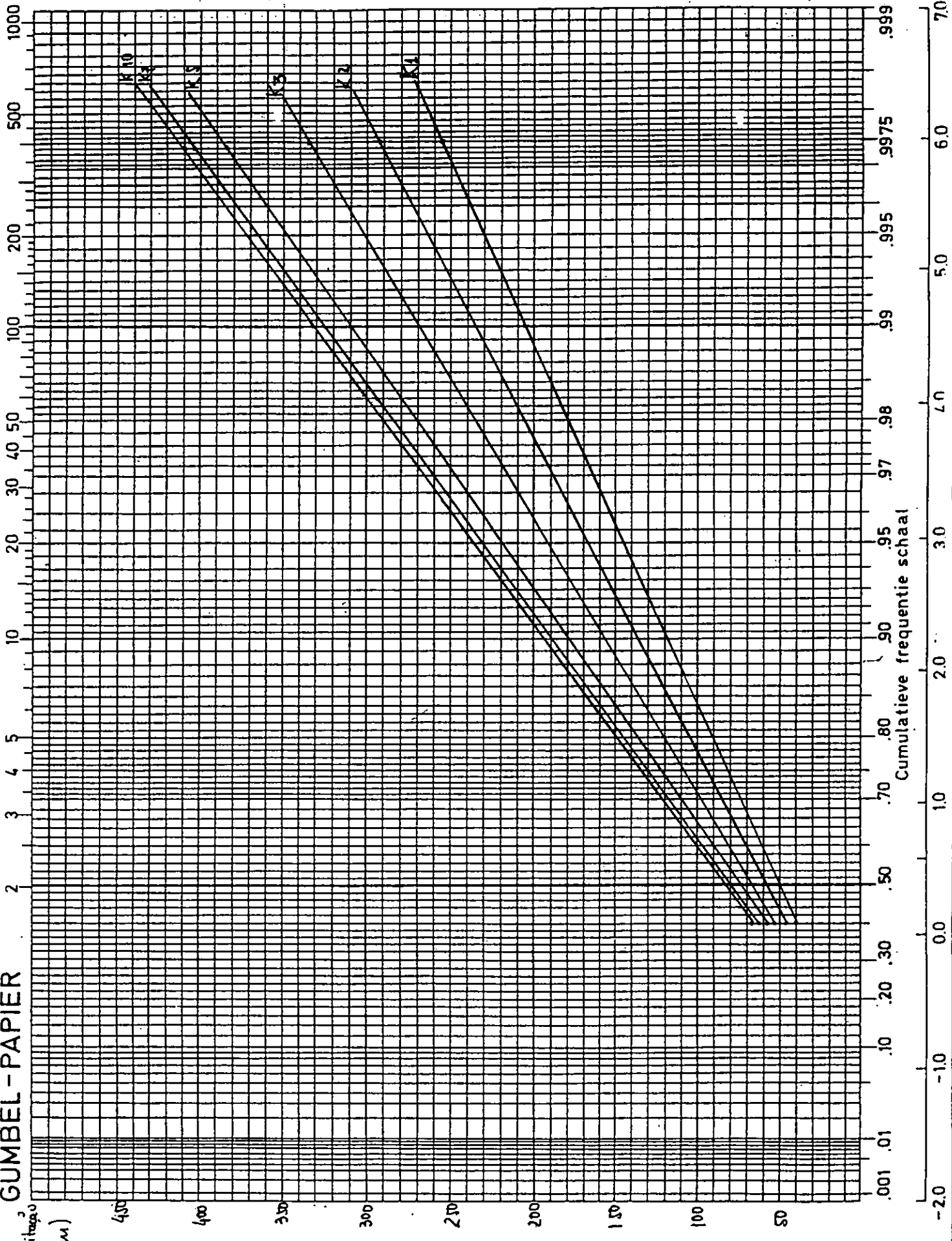
Anexo 5b: Resultados da análise de Gumbel para o mês de Fevereiro (mm).

n	K1	K2	K3	K5	K7	K10	f=n/(n+1)
1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.8	4.8	0.040
2	4.8	4.8	4.8	4.8	7.3	4.8	0.080
3	9.0	9.3	9.3	11.6	12.7	13.0	0.120
4	9.1	9.4	9.4	12.7	17.9	20.4	0.160
5	16.7	18.9	18.9	18.9	18.9	29.9	0.200
6	20.4	29.1	20.4	29.9	29.9	36.6	0.240
7	23.5	29.9	33.4	34.9	37.0	37.0	0.280
8	30.6	33.3	36.5	36.5	38.0	38.0	0.320
9	33.3	33.4	38.0	38.0	56.8	56.9	0.360
10	36.5	36.5	39.2	62.4	65.9	65.9	0.400
11	39.2	39.2	53.1	65.9	67.0	68.2	0.440
12	52.0	52.0	57.9	67.5	67.5	68.5	0.480
13	53.0	53.0	89.8	107.5	107.5	107.5	0.520
14	62.5	62.5	99.5	108.4	110.2	110.2	0.560
15	69.8	83.0	100.8	110.2	117.7	119.2	0.600
16	83.0	88.3	104.2	111.0	124.8	124.8	0.640
17	86.0	100.5	104.2	113.2	127.4	140.0	0.680
18	88.3	104.2	111.0	113.2	127.4	140.0	0.720
19	93.0	104.2	112.6	140.2	150.1	150.1	0.760
20	113.1	113.1	130.8	149.9	160.9	162.6	0.800
21	115.2	130.8	161.8	161.8	162.6	167.1	0.840
22	127.0	161.2	163.9	172.7	172.7	173.1	0.880
23	127.3	170.0	170.0	211.2	240.2	240.2	0.920
24	170.0	170.0	221.5	264.8	276.0	276.0	0.960
med	61.1	68.4	79.0	89.6	95.9	98.1	
STD	46.1	53.1	61.1	69.7	73.6	73.7	

Duracao	K1	K2	K3	K5	K7	K10	Formulas	
Valores								
x	61.1	68.4	79.0	89.6	95.9	98.1		
std	46.1	53.1	61.1	69.7	73.6	73.7		
a	0.028	0.024	0.021	0.018	0.017	0.017	1/a = 0.780.std	
xo	40.37	44.46	51.5	58.25	62.74	64.94	xo = x - 0.577/a	
y1 = 0	x1 =	40.37	44.46	51.5	58.25	62.74	64.94	x1 = xo + 1/a. y1
y2 = 6	x2 =	256.3	293	337	384.6	407.4	409.9	x2 = xo + 1/a. y2

GUMBEL - PAPIER

Precipitação
(mm)



ANEXO 5C

RETAS DE
GUMBEL
- FEVEREIRO

$$\frac{1}{1-e^{-y}}$$

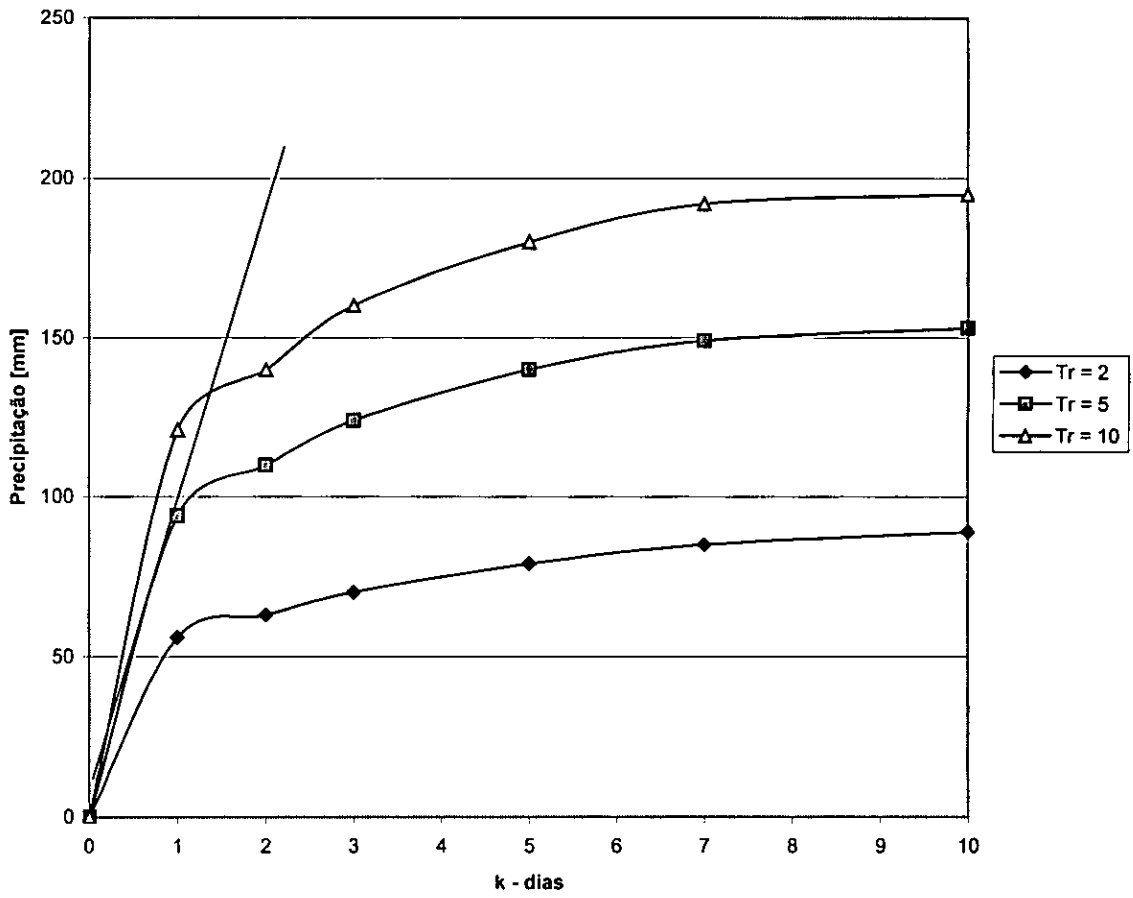
$$e^{-y}$$

Cumulativa frequentie schaal

y

Anexo 5d: Curvas de Duração para o mês de Fevereiro

Curvas de Duração - Frequência para o mês de Fevereiro



Anexo 6a: Dados de infiltração - ponto nº 1.

Tempo (min)	leituras (cm)	lacumulado (cm)	lacumulado (mm)	Observação
0	3.1			
0.25	3.6	0.5	5	
0.5	4.5	1.4	14	
1	4.9	1.8	18	
2	6	2.9	29	
3	7.1	4	40	
4	8	4.9	49	
5	9.7	6.6	66	
6	10.6	7.5	75	Acréscimo de água
7	4	8	80	
8	4.9	8.9	89	
9	5.8	9.8	98	
10	6.6	10.6	106	
11	7.4	11.4	114	
12	8.3	12.3	123	
13	9.1	13.1	131	
14	10	14	140	
15	10.8	14.8	148	
16	11.4	15.4	154	
17	11.9	15.9	159	
18	12.3	16.3	163	

Anexo 6b: Dados de infiltração - ponto nº 2.

Tempo (min)	leituras (cm)	lacumulado (cm)	lacumulado (mm)	Observação
0	6.8			
0.25	7.2	0.4	4	
0.5	7.5	0.7	7	
1	8	1.2	12	
2	8.8	2	20	
3	9.5	2.7	27	
4	10.3	3.5	35	
5	10.9	4.1	41	
6	11.8	5	50	
7	12.3	5.5	55	
8	13	6.2	62	Acréscimo de água
9	7.1	6.6	66	
10	8.1	7.6	76	
11	8.9	8.4	84	
12	9.7	9.2	92	
13	10.5	10	100	
14	11.3	10.8	108	
15	12	11.5	115	
16	12.9	12.4	124	
17	14.1	13.6	136	

Anexo 8a: Dados e Cálculo da Permeabilidade – Furo nº 1.

S	7123454	Nome: Maganha	
E	493263	Data:	30.11.02
Leitura1			
R	35	W'	50
r	5	H=D'-W'	50
t (s)	Leituras(cm)	Δh	Soma Δh
0	98		
10	95	3	3
20	92	3	6
30	89.2	2.8	8.8
*40	86.4	2.8	11.6
60	84.4	2	13.6
70	82.4	2	15.6
80	80.8	1.6	
	delta t	40	
	$\Delta h/\Delta t$	0.29	
	$1/4[ht_1-w]$		
h'=	$1/2[ht_1+ht_n]-w$	39.4	
h>	H/5	10	
	c	13.96	
K	$c^* \Delta h/\Delta t$	4.05	
Leitura2			
R	35	W'	52
r	5	H=D'-W'	53
t (s)	Leituras (cm)	Δh	Soma Δh
0	99.3		
10	96.3	3	3
20	93.3	3	6
30	90.4	2.9	8.9
*40	88	2.4	11.3
60	85.5	2.5	13.8
70	83.5	2	15.8
80	81.7	1.8	
	delta t	40	
	$\Delta h/\Delta t$	0.2825	
	$1/4[ht_1-w]$		
h'=	$1/2[ht_1+ht_n]-w$	38.5	
h>	H/5	10.6	
	c	13.33	
K	$c^* \Delta h/\Delta t$	3.77	

*Leitura válida para o cálculo

Anexo 8b: Dados e Cálculo da Permeabilidade – Furo n.º 2.

S	7123999	Nome: Maganha									
E	492907	Data:	30.11.02								
Leitura 1					Leitura 2						
R	35	W'	52	D'	100	R	35	W'	55	D'	105
r	5	H=D'-W'	48			r	5	H=D'-W'	50		
t (s)	Leituras (cm)	Δy	Soma Δy			t (s)	Leituras (cm)	Δy	Soma Δy		
0	98.3					0	103.5				
10	95.3	3	3			10	100.5	3	3		
20	92.3	3	6			20	97.5	3	6		
30	89.6	2.7	8.7			30	94.7	2.8	8.8		
*40	87.1	2.5	11.2			*40	92.1	2.6	11.4		
60	84.8	2.3	13.5			60	89.5	2.6	14		
70	82.5	2.3	15.8			70	87.6	1.9	15.9		
80	80.6	1.9				80	85.8	1.8			
	Δt	40				Δt	40				
	$\Delta y/\Delta t$	0.28				$\Delta y/\Delta t$	0.285				
	$1/4[ht_1-w]$					$1/4[ht_1-w]$					
h'	$1/2[ht_1+ht_n]-w$	37.45			h'	$1/2[ht_1+ht_n]-w$	39.65				
h' >	H/5	9.6			h' >	H/5	10				
	c	14.79				c	13.93				
K	$c \cdot \Delta y / \Delta t$	4.14			K	$c \cdot \Delta y / \Delta t$	3.97				

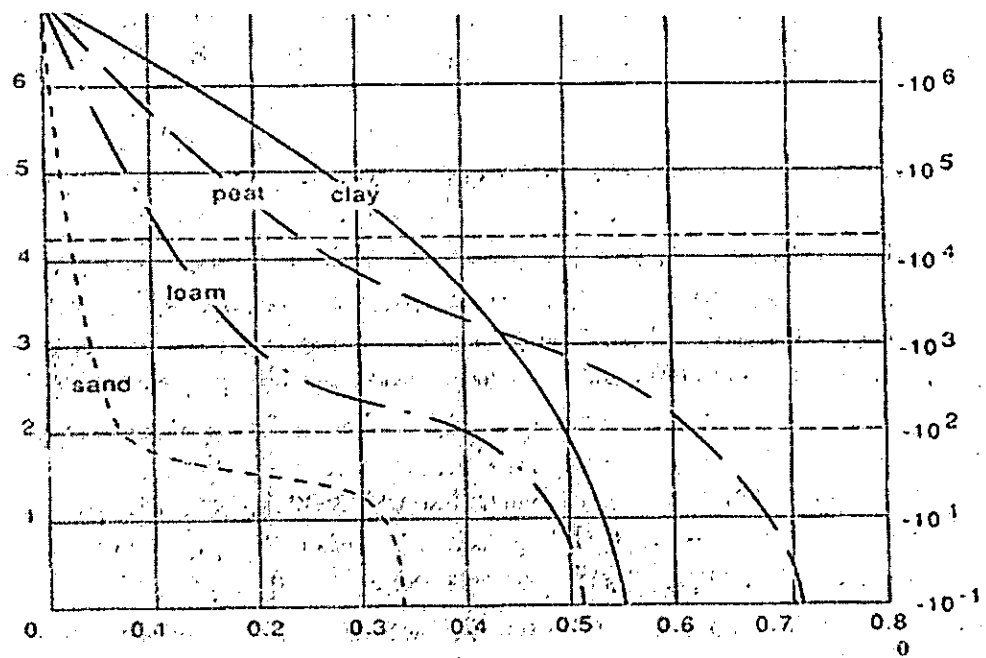
*Leitura válida para o cálculo

Anexo 8c: Dados e Cálculo da Permeabilidade – Furo nº 3.

S	7124071	Nome: Maganha	
E	492769	Data:	30.11.2002
Leitura 1			
R	35	W'	65
r	5	H=D'-W'	50
t(s)	Leituras(cm)	Δy	Soma Δy
0	114.8		
10	111.8	3	3
20	108.8	3	6
30	106	2.8	8.8
*40	103.3	2.7	11.5
60	100.6	2.7	14.2
70	98.3	2.3	16.5
80	96	2.3	
	Δt	40	
	$\Delta y/\Delta t$	0.2875	
	$1/4[ht_1-w]$		
h'	$1/2[ht_1+h_{tn}]-w'$	40.4	
h>	H/5	10.00	
c		13.84	
K	$c^* \cdot \Delta y/\Delta t$	3.98	
Leitura 2			
R	35	W'	65
r	5	H=D'-W'	52
t(s)	Leituras(cm)	Δy	Soma Δy
0	114		
10	110.8	3.2	3.2
20	107.8	3	6.2
30	104.8	3	9.2
*40	102.1	2.7	11.9
60	99.5	2.6	14.5
70	96.9	2.6	17.1
80	94.9	2	
	Δt	40	
	$\Delta y/\Delta t$	0.2975	
	$1/4[ht_1-w]$		
h'	$1/2[ht_1+h_{tn}]-w'$	39.45	
h>	H/5	10.4	
c		13.43	
K	$c^* \cdot \Delta y/\Delta t$	4.00	

*Leitura válida para o cálculo

Anexo 7



Curva Genérica de pF