

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

- ACOMPANHAMENTO DO PROJETO DE OCUPAÇÃO DA BORDA DO LAGO DE ITAPARICA - MARGEM ESQUERDA
- IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, DENOMINADO, ANTECIPADO MODELO E.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS II

ALUNO: ANTÔNIO WILSON VITORIANO - MATRÍCULA 8011236-5

AGOSTO/87



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

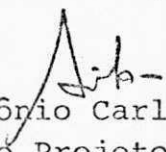
Sumé - PB

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins, que o estudante Antônio Wilson Vitoriano, mat. 8011236-5 do curso de Engenharia Civil do Campus II da Universidade Federal da Paraíba, esteve nesta Empresa acompanhando a execução do Projeto de Ocupação da Borda do Lago de Itaparica, Margem Esquerda, no período de 14/01/87 à 30/07/87 prestando 8:30 hs diárias de segunda a sexta-feira, perfazendo um total de 1.130 horas.

Informamos que o estagiário recebeu orientação de técnicos desta empresa, tendo o mesmo obtido um bom rendimento, na função que desempenhou.

Recife, 21 de Agosto de 1987


Engº Antônio Carlos A. Vidon
Coord. do Projeto Itaparica

Í N D I C E

1. APRESENTAÇÃO
2. INTRODUÇÃO GERAL
3. OBJETIVO
4. TRABALHOS DESENVOLVIDOS
 - 4.1 - Mapeamentos de Solos Irrigáveis
 - 4.1.1 - Resumo das Classes de Solos
 - 4.2 - Cálculo da Demanda D'Água
 - 4.3 - Irrigação Parcelar
 - 4.3.1 - Considerações Gerais
 - 4.3.2 - Concepção dos Lotes Tipo
 - 4.3.3 - Dimensionamento do Sistema de Irrigação Parcelar
 - 4.4 - Rede de Distribuição de Água aos Lotes
 - 4.5 - Sistema de Captação e Adução
 - 4.5.1 - Generalidades
 - 4.5.2 - Captação
 - 4.5.3 - Concepção e Descrição da Opção Escolhida
 - 4.5.5 - Sistema de Adução
5. CONCLUSÃO
6. BIBLIOGRAFIA
7. ANEXOS

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas pelo aluno no ANTÔNIO WILSON VITORIANO, matriculado sob o nº 8011236-5, no curso de Engenharia Civil, nesta Universidade, durante o estágio supervisionado, realizado na THEMAG ENGENHARIA LTDA., na cidade de Recife - frente ao Projeto Itaparica, no período compreendido entre 14 de janeiro de 1987 à 30 de julho de 1987, sob a orientação do Engenheiro Antônio Carlos A. Vidon, coordenador do Projeto Itaparica.

No presente relatório, procurou-se discriminar da maneira mais objetiva possível, os trabalhos realizados pelo aluno durante o estágio a que se submeteu, na THEMAG ENGENHARIA.

2. INTRODUÇÃO GERAL

Em março de 1986, a CHESF, preocupada em solucionar o grave problema do reassentamento da população rural a ser atingida pelo futuro lago da UHE de Itaparica, solicitou à THEMAG um estudo de viabilidade de ocupação da borda do futuro lago, em particular, no Estado de Pernambuco.

Os estudos foram iniciados com um reconhecimento pedológico da área, acompanhado de viagens ao campo por equipe mais efetiva da região.

Com base nos estudos realizados, foram propostos à CHESF alguns modelos de exploração da área, os quais, ao longo do tempo, foram sendo aprimorados.

Consolidando todas as atividades desenvolvidas, foi emitido um primeiro relatório contendo um plano geral de reassentamento, ao final do terceiro mês de estudos.

A tal evento seguiram um loteamento preliminar, uma melhor definição da estrutura viária e de nucleação rural, o estabelecimento de critérios de projeto, o estabelecimento de uma primeira estratégia de implantação do projeto, etc. Tais aspectos foram consolidados num segundo relatório.

Após diversas discussões efetuadas com equipes da CHESF e de órgãos financiadores, a THEMAG foi solicitada a preparar documentação contendo projetos básicos de áreas típicas e pré-dimensionamento das instalações, a nível de anteprojeto, para toda área, de forma que quantitativos físicos e financeiros do projeto pudessem ser melhor estudado, objetivando a preparação de elementos para um "appraisal" de um órgão financiador.

Foi então apresentado um relatório, a nível de anteprojeto,

consubstanciando todas as informações básicas dos estudos mul
ti-disciplinares até então desenvolvidos.

Durante o período de estágio, o aluno teve oportunidade de acompanhar o projeto executivo de irrigação e drenagem de uma área de 97,5ha à borda do lago de Itaparica, denominado "projeto de reassentamento antecipado modelo E". Tal projeto será uma área piloto para a implantação de mais 5.790 ha à borda do futuro lago de Itaparica no estado de Pernambuco, projeto este já aprovado pelo órgão financiador.

Basicamente as atividades desenvolvidas durante o acompanha
mento do Projeto foram:

- Mapeamento de solos irrigáveis
- Cálculo de demanda d'água para irrigação
- Loteamento: Sistema de irrigação parcelar
- Traçado e dimensionamento de rede de adução e distribuição d'água aos lotes agrícolas
- Sistema de captação e adução.

3. OBJETIVO

O referido estágio teve como objetivo apresentar todos os pas
sos para a execução de um projeto de irrigação, conciliando os conhecimentos adquiridos em sala de aula aos adquiridos na vida prática, bem como proporcionar ao estagiário experiência para lidar com os problemas inerentes a execução de um proje
to de irrigação e drenagem.

4. TRABALHOS DESENVOLVIDOS

4.1 - Mapeamento de Solos Irrigáveis

A presente etapa dos estudos foi desenvolvida em cartografia na escala 1/5000 (fotografia convencional), com curvas de nível espaçadas de 1,0m .

A identificação dos solos e suas conceituações e distinções em classes e fases seguem basicamente as normas e critérios adotados pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA, 1979a, EMBRAPA, 1981) e pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 1984); relativamente de acordo com o Soil Survey Manual (USDA, 1951) e Soil Taxonomy (USDA, 1975).

Os solos são caracterizados em forma ordenada decrescente nos níveis de classificação adotados pelo SNLCS (EMBRAPA, 1981), abrangendo ordem, subordem, grande grupo, etc.

Em primeiro nível foram distinguidas, na área, as seguintes classes:

- . PLANOSSOLO
- . VERTISSOLO
- . BRUNO NÃO CÁLCICO
- . REGOSSOLO

4.1.1 - Resumo das classe de solos

- PLANOSSOLO

Compreende uma classe de solos com horizonte B textural que se particularizam especialmente por apresentarem transição abrupta e drenagem imperfeita.

Possuem tipicamente um horizonte superficial com textura mais leve (geralmente em torno de areia franca) ,

friável, de fácil manejo, acentado abruptamente sobre um horizonte franco-argiloso-arenoso coeso, extremamente duro, quase impermeável, de cor acinzentada, indicativos de problemas de drenagem.

Na área de domínio dos arenitos cretáceos os Planossolos possuem um aspecto muito peculiar, que os tornam bem diferentes da maioria dos Planossolos que ocorrem em abundância, desenvolvidos de rochas cristalinas do Pré-Cambriano, no nordeste semi-árido. É a grande espessura do horizonte A que pode chegar aos 130cm.

Por essa razão, foram distinguidos como Planossolos de A espesso.

- BRUNO NÃO-CÁLCICO

Esses solos moderadamente rasos, (50cm a 1 m de profundidade), das regiões de transição entre floresta e campinas, que apresentam horizonte superficial de coloração bruna (marrom), não muito escuro, e que se tornam endurecidos quando secos. O horizonte B geralmente tem cor vermelha e apresenta evidências de acumulação de argilas que tem acentuada capacidade de troca de cátions. Os conteúdos de cálcio, magnésio e potássio trocáveis são elevados. Algumas vezes eles são denominados Mediterrânico Vermelho-amarelo (equivalente tropical).

Os Brunos não-Cálcicos são comuns nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, onde existe uma vegetação chamada "caatinga", caracterizada por conter muitos arbustos espinhosos e cactos. A pequena espessura desses solos é devida principalmente às condições do clima, com chuvas escassas e mal distribuídas. A escassez de umidade dificulta a decomposição das rochas e, conseqüentemente, o

aprofundamento do solo. Por outro lado, as chuvas mal distribuídas, concentraram-se em alguns meses do ano sob a forma de grandes aguaceiros, o que provoca forte erosão, fator também que contribui para a pequena profundidade. É comum a ocorrência sobre a superfície de uma camada de pedras de tamanho variado, deixadas pela erosão que remove partículas menores.

A maior limitação à agricultura dos Bruno não-Cálcicos está na pequena espessura do perfil, no excesso de pedras na superfície, além da escassez das chuvas. Não existem grandes limitações de fertilidade, porque estes solos são bastante ricos. No Brasil, a maior parte das áreas ocupadas com esses solos servem como pastagens naturais para gado bovino e caprino.

- REGOSSOLO

São solos pouco desenvolvidos. Possuem horizonte A diretamente assentado sobre horizonte C ou rocha consolidada.

O pouco desenvolvimento desses solos deve se a serem jovens, ainda em fase inicial de formação a partir de materiais de origem recentemente depositados ou, então, porque estão situados em lugares muito declivosos, nos quais a velocidade da erosão é igual ou maior que a velocidade de transformação da rocha em solo. O Regassolo é solo em início de formação sobre mantos de intemperização muito profundos, uniformes e soltos, tais como os saibros e as areias. A sequência de horizontes é A-C. O relevo é normalmente constituído de colinas com declives suaves e a vegetação é variada, desde campos com arbustos espessos até floresta. Quando esse solo se desenvolve em sedimentos muito arenosos, compostos quase que exclusivamente de quartzo, ele pode ser denominado Areia Quartzosa.

- VERTISSOLO

São solos normalmente cinza-escuros, com elevado teor de um tipo de argila chamada montmorilonia, que tem a propriedade acentuada de expansão, com o umedecimento, e contração com a secagem. Eles situam-se normalmente em baixadas planas ou quase planas e a topografia pode apresentar o aspecto particular, formando uma série de montículos arredondados, denominados microrrelevo "gilgai". O grumossolo também é conhecido por: regur, argila preta tropical, barro preto e massapé do Nordeste do Brasil.

Em consequência da contração das argilas na estação seca, a superfície desses solos apresenta uma grande quantidade de fendilhamentos. As fendas, em muitos casos, podem atingir 10 a 20 cm de largura na superfície e estendem-se até profundidades de 50 cm a 1 m. Na estação seca do ano, quando o solo apresenta-se fendilhado, o material mais solto da superfície pode cair nas fendas. Vindo a estação das águas, a massa do solo se expande e as fendas são então fechadas, mas como elas já foram parcialmente preenchidas pelo material caído da superfície, o solo "estufa-se" formando montículos característicos.

O fenômeno de fendilhamento e contração faz com que o perfil do grumossolo esteja sempre em movimentação, e em consequência apresenta pouca formação de horizontes. Normalmente distingue-se nele apenas o horizonte A, de 15 a 20 cm de espessura, que possui estrutura granular e está assentado sobre uma massa argilosa de 50 cm a 1,5m de espessura, com estrutura em blocos angulares, cujos torrões apresentam em sua superfície marcas do deslizamento provocado pela expansão das argilas. Essas

marcas são denominadas superfícies de fricção ou slickensides.

A capacidade de serem aproveitados para agricultura depende em larga escala, da manutenção de um teor adequado de umidade. Quando muito úmidos são muito pegajosos aderido aos instrumentos, o que dificulta o trabalho das máquinas. Quando começam a secar, tornam-se muito duros para serem trabalhados e os fendilhamentos podem vir a arrebentar as raízes. Por outro lado, os fenômenos periódicos de contração e expansão são fatores que afetam também os trabalhos de engenharia civil, fazendo esses solos apresentarem limitações severas para o estabelecimento de fundações de edificações, ou leitos de rodovias.

4.2 - Cálculo da Demanda D'água

Para o dimensionamento do sistema de irrigação observou-se o balanço hídrico para cada modelo a ser implantado, obtendo-se a partir daí as vazões do projeto.

Após a coleta e análise dos dados climatológicos disponíveis, selecionou-se, como representativo da região, os dados de precipitação do posto de Petrolândia, por dispor de uma série significativa e estar localizado, dentro da área do projeto. Quanto aos demais dados climatológicos, o posto que se mostrou mais apropriado ao estudo foi o de Paulo Afonso, por estar localizado junto ao reservatório de mesmo nome e próximo à área do projeto, sob as mesmas condições que serão observadas futuramente na Borda do Lago de Itaparica.

O cálculo da evapotranspiração potencial foi feito por quatro métodos: Tanque Classe A, Hargreaves, Blaney e Cridle e Blaney e Cridle modificado; tendo-se obtido resultados semelhantes, optou-se pelo método do Tanque Classe A, por ser

um método de maior confiabilidade e aceitação.

Os coeficientes do tanque (K_p) foram definidos, mês a mês, segundo a variação climatológica da região e condição de instalação do tanque (ver tabela 4.2.1).

Foram também obtidos os coeficientes K_c das diversas culturas, para o cálculo de uso consuntivo de cada modelo de exploração agrícola.

No cálculo da precipitação efetiva foi utilizado o método do Soil Conservation Service (USOS, SCS). O estudo iniciou-se pela determinação da precipitação confiável, que é a precipitação com 75% de garantia de ocorrência.

De posse dos parâmetros físicos médios para cada tipo de solo e das profundidades radiculares efetivas médias das diversas culturas, chegou-se às lâminas d'água necessárias para cada modelo agrícola (ver tabela 4.2.2).

Com os valores de uso consuntivo, precipitação confiável e de lâminas d'água necessárias para cada tipo de modelo, determinou-se as precipitações efetivas mensais.

Os resultados finais do balanço hídricos podem ser observados nas tabelas 4.2.3 a 4.2.6, em cujas vazões considerou-se uma eficiência de aplicação de 70% para o sistema de aspersão e 16 horas de funcionamento máximo.

Cabe ainda ressaltar que para fins de dimensionamento, a vazão adotada foi de 1,4 L/s/ha, obtida a partir da evapotranspiração potencial do mês mais crítico, 211mm em novembro, e do coeficiente cultural médio $K_c = 0,8$.

4.3 - Irrigação Parcelar

4.3.1 - Considerações gerais

A modalidade de irrigação parcelar que se adotou foi o sistema por aspersão fixo, ou seja, toda a tubulação de distribuição interna do lote se encontra fixa e enterrada.

Sendo a velocidade do vento muito alta na região, optou-se por aspersores com baixa precipitação. Outra técnica usada para combater os efeitos do vento, foi o funcionamento do sistema em blocos de 9 ou 12 aspersores. O sistema de blocos consiste em três linhas laterais em funcionamento simultâneo, em cada linha devendo funcionar 3 ou 4 aspersores adjacentes de modo que seja formado um sistema fechado onde a distribuição de água é mais uniforme, mesmo em presença de vento.

Foram utilizados aspersores com dois bocais pressão de serviço de 25 m.c.a. O espaçamento utilizado foi 12m x 12m, com eficiência de aplicação de 70%.

Para se evitar baixas intensidades de aplicação que possam causar uma má uniformidade de distribuição, não foi utilizada precipitação inferior a 4,4 mm/h. Precipitações muito altas também foram evitadas para que não ocorresse escoamento superficial e nem umidade excessiva do solo que viesse causar, respectivamente, problemas de erosão e salinidade. Para limite superior de precipitação usou-se o valor de 12,1mm/h.

4.3.2 - Concepção dos lotes tipo

O modelo padrão concebido para o loteamento consiste, basicamente, numa área de 6,0 ha desmembrável em unidades mínimas de 1,5 ha que, se necessário, poderão funcionar simultânea e independentemente. A partir desse área modulável,

poderão ser formados lotes intermediários de 3ha (2x1,5ha) e 4,5ha (3x1,5ha) que serão ocupados em função da força de trabalho familiar dos reassentados.

As dimensões dos módulos de 6 ha usados no loteamento se encontram na tabela 4.3.1.

TABELA 4.3.1

NOMENCLATURA DOS MÓDULOS DE 6 ha

DIMENSÃO (m ²)	NOMENCLATURA
288 x 216	Lote tipo 3
216 x 288	Lote tipo 4

Para fazer face às dificuldades de loteamento, advindas da distribuição irregular de terras potencialmente irrigáveis, foram criados, além do módulo de 6 ha divisível, lotes tipo de 1,5 ha, 3 ha e 4,5 ha, que, embora não sejam divisíveis em lotes menores, mantêm o funcionamento em bloco e o espaçamento utilizados nos módulos de 6 ha do qual se originaram. O lay out dos lotes está no anexo.

Em cada lote tipo foi prevista uma área a sua volta que servirá como caminho de serviço, não sendo portanto considerada como área líquida irrigada do lote. O lay out dos lotes está no anexo.

Em face das necessidades hídricas do modelo agrícola e E, da definição do espaçamento e da configuração geométrica

dos lotes tipo, passa-se à distribuição de aspersores de maneira a otimizar a aplicação de água dentro dos critérios adotados.

Desta forma a otimização do uso do bloco em cada lote tipo foi necessária para a uniformização do aspersor utilizado. A escolha do aspersor e a determinação da vazão dos lotes estão na tabela 4.3.2.

4.3.3 - Dimensionamento do sistema de irrigação parcelar

A determinação do diâmetro dos ramais foi feita preestabelecendo uma perda de carga máxima de 20% da pressão de serviço do aspersor entre a primeira e a última posição de aspersor quando o bloco funciona na condição mais desfavorável. Na linha principal foi usado o mesmo critério.

Para a determinação das perdas de cargas foi utilizado a fórmula universal de Darcy-Weysbach e a fórmula do Colebrook-White com coeficiente de rugosidade $K = 0,06$ (PVC). A água foi considerada a 20°C.

A tabela 4.3.3 mostra uma síntese do dimensionamento dos lotes tipo.

4.4 - Rede de Distribuição de Água aos Lotes

A rede de distribuição de água aos Lotes é a parte do sistema de adução, de onde as tomadas d'água para os lotes são derivadas. Nos modelos do reassentamento antecipado, para diâmetros superiores a 75mm, a rede será em PVC, junta elástica, classes 15 ou 20; em se tratando dos diâmetros 75mm e 50mm o material usado será PVC junta elástica classe 12. As tomadas d'água dos lotes ao longo da rede de distribuição serão em PVC flangeado, independente do diâmetro. Ao longo da rede foram previstos blocos de ancoragem para curvas e tês no in

tuito de eliminar solicitações prejudiciais à tubulação. Os perfis longitudinais das linhas de distribuição foram traçados a fim de localizar devidamente pontos altos suscetíveis de acúmulo de ar e nestes pontos foram colocadas ventosas. Nos pontos baixos foram previstas descargas de fundo para o esvaziamento da tubulação quando se fizer necessário.

É previsto uma estrada em toda extensão da rede para eventual manutenção e acesso a poços de visita de descargas de fundo e ventosas.

O esquema hidráulico de distribuição está apresentado no anexo.

4.5 - Sistema de Captação e Adução

4.5.1 - Generalidades

O abastecimento do modelo antecipado E se dará em duas fases distintas:

a) 1ª Fase

Antes do enchimento do reservatório; neste período os lotes serão abastecidos a partir de uma estação de bombeamento instalada na margem do rio São Francisco.

b) 2ª Fase

Depois do enchimento do reservatório, a estação elevatória terá sua localização definitiva próxima da margem do lago, a uma distância que garanta a sub-mergência mínima da sucção, ou poderá ser desativada em função de uma eventual integração com o restante do loteamento.

As diferenças entre as alturas manométricas das duas fases são significativas, havendo necessidade de troca ou recorte dos rotores, e até de substituição das eletrobombas.

4.5.2 - Captação

Em função das especificidades do reassentamento antecipado, ficou determinado que a captação seria em estruturas flutuantes, sendo propostas três variantes:

- a) A captação repousando sobre uma berma escavada no barranco do rio na primeira fase da implantação. A solução oferece a vantagem de ser uma instalação estável, não sujeita a flutuações e à correnteza do rio. Na medida em que o reservatório fosse se formando, a captação acompanharia a elevação do mesmo;
- b) Esta segunda variante diferencia da primeira pelo fato de ainda na fase I, a captação já operar como flutuante num reservatório escavado junto ao rio;
- c) A terceira variante consiste em instalar a captação flutuante na própria calha do rio, a uma distância da margem que a permita flutuar em qualquer condição de nível de água do rio, com uma lâmina d'água que satisfaça as condições hidráulicas necessárias ao funcionamento das bombas.

Devido aos elevados custos de escavação das duas primeiras alternativas, optou-se pela terceira solução.

4.5.3 - Concepção e Descrição da Opção Escolhida

A captação constará essencialmente de uma plataforma fixa

em cima de flutuadores. Os flutuadores e os suportes da plataforma serão de aço e o piso em elementos de concreto armado sobre uma estrutura em perfis metálicos soldados ou presos aos flutuadores.

Os flutuadores serão orientados de modo a ficarem dispostos perpendicularmente ao sentido dos esforços que poderão solicitar a captação, principalmente os esforços hidrodinâmicos provenientes dos transientes hidráulicos.

A captação será ancorada por cabos amarrados em 4 cantos do flutuante. Cada um destes cabos será amarrado a uma porta em concreto mergulhada no fundo a uma distância / igual a pelo menos duas vezes a maior profundidade. O mesmo receberá num ponto intermediário um peso destinado a combater os deslocamentos do flutuante.

4.5.4 - Sistema de Recalque

No modelo E, a captação é composta por 4 bombas. As bombas escolhidas são do tipo centrífugas de eixo horizontal.

Cada captação constará dos seguintes equipamentos:

- . válvula de pé com crivo
 - . válvula de retenção
 - . junta GIBAULT
 - . registro de gaveta
- e as demais conexões e acessórios.

4.5.5 - Sistema de Adução

O modelo de exploração será abastecido a partir de uma única tubulação. Esta tubulação será de aço, sendo este material escolhido por ser menos vulnerável quando exposto so

bre o terreno. Os tubos terão 12 metros de comprimento e serão interligados por acoplamentos próprios, proporcionando maior flexibilidade. A concepção deste tipo de conexão permite, além disso, absorver facilmente os efeitos de grandes variações térmicas como também de resistir a solicitações longitudinais que poderão ocorrer quando se remover a tubulação durante a passagem da fase 1 para a fase 2. O diâmetro da tubulação utilizado será de 12" sendo a espessura da parede de 2,65mm.

5. CONCLUSÃO

O estágio a que me submetí fez-me adquirir relevantes experiências, as quais foram de grandezas inestimáveis.

Durante o estágio pude fazer importantes associações das orientações recebidas em salas de aula, com as aplicações práticas de muitas daquelas teorias que em determinados momentos quase chegaram a aborrecer, justamente pela ansiedade que nos consume de ver realizado em alguma ocasião, tudo aquilo que nos era ensinado.

O estágio foi de grande importância, pois tive a oportunidade de conviver com a realidade dos fatosocorrentes rotineiramente em um Projeto de Irrigação, depois de cumprir um ciclo de ensinamentos teóricos.

Foi, enfim, uma experiência nova, que marcou o início de série de experiências, que acumuladas, passam a fornecer subsídios para o desenvolvimento de um trabalho digno e útil, dentro da profissão que escolhi.

6. BIBLIOGRAFIA

Relatório do Projeto de Ocupação do Lago de Itaparica,
Margem Esquerda - Tomo I e III.

Manual de Irrigação
Salassier Bernardo

Os Métodos de Irrigação
Antônio Fernando Lordelo Olitta

Irrigação Por Aspersão
Asbrasil Nordeste Irrigação Ltda.

7. ANEXOS

TABELA: 4.2.1

CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL
PELO MÉTODO DO TANQUE

CLASSE A

MÊS	UMIDADE RELATIVA (%)	VENTO (m/s)	EVAPORAÇÃO (mm)	Kp	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)
JAN	61	3,2	284	0,65	185
FEV	65	3,0	228	0,65	148
MAR	65	2,5	220	0,65	143
ABR	71	2,5	180	0,70	126
MAI	74	2,7	166	0,70	116
JUN	78	2,9	143	0,70	100
JUL	75	3,0	148	0,70	104
AGO	70	3,3	204	0,70	143
SET	65	3,7	243	0,65	158
OUT	59	3,4	317	0,65	206
NOV	57	3,1	324	0,65	211
DEZ	59	3,1	316	0,65	205
SOMA OU MÉDIA	67	3,0	2.773	0,67	1.706

TABELA 4.2.2

CÁLCULO DAS LÂMINAS DE ÁGUA E DO TURNO DE REGA PARA CADA MODELO

MODELO	NECESSIDADE HÍDRICA (mm)	MÊS	ÁGUA DISPONÍVEL (%)	DENSIDADE A PARENTE (da)	PROFUNDIDADE EFETIVA MÉDIA DAS RAÍZES(mm)	LÂMINA DISPONÍVEL (mm)	LÂMINA LÍQUIDA (mm)	LÂMINA BRUTA (mm)	TURNO DE REGA (DIA)
MODELO B	169	NOV	3,28	1,56	400	20,40	10,20	14,57	2,0
MODELO B'	169	NOV	3,28	1,56	400	20,40	10,20	14,57	2,0
MODELO E	169	NOV	6,25	1,42	400	35,50	17,75	25,36	3,0

LÂMINA DISPONÍVEL

$$= \frac{AD}{100} \times da \times p \text{ (mm)}$$

$$\text{TURNO DE REGA} = \frac{LL}{N.H. \div N^{\circ} \text{ DE DIAS DO MÊS}} \text{ (dia)}$$

LÂMINA LÍQUIDA

$$= LD \times f \text{ (mm)} \quad f=0.50$$

$$N.H. = ETP \text{ (MÊS CRÍTICO)} \times Kc$$

LÂMINA BRUTA

$$= \frac{LL}{E} \text{ (mm)}$$

$$ETP = 211 \text{ mm (NOV.)}$$

E=0.70

$$Kc = 0.9 \text{ (COEFICIENTE CULTURAL MÉDIO ADO TADO)}$$

TABELA: 4.2.3
BALANÇO HÍDRICO
MODELO E - POLI-CULTURAL - 1,5 ha - 4º ANO

CULTURA	ÁREA (ha)	COEFICIENTE DE CULTURA-KC											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ARROZ	0,50	1,10	1,10	1,25	1,00								
MELÃO	0,50						0,50	0,80	1,00				
MUCUNA PRETA	0,50	0,25									0,40	0,80	1,00
MILHO X FEIJÃO	0,50	0,80	1,15	0,25									
MELÃO	0,50					0,25	0,65	0,90	0,50				
CEBOLA	0,50		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
ÁREA TOTAL (ha)		1,50	1,00	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	-	0,50	0,50	0,50
KC MÉDIO		0,72	1,13	0,70	0,90	0,65	0,73	0,85	0,75	-	0,40	0,80	1,10
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)		185	148	143	126	116	100	104	143	158	206	211	200
USO CONSUNTIVO (mm)		133	167	100	113	75	73	88	107	-	82	169	230
PRECIPITAÇÃO COM 70% DE GARANTIA (mm)		9,7	13,8	25,4	10,6	19,2	18,0	12,6	4,8	0,0	0,0	4,4	10,0
PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)		0,0	8,1	13,2	0,0	9,6	9,0	6,4	0,0	-	0,0	0,0	0,0
NECESSIDADE HÍDRICA (mm)		133,0	158,9	86,8	113,0	65,4	64,0	81,6	107,0	-	82,0	169	230
VOLUME COM 70% DE EFICIÊNCIA (m³/ha)		1.900	2.270	1.240	1.614	934	914	1.166	1.529	-	1.171	2.414	3.371
VAZÃO (m³/h/ha)		3,83	5,07	2,50	3,36	1,88	1,90	2,35	3,08	-	2,36	5,03	6,80
VAZÃO (l/s /ha)		1,06	1,41	0,69	0,93	0,52	0,53	0,65	0,86	-	0,66	1,40	1,89

TABELA: 4.2.4.
BALANÇO HÍDRICO
MODELO E - POLI-CULTURAL - 3 ha - 4º ANO

CULTURA	ÁREA (ha)	COEFICIENTE DE CULTURA-KC											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CAPINEIRA	0,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MILHO X FEIJÃO	0,50	0,80	1,15	0,25									
ARROZ	1,00	1,10	1,10	1,25	1,00								
MUCUNA PRETA	1,00	0,25									0,40	0,80	1,1
CEBOLA	1,00		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
MELÃO	1,00						0,50	0,80	1,00				
MELÃO	0,50						0,25	0,65	0,90	0,50			
ÁREA TOTAL (ha)		2,62	1,62	2,62	2,12	1,12	2,62	1,62	1,62	0,62	1,12	1,12	1,1
KC MÉDIO		0,71	1,11	0,80	0,91	1,04	0,59	0,77	0,97	0,60	0,46	0,82	1,1
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)		185	148	143	126	116	100	104	143	158	206	211	20
USO CONSUNTIVO (mm)		131	164	114	115	121	59	80	139	95	95	173	23
PRECIPITAÇÃO COM 70% DE GARANTIA (mm)		9,7	13,8	25,4	10,6	19,2	18,0	12,6	4,8	0,0	0,0	4,4	10,4
PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)		0,0	8,1	13,4	0,0	10,2	8,6	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NECESSIDADE HÍDRICA (mm)		131,0	155,9	100,6	115,0	110,8	50,4	73,6	139,0	95,0	95,0	173,0	232
VOLUME COM 70% DE EFICIÊNCIA (m³/ha)		1.871	2.227	1.437	1.643	1.583	720	1.051	1.986	1.357	1.357	2.471	3.32
VAZÃO (m³/h/ha)		3,77	4,97	2,90	3,42	3,53	1,50	2,12	4,00	2,83	2,74	5,15	6,76
VAZÃO (l/s/ha)		1,05	1,38	0,80	0,95	0,98	0,42	0,59	1,11	0,79	0,76	1,43	1,86

TABELA: 4.2.5
BALANÇO HÍDRICO
MODELO E - POLI-CULTURAL - 4,5 ha - 4º ANO

CULTURA	ÁREA (ha)	COEFICIENTE DE CULTURA-KC											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CAPINEIRA	0,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MUCANA PRETA	1,00	0,25									0,40	0,80	1,1
MILHO X FEIJÃO	1,00	0,80	1,15	0,25									0,4
ARROZ	1,00	1,10	1,10	1,25	1,00								
CEBOLA	1,00		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
CEBOLA	0,50		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
MEIÃO	0,50					0,50	0,80	1,00					
MEIÃO	1,00						0,50	0,80	1,00				
TOMATE	1,00					SEM	0,25	0,65	1,00	0,93	0,33		
TOMATE	0,50							SEM	0,50	0,80	1,20	0,65	
ÁREA TOTAL (ha)		3,12	2,12	3,62	2,62	2,12	4,12	2,62	2,62	1,62	2,62	1,62	2,12
KC MÉDIO		0,73	1,12	0,70	0,89	0,92	0,60	0,79	0,90	0,90	0,55	0,77	0,77
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)		185	148	143	126	116	100	104	143	158	206	211	208
USO CONSUNTIVO (mm)		135	166	100	112	107	60	32	129	142	113	162	162
PRECIPITAÇÃO COM 70% DE GARANTIA (mm)		9,7	13,8	25,4	10,6	19,2	18,0	12,6	4,8	0,0	0,0	4,4	10,6
PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)		0,0	8,1	13,2	0,0	9,9	8,6	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NECESSIDADE HÍDRICA (mm)		135,0	157,9	86,8	112,0	97,1	51,4	75,6	129,0	142,0	113,0	162,0	162,0
VOLUME COM 70% DE EFICIÊNCIA (m³/ha)		1.929	2.256	1.240	1.600	1.387	734	1.080	1.843	2.029	1.614	2.314	2.314
VAZÃO (m³/h/ha)		3,29	5,04	2,50	3,33	2,80	1,53	2,18	3,72	4,23	3,25	4,82	4,67
VAZÃO (l/s/ha)		1,08	1,40	0,69	0,93	0,78	0,42	0,60	1,03	1,17	0,90	1,34	1,30

TABELA: 4.2.6

BALANÇO

MODELO E - POLI-CULTURAL - 6,0 ha - 4º ANO

CULTURA	ÁREA (ha)	COEFICIENTE DE CULTURA-KC											
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CAPINEIRA	0,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MUCUNA PRETA	1,00	0,25									0,40	0,80	1,1
MUCUNA PRETA	1,00	1,15	0,25									0,40	0,8
MILHO X FEIJÃO	1,00	0,80	1,15	0,25									0,4
ARROZ	1,00	1,10	1,10	1,25	1,00								
ARROZ	0,50	1,10	1,10	1,25	1,00								
CEBOLA	1,00		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
CEBOLA	1,00		SEM	0,60	0,80	1,05	0,80						
TOMATE	1,00				SEM	0,50	0,80	1,20	0,65				
TOMATE	1,00						SEM	0,50	0,80	1,20	0,65		
MELÃO	1,00						0,50	0,80	1,00				
MELÃO	1,00							0,50	0,80	1,00			
ÁREA TOTAL (ha)		4,62	3,62	4,62	3,62	3,12	4,12	4,12	4,12	2,12	2,12	2,12	3,12
KC MÉDIO		0,86	0,88	0,75	0,89	0,87	0,73	0,76	0,82	1,09	0,55	0,62	0,75
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)		185	148	143	126	116	100	104	143	158	206	211	205
USO CONSUNTIVO (mm)		159	130	107	112	101	73	79	117	172	113	131	151
PRECIPITAÇÃO COM 70% DE GARANTIA (mm)		9,7	13,8	25,4	10,6	19,2	18,0	12,6	4,8	0,0	0,0	4,4	10,6
PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)		0,0	7,5	13,2	0,0	9,9	9,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NECESSIDADE HÍDRICA (mm)		159,0	122,5	93,8	112,0	91,1	64,0	72,6	117,0	172,0	113,0	131,0	162,0
VOLUME COM 70% DE EFICIÊNCIA (m³/ha)		2.271	1.750	1.340	1.600	1.301	914	1.037	1.671	2.457	1.614	1.871	2.314
VAZÃO (m³/d/ha)		4,58	3,91	2,70	3,33	2,62	1,90	2,09	3,37	5,12	3,25	3,90	4,65
VAZÃO (l/s/ha)		1,27	1,09	0,75	0,93	0,73	0,53	0,58	0,94	1,42	0,90	1,08	1,30

DETERMINAÇÃO DA VAZÃO POR LOTE TIPO

LOTE TIPO	1,2,3,4		5,6		7,8,9		10,11	
ÁREA	6,0 ha		4,5 ha		3,0 ha		1,5 ha	
Nº DE POSIÇÕES	12 18		12 18		12 18		12 9	
Nº DE ASP. NO BLOCO	2 x 12		2 x 9		12		9	
SOLO	LEVE	MÉDIO	LEVE	MÉDIO	LEVE	MÉDIO	LEVE	MÉDIO
LÂMINA BRUTA (mm)	14,57	25,36	14,57	25,36	14,57	25,36	14,57	25,36
TURNO DE REGA (dias)	2	3	2	3	2	3	2	3
USO CONSUNTIVO	5,6 mm/dia		5,6 mm/dia		5,6 mm/dia		5,6 mm/dia	
TURNO EM HORAS	32	48	32	48	32	48	32	48
HORA/POSIÇÃO	2,5	4	2,5	4	2,5	4	5	8
PREC. NECESSÁRIA (mm/h)	5,8	6,3	5,8	6,3	5,8	6,3	2,9	3,2
ASPERSOR	DANTAS MD. 20		DANTAS MD. 20		DANTAS MD. 20		DANTAS MD. 20	
PRESSÃO	25 m.c.a		25 m.c.a		25 m.c.a		25 m.c.a	
NOZAL	3.9 x 2.5		3.9 x 2.5		3.9 x 2.5		3.9 x 2.5	
PRECIPITAÇÃO	6,1 mm/h		6,1 mm/h		6,1 mm/h		6,1 mm/h	
VAZÃO	1,31 m³/h		1,31 m³/h		1,31 m³/h		1,31 m³/h	
ESPAÇAMENTO	12 x 18		12 x 18		12 x 18		12 x 18	
VAZÃO DO LOTE	8,73 l/s		6,55 l/s		4,37 l/s		4,37 l/s	
ÁREA DO LOTE	6,22 ha		4,67 ha		3,11 ha		1,55 ha	
VAZÃO ESPEC.	1,4 l/s/ha		1,4 l/s/ha		1,41 l/s/ha		2,82 l/s/ha	

TABELA 4.3.3

DIMENSIONAMENTO DOS LOTES TIPO

TIPO	DIÂMETRO (mm)		PERDAS (m.c.a.)		PRESSÃO (1) NECESSÁRIA (m.c.a.)	OBS.
	PRINC.	RAMAL	PRINCIPAL	RAMAL		
1 e 2(1)	100	35	2,53	2,46	31,04	
3 e 4(1)	100	35	1,61	4,26	31,87	
5	100	35	2,56	2,68	31,24	
6	100	35	1,42	4,65	32,07	
7	75	35	1,75	4,26	32,01	
8	75	35	3,11	3,60	32,71	
9	75	35	4,19	4,26	34,45	
10	75	35	1,96	4,26	32,22	
11	75	35	0,84	4,26	31,10	

(1) Os lotes tipo 1, 2, 3 e 4 foram dimensionados para a situação mais desfavorável, ou seja, desmembrado em 4 lotes de 1,5 ha.