



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

## Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA ÁGUA E  
ENERGIA ELÉTRICA PARA FRUTÍFERAS  
IRRIGADAS NO ESTADO DA PARAÍBA

**RIUZUANI MICHELLE BEZERRA PEDROSA LOPES**

Biblioteca UFCEG  
SMBC\_CDSA  
CAMPUS DE SUMÉ  
/ Reg. 12450/13

Campina Grande  
Paraíba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CAMPINA GRANDE – PARAÍBA



**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA PARA  
FRUTÍFERAS IRRIGADAS NO ESTADO DA PARAÍBA**

**RIUZUANI MICHELLE BEZERRA PEDROSA LOPES**

**Campina Grande - Paraíba**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA PARA  
FRUTÍFERAS IRRIGADAS NO ESTADO DA PARAÍBA**

**RIUZUANI MICHELLE BEZERRA PEDROSA LOPES  
ENGENHEIRA AGRÍCOLA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM  
LINHA DE PESQUISA: ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**ORIENTADOR**

**Dr. JOSÉ DANTAS NETO**

**CAMPINA GRANDE, PB**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA  
CENTRAL DA UFCG**

L864a

2008 Lopes, Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa.

Avaliação dos custos de água e energia elétrica para frutíferas irrigadas no Estado da Paraíba / Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes. — Campina Grande, 2008.

116f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Dr. José Dantas Neto.

1. Simulação. 2. Irrigação. 3. Frutíferas. I. Título.

CDU- 631.67(043)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

**RIUZUANI MICHELLE BEZERRA PEDROSA LOPES**


**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA PARA FRUTÍFERAS  
IRRIGADAS NO ESTADO DA PARAÍBA**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Dantas Neto – Orientador

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Soahd Arruda Rached Farias - Examinadora

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Maria Sallydelândia S. de Farias - Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO - 2008

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Francisco e Inauzir Pedrosa, por todos os ensinamentos que guiarão a minha vida, e a meu esposo Waslon Terllizzie, pelo apoio que foi fundamental para mim e, sobretudo, por suportar minha ausência durante o curso.

*Tua palavra é lâmpada para meus pés e luz para meu caminho (Salmos 109:105).*

*As coisas que são impossíveis aos homens, são possíveis a Deus (Lucas 18:27).*

*Somos mais que vencedores, por meio D'aquêle que nos amou (Romanos.8:37).*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me ter proporcionado sabedoria, confiança e paciência nos momentos difíceis, discernimento e paz para realizar este sonho e que, acima de tudo, me mostra o caminho do bem. A Ti, Senhor, toda honra e glória.

A meus pais, Francisco e Inauzir Pedrosa, por serem o meu alicerce e meus exemplos de vida digna.

A meu esposo Waslon Terllizzie, pelo amor, apoio, carinho, companheirismo e pelo exemplo de profissional a ser seguido.

As minhas irmãs, Azianna, Gabriela e Rafaella, por todos os momentos de alegria que me ajudavam a enfrentar os desafios da vida.

À meu Tio Handenberg pelo apoio e incentivo.

Aos meus sobrinhos, Annaiza e Iury, por me proporcionarem muito amor, carinho e alegria.

Ao Professor José Dantas Neto, pela orientação, pelos ensinamentos e, principalmente, pela paciência ao longo desses anos de trabalho em conjunto.

À Professora Soahd Arruda Rached Farias, pela grande e preciosa ajuda no desenvolvimento deste trabalho, sem a qual o meu objetivo não seria alcançado.

Aos meus amigos, que são tantos, mas em especial a Joelma Sales, Silvana Medeiros, Aline Costa, Lêda Verônica, Denise Jesus, Susane Ribeiro, Karla Melo, Kaline Travassos, Betânia Rodrigues, Walker Gomes e aos meus colegas de Pós-graduação, que enfrentaram comigo este desafio.

A UFCG, pela oportunidade de me qualificar um pouco mais. E aos professores e funcionários da UAEAg, por todos os ensinamentos, pelos bons e inesquecíveis anos de convivência. Em especial ao Professor Hamilton Medeiros, à Professora Vera Antunes e as secretárias Aldaniza, Aparecida e Rivanilda, pelo apoio, carinho e amizade.

À CAPES, pelo fornecimento da bolsa de estudo, que me permitiu dedicação integral à pós-graduação.

## SUMÁRIO

1.0. INTRODUÇÃO	01
1.1.0. OBJETIVOS	03
1.1.1. Objetivo geral	03
1.1.2. Objetivos específicos	03
2.0. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Bacia Hidrográfica	04
2.2. Caracterização da bacia hidrográfica	04
2.2.1. Região do Alto Curso do Rio Paraíba	05
2.2.2. Região do Médio Curso do Rio Paraíba	06
2.2.3. Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	07
2.2.4. Região da Sub-Bacia do Taperoá	08
2.3. A Importância da irrigação para a agricultura	09
2.4. A situação atual da agricultura irrigada	10
2.5. Projeto agrícola irrigado	12
2.6. Parâmetros de desempenho	13
2.7. Manejo da irrigação	14
2.8. Demanda de água e energia elétrica na irrigação	14
2.9. Qualidade da água para irrigação	15
2.10. Absorção e necessidade hídrica da cultura	16
2.11. Dados climáticos básicos na irrigação	17
2.11.1. Evapotranspiração	18
2.11.2. Precipitação provável a nível de 75% de probabilidade	21
2.12. Eficiência de irrigação e cobrança pelo uso da água	22
2.13. A Cobrança pelo uso da água na agricultura irrigada	23
2.13.1. Valores cobrados	25
2.14. Culturas	25
2.14.1. A cultura da banana	25
2.14.2. A cultura do mamão	28
2.14.3. A cultura do coco	31
2.15. Dimensionamento do sistema de irrigação	34
2.15.1. Sistema localizado por microaspersão	34
2.15.2. Sistema de irrigação por aspersão	35
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. Dados Básicos para elaboração do projeto	36
3.1.1. Localização e critério de escolha dos municípios da pesquisa	37
3.1.2. Dados climáticos dos locais	37
3.1.2.1. Localização dos postos pluviométricos	37
3.1.2.2. Dados de evapotranspiração e precipitação	38
3.1.3. Dados das culturas	40
3.1.3.1. Coeficientes de correção para obtenção da lâmina de água por cultura	40
3.1.4. Critérios para o dimensionamento dos sistemas de irrigação	41
3.1.5. Valores das tarifas de água e energia para irrigação	43



3.1.5.1. Tarifas de água para irrigação	43
3.1.5.2. Tarifa de energia para irrigação	43
3.2. Desenvolvimento de planilha eletrônica para obtenção dos dados para análise	43
3.2.1. Desenvolvimento de resultados da concepção dos sistemas de irrigação	43
3.2.2. Desenvolvimento de resultados para obtenção das demandas de água	47
3.3. Interpretação dos resultados	48
3.3.1. Estatística descritiva	48
3.3.2. Impacto da cobrança da água	48
3.3.2.1. Simulação do impacto econômico na cobrança de água	48
4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. Caracterização de evapotranspiração e precipitação dos municípios	50
4.2. Concepção do projeto	53
4.2.1. Irrigação por microaspersão	53
4.2.2. Irrigação por aspersão	54
4.3. Avaliação do manejo de irrigação	55
4.3.1. Avaliação do manejo de irrigação localizada (microaspersão) para as culturas	55
4.4. Avaliação da demanda de irrigação	57
4.4.1. Irrigação localizada por microaspersão	57
4.4.2. Irrigação por aspersão	60
4.4.3. Equação geral de demanda de irrigação bruta por aspersão para cada localidade	62
4.5. Avaliação da demanda de energia	63
4.5.1. Irrigação por aspersão	63
4.5.2. Irrigação localizada por microaspersão	66
4.6. Avaliação dos custos de energia	68
4.6.1. Irrigação por aspersão	68
4.6.2. Irrigação por microaspersão	70
4.7. Custos das culturas irrigadas com inclusão do custo de energia	73
4.7.1. Irrigação localizada por microaspersão	73
4.7.2. Irrigação localizada por aspersão	74
4.7.3. Impacto econômico da cobrança de energia na manutenção das culturas	74
4.7.4. Avaliação dos custos de manutenção das culturas em comparação com o uso dos dois sistemas	75
4.7.4.1. Custos totais de manutenção do mamão havaí para os dois sistemas de irrigação	76
4.7.4.2. Custos totais de manutenção do coco para os dois sistemas de irrigação	77
4.7.4.3. Custos totais de manutenção do banana pacovã para os dois sistemas de irrigação	78

4.8. Custos das culturas irrigadas com simulação de cobrança de água	79
4.8.1. Custos totais de manutenção da cultura da banana para o II e III anos	79
4.8.2. Custos totais de manutenção do coco anão no 2º ano da cultura	81
4.8.3. Custos totais de manutenção da cultura do mamão havaí anão para o II ano	82
4.9. Impacto econômico decorrente da cobrança de água	84
5.0. CONCLUSÕES	86
6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
7.0. APÊNDICE	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Açudes pertencentes ao Alto Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005	06
Tabela 2.2. Açudes pertencentes ao Médio Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005	07
Tabela 2.3. Açudes pertencentes ao Baixo Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005	08
Tabela 2.4. Açudes pertencentes a Sub-Bacia do Taperoá, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005	09
Tabela 2.5. Áreas Irrigadas (em hectares), Métodos de Irrigação, Estados, Regiões: Brasil (2001)	12
Tabela 2.6. Dados dos custos de implementação da banana pacovã, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	27
Tabela 2.7. Dados dos custos de manutenção da banana pacovã, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	28
Tabela 2.8. Dados dos custos de implementação do mamão, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	29
Tabela 2.9. Dados dos custos de manutenção do mamão, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	30
Tabela 2.10. Dados dos custos de implementação do coco, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	32
Tabela 2.11. Dados dos custos de manutenção do coco, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água	33
Tabela 3.1. Postos pluviométricos e suas respectivas coordenadas geográficas e série de anos pluviais	38
Tabela 3.2. Médias diárias de Evapotranspiração potencial em $\text{mm d}^{-1}$ , estimadas pelo método de Hargreaves, para diversas localidades	39
Tabela 3.3. Precipitação provável a 75% de probabilidade de ocorrer nos meses do ano	39
Tabela 3.4. Dados dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ )	40
Tabela 3.5. Recomendações de adubação e custo por $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ para as culturas do coco anão, mamão havaí e Banana pacovã	41
Tabela 3.6. Explicativo do Quadro 3.5, com seqüência de fórmulas necessárias para o seu preenchimento	46
Tabela 3.7. Explicativo do Quadro 3.6, com seqüência de fórmulas necessárias para o seu preenchimento	48
Tabela 4.1. Valores de Hargreaves (1974 <sup>a</sup> ) para evapotranspiração de referência e	

precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer (Hargreaves, 1973) para os municípios em análise.	50
Tabela 4.2. Parâmetros do projeto de irrigação por microaspersão, utilizando-se os dados da maior evapotranspiração diária, para o município de Desterro, cidade que apresenta a maior demanda de irrigação entre as localidades estudadas	53
Tabela 4.3. Parâmetros do projeto de irrigação por aspersão, utilizando-se os dados da maior evapotranspiração diária, para o município de Desterro, cidade que apresenta a maior demanda de irrigação entre as localidades estudadas	54
Tabela 4.4 Resultados das necessidades líquida e bruta máximas para as culturas e respectivos municípios com base na maior evapotranspiração de cada local do estudo	55
Tabela 4.5 Demanda bruta da irrigação localizada por microaspersão para as culturas de do coco anão, mamão e banana pacovã, considerando-se uma eficiência de irrigação de 90%	58
Tabela 4.6 Demanda bruta da irrigação por aspersão para as culturas de do coco anão, mamão e Banana pacovã, considerando uma eficiência de irrigação de 75%	60
Tabela 4.7. Equações lineares obtidas dos valores de demanda das culturas do coco anão ( $k_c=0,8$ ), mamão ( $k_c=0,7$ ) e banana pacovã ( $k_c=1,0$ ), com uma eficiência de aplicação de 75%	63
Tabela 4.8. Demanda de energia elétrica por aspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã	64
Tabela 4.9. Demanda de energia elétrica por microaspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã	66
Tabela 4.10. Custos de energia elétrica por aspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã	68
Tabela 4.11. Custos de energia elétrica para microaspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã	71
Tabela 4.12. Custos de manutenção das culturas na fase adulta, para irrigação por microaspersão para as culturas do coco, mamão e banana pacovã	73
Tabela 4.13. Custos de manutenção das culturas na fase adulta, para irrigação por aspersão para as culturas do coco, mamão e banana pacovã	74
Tabela 4.14. Incremento percentual do custo de energia para as culturas na fase adulta para os dois sistemas pressurizados adotados no estudo	75
Tabela 4.15. Diferença de custo de manutenção quando se usa o sistema de microaspersão em relação ao sistema de aspersão para as culturas do coco, banana e mamão	75
Tabela 4.16. Equação do custo total de manutenção da cultura da banana (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação química para o II e III anos, em função da tarifa de água em R\$.m <sup>3</sup>	80
Tabela 4.17. Equação do custo total de manutenção da cultura do coco anão (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação química para o II ano, em função da tarifa de água em R\$.m <sup>3</sup>	81

Tabela 4.18. Equação do custo total de manutenção da cultura do mamão (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação química para o II ano, em função da tarifa de água em R\$.m<sup>3</sup> 83

Tabela 4.19. Custo de água em R\$. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para as culturas da banana (B), coco (C) e mamão (M), para os locais de estudo, co base em 2 tarifas de água 85

UFCC - BIBLIOTECA

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Planilha Excel, contendo informações para gerar tabela de manejo do projeto de irrigação localizado, gerados a partir de vazão do emissor estabelecida pela concepção do projeto, além de outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura (FARIAS, 2006)	44
Quadro 3.2. Planilha Excel, contendo informações para gerar tabela de manejo do projeto de irrigação por aspersão, gerados a partir de vazão do emissor estabelecida pela concepção do projeto, além de outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura (FARIAS, 2006)	44
Quadro 3.3. Planilha Excel, contendo informações de concepção do projeto de irrigação localizado, gerados a partir da lâmina máxima a ser aplicada (crítica) e outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura, em busca de se obter a vazão estabelecida pelo estudo (FARIAS, 2006)	45
Figura 04 – Mapa das divisões dos municípios do Estado da Paraíba, indicando através de cores os 15 municípios que fazem parte desta pesquisa	28
Quadro 3.4. Planilha Excel contendo informações de concepção do projeto de irrigação por aspersão, gerados a partir da lâmina máxima a ser aplicada (crítica) e outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura, em busca de obter a vazão estabelecida pelo estudo (FARIAS, 2006)	45
Quadro 3.5. Informações da planilha Excel, contendo tabela de manejo do projeto de irrigação localizado ou aspersão, depois de preenchido o Quadro 3.6 ou 3.7 para o local e cultura, conforme seqüência apresentada na Tabela 3.6 (FARIAS, 2006)	47

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa das bacias hidrográficas do Estado da Paraíba, com identificação nominal das regiões da Bacia do Rio Paraíba, estabelecidas pela Resolução nº 02/03	04
Figura 2.2. Mapa das bacias hidrográficas do Estado da Paraíba com identificação (pontos) dos monitorados pela SEMARH, 2005	05
Figura 2.3. Evolução das Áreas Irrigadas no Brasil 1950-2001 (Christofidis, 2002)	11
Figura 3.1. Municípios do estado da Paraíba e respectivas sub-bacias	36
Figura 4.1. Evapotranspiração anual (Hargreaves, 1974b) e Precipitações prováveis a nível de 75% de probabilidade de ocorrer anualmente (Hargreaves, 1973)	52
Figura 4.2. Média por região da Evapotranspiração anual (Hargreaves, 1974b) e Precipitações prováveis a nível de 75% de probabilidade de ocorrer anualmente (Hargreaves, 1973)	52
Figura 4.3. Necessidade de irrigação diária líquida em litros por planta dia	56
Figura 4.4. Necessidade de irrigação diária bruta, em litros por planta dia	56
Figura 4.5. Demanda bruta de irrigação localizada por microaspersão em $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ para as culturas do mamão, coco e banana, para os 15 municípios estudados	59
Figura 4.6. Média por região do Rio Paraíba da demanda bruta de irrigação localizada por microaspersão em $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ para as culturas do mamão, coco e banana para as regiões estudadas ao longo do Rio Paraíba	59
Figura 4.7. Demanda bruta de irrigação por aspersão em $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ para as culturas do mamão, coco e banana, para os 15 municípios estudados	61
Figura 4.8. Média por região da demanda bruta de irrigação por aspersão em $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ para as culturas do mamão, coco e banana por região do Rio Paraíba.	62
Figura 4.9. Demanda de energia elétrica para aspersão em $kW \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ nos municípios estudados, para as culturas da banana, coco e mamão	65
Figura 4.10. Demanda de energia elétrica por região para aspersão em $kW \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ por sub-bacia das culturas da banana, coco e mamão	65
Figura 4.11. Demanda de energia elétrica para microaspersão em $kW \cdot ha \cdot ano^{-1}$ para as culturas do coco, mamão e banana nos 15 municípios de estudo	67
Figura 4.12. Demanda de energia elétrica por região para microaspersão em $kW \cdot ha \cdot ano^{-1}$ para as culturas do coco, mamão e banana nos 15 municípios estudados	67
Figura 4.13. Custos de energia para aspersão para os 15 municípios do estudo para as culturas do coco, mamão e banana	69
Figura 4.14. Custos de energia para aspersão por região para os 15 municípios do estudo, para as culturas do coco, mamão e banana	70
Figura 4.15. Avaliação do custo de energia por microaspersão para os 15 municípios, referente às culturas do coco, mamão e banana	72
Figura 4.16. Avaliação do custo de energia por região da bacia do Rio Paraíba, referente às culturas do coco, mamão e banana	72
Figura 4.17. Custos de manutenção da cultura do mamão para o 3º ano, somados ao custo de energia porém sem os custos de água	77

Figura 4.18. Custos de manutenção da cultura do coco para o 2º ano, somados ao custo de energia porém mas sem os custos de água	77
Figura 4.19. Custos de manutenção da cultura da banana para o 2º/3º anos, somados ao custo de energia mas sem os custos de água	78
Figura 20. Custo de manutenção da cultura da banana (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para 2 tarifas de água	80
Figura 21. Custo de manutenção da cultura da banana (II ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para 2 tarifas de água	81
Figura 22. Custo de manutenção da cultura do coco (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para 2 tarifas de água	82
Figura 23. Custo de manutenção da cultura do coco (II ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para 2 tarifas de água	82
Figura 24. Custo de manutenção da cultura do mamão (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para 2 tarifas de água	83
Figura 25. Custo de manutenção da cultura do mamão (II ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para 2 tarifas de água	84



## RESUMO

Busca-se, com a realização deste trabalho, a avaliação dos custos de água e energia elétrica para frutíferas irrigadas no Estado da Paraíba. Com este propósito se obtiveram, de início, as demandas de água e energia elétrica para as culturas do mamão, coco e banana, através do sistema de irrigação por aspersão e microaspersão. João Pessoa, Capital da Paraíba, localizada no baixo Rio Paraíba, é o município de menor consumo de água, necessitando de apenas de 37,71, 40,6 e 44,7% das demandas de água e energia elétrica do município de Desterro para as culturas do mamão, coco e banana, respectivamente. O município de Desterro, localizada na sub-bacia do Taperoá, apresentou a maior evapotranspiração anual e diária, combinada com as menores precipitações anuais, enquanto o município de João Pessoa, localizado no Baixo Rio Paraíba, teve a menor média de evapotranspiração, combinado com boas médias de precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer; desta forma, Desterro necessita de uma reposição maior de água para as plantas, o que acarreta também maior custo com água e energia elétrica. A demanda de água e energia elétrica aumenta na medida em que os municípios se afastam do litoral paraibano, devido às características hidroclimáticas dos locais do estudo. A região do Baixo Rio Paraíba, obteve as menores médias de demanda e a sub-bacia do Taperoá, obteve as maiores médias de demanda de água e energia elétrica, assim os maiores custos de água e energia elétrica ocorreram na sub-bacia do Taperoá e os menores custos no Baixo Rio Paraíba. Para a agricultura irrigada, a cobrança de água a ser implementada pelo comitê da bacia do Rio Paraíba pode servir de incentivo, desde que sejam cobradas tarifas diferentes, isto é, implementar uma tarifa menor para os sistemas de irrigação mais eficientes, acarretando assim, maior economia no consumo de água e, conseqüentemente menor impacto na bacia, além de uma produção maior por hectare, com o mesmo volume de água captado.

Palavras-chaves: Simulação, irrigação, frutíferas.

## ABSTRACT

This work deals with the evaluation of the costs of power and water for irrigated the planning areas in Paraíba State. First, the demands of water were obtained and power electricity for cultures of papaya, coconut and banana using the irrigation system based on aspersion e microaspersion. João Pessoa, capital of Paraíba State, located in the lower Paraíba River, is the city which has the lowest water consumption and it requires only 37.71, 40.6 and 44.7% the demands of power and water of Desterro city for cultures of papaya, coconut and banana, respectively. The city of Desterro, located at the basin of Taperoá River, has presented the highest levels for annual and daily evapotranspiration combined with the lowest rain rates. On the other hand, João Pessoa, presented in the lower Paraíba River, presented the lowest levels for average evapotranspiration and good rain rates of 75% of occurrence probability. Thus, the city of Desterro needs a higher reposition of water for the plants which leads a higher costs of water and electrical power. For cities located in the Paraíba State, the demand of water and electrical power increases when the distance between the cities and the offshore increases as a consequence of the precipitation and weather carachateristics of the cities used in this study. The region of the lower Paraíba River achieved the lowest average levels for demand of water and electrical power while the sub-basin of the Taperoá River achieved the highest average levels. Thus, the highest costs of water and electrical power occurred in sub-basin of the Taperoá River and lowest ones occurred in the lower Paraíba River. For irrigated agriculture, the taxes for the use of water should be implemented by the committe of the River Paraíba and they can be serving as a motivation for the efficient use of the water. In this case, lower taxes can be applied for efficient irrigation systems. So, a lower consumption of water should be achieved and the higher productivity by hectare can be obtained for the same volume of water.

Keywords: Irrigation, simulation, planning.

## 1.0. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda mundial por água de boa qualidade, a uma taxa superior a da renovação do ciclo hidrológico é, consensualmente, previsto nos meios técnicos e científicos. A eficiência do uso da água, tanto qualitativa quanto quantitativa, é tema de grande preocupação entre órgãos competentes de todo o País.

Entende-se, em uma visão mais ampla, entende-se que a espécie humana deve utilizar recursos naturais de forma a não mais alterar as atuais condições do equilíbrio ambiental o qual depende fundamentalmente, do equilíbrio climático atual e da biodiversidade existente. Nos chamados sistemas produtivos, em especial naqueles relacionados com a produção agrícola e florestal, a análise da sustentabilidade poderá ser feita tomando-se por base o balanço hídrico das bacias hidrográficas.

A irrigação constitui alternativa para a melhoria do rendimento de grande parte das culturas proporcionando um incremento médio de produtividade, da ordem de 200% (GONZAGA NETO, 2000) e, com isto propicia redução dos custos unitários de produção, entretanto, apenas com um planejamento racional da agricultura irrigada, baseado em um projeto bem elaborado, adequadamente manejado e sem degradação do meio ambiente, é que os irrigantes poderão usufruir plenamente dos benefícios advindos da irrigação e se tornarem mais competitivos, em um mundo cada vez mais globalizado.

Reconhecidamente, a agricultura irrigada é, reconhecidamente em todo o mundo, uma das atividades econômicas que apresentam as maiores demandas de água para a produção. A necessidade de se usar a maior quantidade possível de solos agricultáveis, vem impulsionando o uso da irrigação não só para complementar as necessidades hídricas das regiões úmidas como também, para tornar produtivas as regiões áridas e semi-áridas.

Para o sucesso da agricultura irrigada, diversos fatores estão envolvidos, sendo a água o fator principal, a qual tem se tornado, em várias regiões, limitante à implantação de novas áreas irrigadas por falta da disponibilidade dos recursos hídricos. Torna-se, portanto, imprescindível à adoção de medidas que possibilitem o uso adequado dos recursos hídricos disponíveis para irrigação, através da melhoria da eficiência do uso da água.

Com o crescimento populacional, a demanda de água para irrigação tende a se tornar cada vez maior. Futuras irrigações, mesmo nas regiões com grande disponibilidade de água, poderão sofrer limitações devido à competição com a expansão populacional e ao aumento de instalações industriais.

Em caso de escassez, com base em dados futuros, deve-se considerar com mais cautela o planejamento e a gestão de recursos hídricos, haja vista que a solução para tais questões requer a utilização de técnicas e instrumentos capazes de auxiliar profissionais na análise, operação, planejamento e tomada de decisão

A escassez de água na Paraíba tem sido alvo de grande destaque nos últimos anos, razão por que o setor agrícola vem sofrendo grandes pressões para reduzir o consumo de água, em que a fruticultura irrigada é uma das principais atividades agrícolas do Estado da Paraíba, em virtude de apresentar condições favoráveis de clima e solo para produção de grande variedade de frutas tropicais. Diversas frutíferas compõem os sistemas de produção atualmente implantados nos projetos irrigados na região destacando-se, entre outras, o mamoeiro, o coqueiro e a bananeira.

Para um planejamento adequado dos projetos irrigados as variáveis de água e energia são, dentro do orçamento para a implantação e manutenção, de fundamental importância e possuem variação de acordo com a qualidade da água, solo, clima, fisiologia da planta, jornada diária e semanal, tipo de sistemas de irrigação e sua eficiência na aplicação e condução da água, além da topografia e fonte energética (FARIAS, 2006), entretanto, são poucos os trabalhos desenvolvidos nesta linha de pesquisa, tornando escassas as informações mostrando, assim, a necessidade de que trabalhos sejam desenvolvidos para servirem de base na tomada de decisão dos projetos.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 . Objetivo geral**

Simular e avaliar a demanda de água e energia elétrica , quanto aos custos de manutenção das culturas do coco anão, mamão e banana pacovã utilizando-se dois sistemas de irrigação pressurizada, microaspersão e aspersão convencional, em 15 municípios localizados ao longo da bacia do Rio Paraíba, através de valores gerados por simulações de projetos agrícolas irrigados.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

1. Comparação de dados climáticos para os 15 municípios estudados quanto a evapotranspiração e à precipitação provável, a nível de 75% de probabilidade de ocorrer;
2. Obter os valores de demanda de irrigação bruta e simulação de custo de água para as três culturas, 2 sistemas de irrigação para 15 municípios do estado da Paraíba;
3. Simular e avaliar a viabilidade econômica dos métodos de irrigação para as culturas;
4. Simular e avaliar o impacto dos custos da água e energia elétrica através de simulação com 2 tarifas diferentes sobre os custos de manutenção da cultura.

## 2.0. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Bacia Hidrográfica

Segundo Cardoso (2003), a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída, no caso, os estuários. O estudo da bacia hidrográfica na área analisada é importante visto que, contém, o conceito de integração na ciência ambiental; seu uso e aplicação para estudos de problemas ambientais são fundamentais, pois esta engloba o conceito de informações físicas, biológicas, socioeconômicas e, inclusive, cultural das populações que ali se estabelecem. Na realidade, a solução de inúmeros problemas de pressão ambiental deve estar no cuidado, no entendimento e na manutenção das bacias hidrográficas.

### 2.2. Caracterização da bacia hidrográfica

Segundo a Resolução nº 02, de 05 de novembro de 2003, da Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais - SEMARH-PB, artigo 1º, o Estado da Paraíba foi dividido em 11 bacias hidrográficas, conforme a Figura 2.1. A bacia do Rio Paraíba está dividida em 4 regiões: Região do Alto Curso Paraíba, Região do Médio Curso do Paraíba, Região do Baixo Curso do Paraíba e Sub-Bacia do Taperoá, conforme a Figura 2.1.

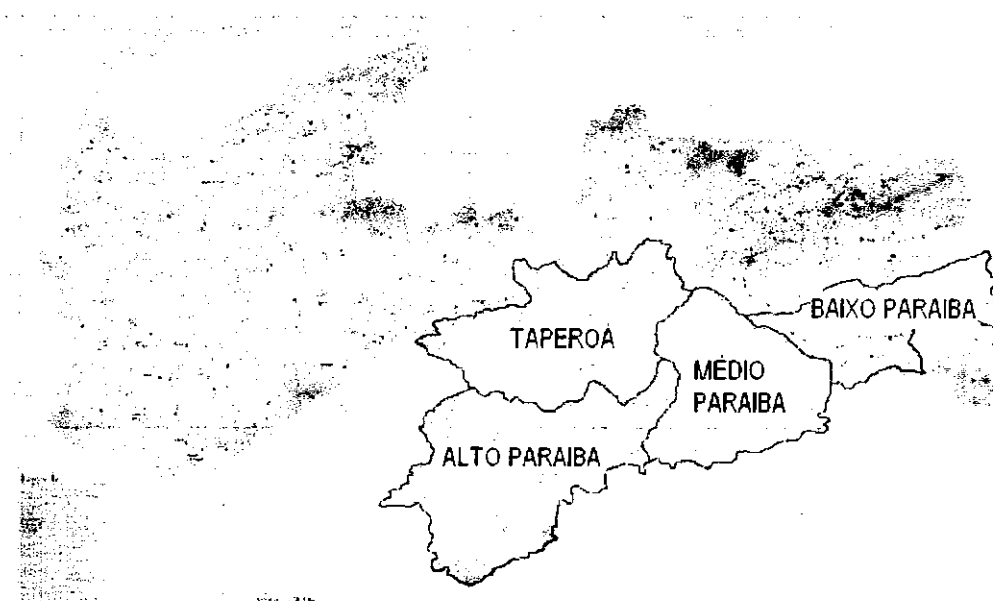


Figura 2.1. Mapa das bacias hidrográficas do Estado da Paraíba, com identificação nominal das regiões da Bacia do Rio Paraíba, estabelecidas pela Resolução nº 02/03.

Em conjunto com as entidades federal DNOCS e estadual CAGEPA, além do serviço de processamento do LMRS/UFCG e a SEMARH, dispõe do serviço de monitoramento de açudes existentes na Bacia do Rio Paraíba para os açudes apresentados nas tabelas 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, nas quais se nota a sua distribuição geográficas dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, na Figura 2.2.



Figura 2.2. Mapa das bacias hidrográficas do Estado da Paraíba e os devidos pontos monitorados pela SEMARH, 2005.

### 2.2.1. Região do Alto Curso do Rio Paraíba

Segundo LANNA (2001), a bacia do rio, no Alto Paraíba, está situada na parte sudoeste do Planalto da Borborema e se limita, ao sul e a oeste com o estado de Pernambuco, e ao norte e a leste com as bacias do Taperoá e do Médio Paraíba, respectivamente; possui uma área de contribuição de 7.924 km<sup>2</sup> e é drenada pelo alto curso do Rio Paraíba, que nasce nas confluências dos rios Sucuru e do Meio, no município de Sumé, deságua no oceano Atlântico, junto à cidade de Cabedelo, após cruzar as bacias do Médio e Baixo Paraíba. Além dos rios Sucuru e do Meio, pela margem esquerda, o alto curso do Paraíba recebe as contribuições dos rios Monteiro e Umbuzeiro, pelo lado direito. A região da bacia do Alto Paraíba contém, total ou parcialmente, os municípios de Monteiro, Prata, Sumé, Congo, Umbuzeiro e Barra de São Miguel, dentre outros.

Segundo SEMARH (2005), os mananciais do Alto Curso do Paraíba, obtiveram, através do monitoramento de 16 açudes e que somados os seus volumes atuais da capacidade apresentada na Tabela 2.1, ao final de fevereiro de 2005, obteve volume de 523.201.164 m<sup>3</sup>, o que equivale a 77,3% da capacidade máxima dos açudes.

Tabela 2.1. Açudes que pertencem ao Alto Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH -- Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005.

Município	Açude	Capacidade Máxima (m <sup>3</sup> )
Barra de São Miguel	Bichinho	4.574.375
Boqueirão	Epitácio Pessoa	411.686.287
Camalaú	Camalaú	46.437.520
Caraúbas	Campos	6.594.392
Caraúbas	Curimatã	6.279.625
Congo	Cordeiro	69.965.945
Monteiro	Pocinhos	6.789.305
Monteiro	Poções	29.861.562
Monteiro	São José	1.311.540
Monteiro	Serrote	5.709.000
Ouro Velho	Ouro Velho	1.675.800
Prata	Prata II	1.308.433
Prata	São Paulo	8.455.500
São Domingos do Cariri	São Domingos	7.340.440
São Sebastião Umbuzeiro	Santo Antônio	24.424.130
Sumé	Sumé	44.864.100
-	Total	677.277.954

### 2.2.2. Região do Médio Curso do Rio Paraíba

Conforme LANNA (2001), a bacia do Médio Paraíba está situada ao sul do Planalto da Borborema e se limita, ao sul, com Pernambuco, a oeste com as bacias do Taperoá e do Alto Paraíba e a leste com a bacia do Baixo Paraíba; sua área de contribuição é de 4.993 km<sup>2</sup>, drenada pelo médio curso do Rio Paraíba, que se torna perenizado através das vazões regularizadas pela Barragem de Boqueirão, localizada na junção do alto curso do Paraíba com o Rio Taperoá, nos divisores de água das bacias do Taperoá, Alto e Médio Paraíba. O médio curso do Paraíba tem, como principais tributários, o riacho Bodocongó e os rios Ingá, São Pedro e Catolé. A região da bacia do Médio Paraíba contém, total ou parcialmente, os municípios de Campina Grande, Boqueirão, Queimadas, Aroeiras, Ingá e Mogeiro, dentre outros.

De acordo com a SEMARH (2005), os mananciais do Médio Curso do Paraíba, através do monitoramento de 7 açudes, somados os seus volumes atuais da capacidade apresentada na Tabela 2.2,



ao final de fevereiro de 2005, obtiveram um volume de 209.010.000 m<sup>3</sup>, o que equivale a 73,1% de suas capacidades máximas.

Tabela 2.2. Açudes pertencentes ao Médio Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005.

Município	Açude	Capacidade Máxima (m <sup>3</sup> )
Campina Grande	José Rodrigues	22.332.348
Fagundes	Gavião	1.450.840
Itatuba	Argemiro de Figueiredo (Acauã)	253.142.247
Itatuba	Serra Velha	689.800
Pocinhos	Engenho Velho	493.140
Puxinanã	Evaldo Gonçalves (ilha)	828.103
Riacho de Santo Antônio	Riacho de Santo Antônio	6.834.000
-	Total	285.770.478

### 2.2.3. Região do Baixo Curso do Rio Paraíba

Segundo LANNA (2001), a bacia do Baixo Paraíba se limita, ao sul, com Pernambuco, ao norte com a bacia do Mamanguape, a noroeste e a sudeste com as bacias do Curimataú e do Médio Paraíba, respectivamente; sua área de contribuição é de 2.971 km<sup>2</sup>, drenada pelo baixo curso do Rio Paraíba, deságua no oceano Atlântico, na cidade de Cabedelo. O baixo curso do Paraíba tem, como principal afluente, o rio Paraibinha. A região da bacia do Baixo Paraíba contém, total ou parcialmente, os municípios de Campina Grande, Mogeiro, Cajá, Sapé, Itabaiana, Santa Rita, Cabedelo e João Pessoa, dentre outros.

A SEMARH (2005) registra os mananciais do Baixo Curso do Paraíba através do monitoramento de 7 açudes e que somados os seus volumes atuais da capacidade apresentada na Tabela 2.3, no final de fevereiro de 2005, obteve volume de 16.447.410 m<sup>3</sup>, o que equivale a 83,8% do volume totais máximos somados.

Tabela 2.3. Açudes que pertencentes ao Baixo Curso do Paraíba, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005.

Município	Açude	Capacidade Máxima (m <sup>3</sup> )
Ingá	Chã dos Pereiras	1.965.600
João Pessoa	Marés	2.136.637
Juarez Távora	Brejinho	789.000
Mari	Olho D'água	868.320
Massaranduba	Massaranduba	604.390
Sapé	São Salvador	12.627.520
Serra Redonda	Chupadouro II	634.620
-	Total	19.626.087

#### 2.2.4. Região da sub-bacia do Taperoá

Segundo LANNA (2001), a bacia do Taperoá, situada na zona central do estado da Paraíba, faz parte do conjunto das quatro regiões do Rio Paraíba (Taperoá, Alto, Médio e Baixo Paraíba), drena uma área de 7.924 km<sup>2</sup> e se limita com as bacias do Espinharas e Seridó a oeste, com a do Alto Paraíba ao sul, com as bacias do Seridó e Curimataú ao norte e com a bacia do Médio Paraíba a leste; seu principal curso d'água é o rio Taperoá, de regime intermitente, que nasce na parte oriental da Serra de Teixeira e desemboca no Rio Paraíba, na bacia hidráulica do açude de Boqueirão (Açude Presidente Epitácio Pessoa). O rio Taperoá tem, como afluentes, os rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade e Boa Vista, e os riachos Carneiro, Mucuím, e da Serra. A região da bacia do Taperoá abraça, total ou parcialmente, os municípios de Serra Branca, Juazeirinho, São José dos Cordeiros, Gurjão, Taperoá, São João do Cariri, Soledade e Cabaceiras, dentre outros.

Os volumes hídricos dos mananciais da bacia do Taperoá através do monitoramento de 14 açudes, somados, apresentaram, em 2005 segundo a SEMARH, capacidade de 36.989.833 m<sup>3</sup>, o equivalente a 32,2% de sua capacidade máxima.

Tabela 2.4. Açudes pertencentes à Sub-Bacia do Taperoá, com sistema de monitoramento de volume da SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, 2005.

Município	Açude	Capacidade Máxima (m3)
Desterro	Jeremias	4.658.428
Gurjão	Gurjão	1.929.250
Juazeirinho	Barra	3.017.185
Juazeirinho	Mucutu	25.373.341
Livramento	Livramento	2.432.420
Livramento	Salitre	3.576.680
Olivedos	Olivedos	5.875.124
São João do Cariri	Namorados	2.118.980
São José dos Cordeiros	São José	956.000
Serra Branca	Serra Branca I	2.117.000
Serra Branca	Serra Branca II	14.042.568
Soledade	Soledade	27.058.000
Taperoá	Lagoa do Meio	6.647.875
Taperoá	Manoel Marcionilo(Taperoá II)	15.148.900
-	Total	114.951.751



### 2.3. A Importância da irrigação para a agricultura

A irrigação é uma prática agrícola de fornecimento de água às culturas, onde e quando as dotações pluviométricas ou qualquer outra forma de abastecimento não são suficientes para lhes suprir as necessidades hídricas.

A irrigação tem grande impacto na produção haja vista que permite diversificar a produção e reduzir as incertezas quanto ao produto final; este impacto ocorre principalmente em pequenos produtores que utilizam a irrigação em pequenos lotes (GOMES, 1999).

Segundo Leme (2006) com o crescimento populacional a humanidade se vê compelida a usar maior quantidade possível de solos agricultáveis, o que vem impulsionando o uso da irrigação, não só para complementar as necessidades hídricas das regiões úmidas mas, também, para tornar produtiva as regiões áridas e semi-áridas do globo que constituem cerca de 55% das áreas continentais.

A produtividade agrícola, a sustentabilidade de produção e o futuro da agricultura irrigada, estão condicionados a riscos de saturação dos solos, salinização nas áreas áridas e semi-áridas e competição pelo uso de água com outros usos (humano, pecuário e industrial) (LIMA et AL., 1999).

Conforme Leme (2006), recurso disponível mais significativo para se racionalizar a aplicação de água é a programação de irrigação, que requer certos procedimentos os quais permitem a determinação de turno e a quantidade de água da próxima irrigação.

A agricultura irrigada é reconhecida em todo mundo como uma das atividades econômicas que apresentam as maiores demandas de água para a produção (ARRUDA, 1994).

Bastos et Al. (1994) recomendam estimular um manejo racional da irrigação e a otimização dos equipamentos elétricos utilizados, com a finalidade de tornar a utilização da água e da energia mais eficientes. O estabelecimento do consumo de água das culturas deve ser feito criteriosamente a fim de propiciar um dimensionamento correto de sistemas de irrigação.

Para Cirino e Guerra (1994) o pleno conhecimento dos parâmetros necessários para elaboração de um projeto de irrigação racional, tais como: facilidade com que a água se movimenta no solo, disponibilidade de água no solo para as plantas, aeração e porosidade efetiva no solo, são indispensáveis no processo de planejamento e dimensionamento da irrigação e drenagem de terras destinadas à agricultura. Existem critérios ou métodos empíricos que permitem estimar estes parâmetros sem que se precise ir ao campo ou laboratório.

Segundo Bernardo et al. (2006) para que a irrigação seja feita de forma correta deve-se: (1) analisar os fatores do solo, clima, planta e suprimento de água; (2) considerar os fatores do solo, água e de engenharia na determinação da aplicação de água; (3) avaliar a inter-relação entre irrigação e outros fatores culturais, como variedade, densidade de plantio, fertilizante, ervas daninhas, colheitas, etc; (4) visar sempre à obtenção da melhor função econômica.

A aplicação da água na lavoura é feita através de métodos de irrigação, que podem ser classificados em: irrigação superficial (sulcos de irrigação, taças de inundação, corrugação e etc), irrigação sub-superficial (tubos porosos, tubos perfurados e elevação do lençol freático), irrigação por aspersão (convencional, autopropelido, pivô central, montagem direta, etc.) e irrigação localizada (gotejamento, jato-pulsante, microaspersão, etc.) (BERNARDO et al., 2006).

#### **2.4. A situação atual da agricultura irrigada**

A agricultura irrigada não é apenas o maior consumidor de recursos hídricos, mas se caracteriza pelo uso consultivo, em que a quase a totalidade da água destinada à produção de alimentos é consumida. Estima-se que, em termos mundiais, este uso responda por cerca de 70% das

derivações de água. No Brasil, segundo dados da Fundação Getúlio Vargas, publicados em 1998, o consumo agrícola de água supera os 60% da água captada.

A irrigação é, ainda, exigente em termos de qualidade da água e, nos casos de grandes projetos, implica em obras de regularização de vazões, ou seja, barragens que interferem no regime fluvial dos cursos de água e tem efeitos sobre o meio ambiente.

Apresenta-se na Figura 2.3, a evolução do uso da irrigação no Brasil; observa-se que houve um crescimento das áreas irrigadas, de 2.332 milhões de hectares em 1990, para 3.149 milhões de hectares, em 2001.

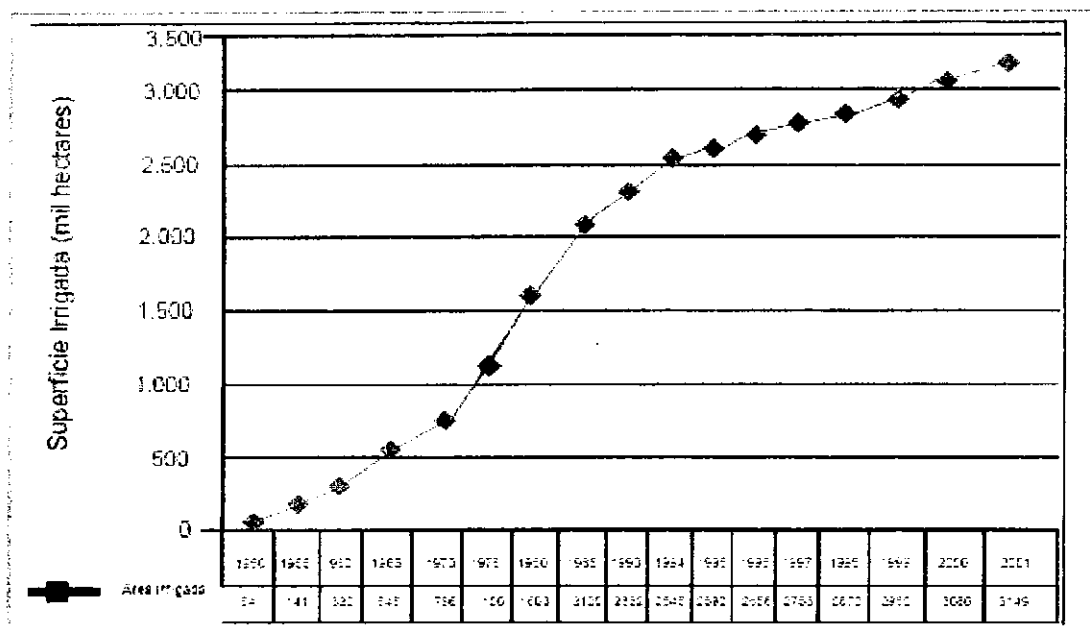


Figura 2.3. Evolução das áreas irrigadas no Brasil 1950-2001 (Christofidis, 2002).

O potencial para desenvolvimento sustentável da irrigação é estimado em 14,6 milhões de hectares em “terras altas” e de 14,9 milhões de hectares em várzeas, totalizando 29,5 milhões de hectares (Christofidis, 2002). Conforme a Tabela 2.5, dentre essas se encontram sob irrigação 2.090 milhões de hectares em “terras altas” e 1,059 em “várzeas” - totalizando 3,149 milhões de hectares - o que representa 10,7% do potencial de solos aptos para a agricultura irrigada sustentável.

Tabela 2.5. Áreas Irrigadas (em hectares), Métodos de Irrigação, Estados, Regiões: Brasil (2001).

Brasil/Regiões/Estados	Método de Irrigação					Total
	Com controle de drenagem agrícola	Superfície	Aspersão convencional	Pivô Central	Localizada	
<b>Norte</b>	<b>31.700</b>	<b>50.100</b>	<b>6.055</b>	<b>1.410</b>	<b>1.690</b>	<b>91.035</b>
Rorônia	-	-	4.140	-	460	4.600
Acre	200	320	140	-	20	680
Amazonas	100	900	700	-	120	1.820
Roraima	2.000	6.350	300	100	210	8.960
Pará	1.000	5.550	150	-	280	6.980
Amapá	400	1.040	300	-	170	1.910
Tocantins	28.000	36.020	325	1.310	430	66.085
<b>Nordeste</b>	<b>35.085</b>	<b>155.644</b>	<b>242.506</b>	<b>122.006</b>	<b>136.421</b>	<b>663.672</b>
Maranhão	3.000	20.780	11.450	2.940	6.030	44.200
Piauí	1.000	9.340	6.983	740	6.130	24.193
Ceará	2.829	16.740	30.222	17.502	5.320	72.613
Rio Grande do Norte	-	-	2.700	1.100	13.983	17.783
Paraíba	18.901	11.115	8.306	1.980	7.300	47.602
Pernambuco	-	31.640	42.200	9.400	8.740	91.980
Alagoas	5.155	1.939	56.500	5.940	548	70.082
Sergipe	4.200	26.225	8.415	258	6.224	45.332
Bahia	-	37.865	75.730	82.146	84.146	279.887
<b>Sudeste</b>	<b>9.125</b>	<b>200.740</b>	<b>245.768</b>	<b>362.618</b>	<b>83.388</b>	<b>909.639</b>
Minas Gerais	-	107.881	73.535	87.950	44.590	313.956
Espírito Santo	9.125	8.212	53.837	13.688	6.388	91.250
Rio de Janeiro	-	14.827	14.186	6.620	400	36.033
São Paulo	-	77.820	104.210	254.360	32.010	468.400
<b>Sul</b>	<b>942.596</b>	<b>152.924</b>	<b>82.060</b>	<b>500</b>	<b>18.720</b>	<b>1.196.800</b>
Paraná	-	14.380	35.810	500	1.060	51.750
Santa Catarina	-	115.500	20.600	-	1.200	137.300
Rio Grande do Sul	942.596	23.044	25.650	-	16.460	1.007.750
<b>Centro-Oeste</b>	<b>41.310</b>	<b>6.524</b>	<b>39.028</b>	<b>165.014</b>	<b>6.195</b>	<b>258.071</b>
Mato Grosso do Sul	39.700	1.580	3.200	36.700	300	81.480
Mato Grosso	1.000	3.108	2.780	3.795	3.967	14.650
Goiás	600	1.671	29.306	118.099	1.267	150.943
Distrito Federal	10	165	3.742	6.420	661	10.998
<b>Brasil</b>	<b>1.059.816</b>	<b>574.012</b>	<b>615.417</b>	<b>651.548</b>	<b>248.414</b>	<b>3.149.217</b>

Fonte: Ministério da Integração Nacional/SIH/DDH (1999) complementadas e estimadas para o ano 2001 por Christófidis (2002).

Estima-se que o setor é responsável por pelo menos 1,6 milhão de empregos diretos e 3,2 milhões de empregos indiretos; números que apresentam grande potencial de crescimento em virtude da tendência de se ampliar às áreas cultivadas com culturas irrigadas, que exigem uso intensivo de mão-de-obra, como certas modalidades de cultivo em fruticultura.

## 2.5. Projeto agrícola irrigado

Azevedo (1997) citado por Farias (2006), adota a seguinte seqüência para projetos executivos: estudos básicos, projeto de engenharia e análise econômica e financeira. Essencialmente, a seqüência requerida em um projeto de irrigação compreende, dados básicos, projeto agrônômico, projeto de engenharia e projeto agroeconômico; segundo o autor, o conteúdo que se deve constar em cada arte do projeto, é:

- Os dados básicos consistem de todas as informações necessárias à elaboração do projeto executivo, como dados sobre água, solo, clima, topografia, fonte de energia e informações gerais (socioeconômicas, capacidade gerencial, experiência com irrigação, mercado, assistência técnica etc.).
- Projeto agrônômico: Faz-se a seleção da cultura, calcula-se a capacidade de armazenamento da água pelo solo, a necessidade e a demanda da água de irrigação do projeto.

- Projeto de engenharia: Concepção do sistema: Seleção do método de irrigação, definição do sistema de distribuição e condução d'água, determinação das dimensões das subunidades de irrigação, escolha do material dos componentes do sistema, definição do grau de automatismo e estimativa da eficiência do sistema.
- Manejo do sistema: Determinação do turno de irrigação, volumes e lâminas de irrigação bruta, tempo de irrigação, número de unidades de irrigação, tempo de funcionamento diário, horas de bombeamento mensal, volume mensal bombeado e vazão unitária.
- Dimensionamento do sistema: Definição do layout e dimensionamento das tubulações e canais de distribuição e condução da água, do sistema de bombeamento, das valetas, das obras e instalações (poço de sucção, casa de bomba, instalação do cabeçal de controle e ancoragens).
- Orçamento: Relação de equipamentos, peças, acessórios, obras, instalações e orçamento geral.

## 2.6. Parâmetros de desempenho

O principal objetivo ao se implantar um sistema de irrigação, é proporcionar condições para se produzir, economicamente, o que se consegue com o aumento de produtividade e redução dos custos por unidade produzida. Neste aspecto, os parâmetros que expressam a qualidade e o desempenho de irrigação devem ser entendidos como decisórios no planejamento e operação nos sistemas de irrigação (ZOCOLER, FRIZZONE e VANZELA, 2001).

Quando se aplica apenas a lâmina de irrigação necessária em uma área, sendo esta uma lâmina média acarretará, inevitavelmente, o excesso em parte da área e déficit em outra. Na fração em excesso uma parte fica armazenada na zona das raízes disponíveis às plantas e outra parte é perdida por percolação profunda, transportando parte dos nutrientes daquela camada. Na fração com déficit, toda a água infiltrada é considerada infiltrada na zona radicular porém em quantidade inferior às necessidades hídricas das plantas (ZOCOLER, FRIZZONE e VANZELA, 2001).

Segundo Bonomo (1999) citado por Costa (2006) é de fundamental importância estabelecer o nível máximo em que se poderá suprir a área irrigada em função do retorno econômico que se poderá ter com o aumento da produção.

A razão entre a lâmina d'água armazenada em uma camada de solo e a lâmina d'água aplicada, fornece a "Eficiência de Aplicação de Água no Solo (Ea)" (MERRIAN; SHEARER e BURT, 1983). Esta relação indica a fração de água aplicada e que é armazenada em função de suas características físicas e umidade residual, fornecendo apenas uma idéia das perdas, já que em irrigações deficientes, pode alcançar valores de 100%, ou seja, toda a água aplicada foi armazenada;

em conseqüência, a eficiência de aplicação não indica se a quantidade de água aplicada foi suficiente para suprir a quantidade de água evapotranspirada pela cultura (BONOMO, 1999).

## **2.7. Manejo da irrigação**

Para que a implantação de um projeto de irrigação atinja seus objetivos, é imprescindível que, além de um projeto adequadamente dimensionado, haja também um manejo eficiente da irrigação e dos diversos fatores a ela relacionados, tais como nutricionais, fitopatológicos, edáficos, climáticos e fitotécnicos. O conceito de manejo eficiente de irrigação é complexo e, no seu sentido mais amplo, relaciona tanto o aspecto do manejo da água como o manejo do equipamento, com o objetivo de adequar a quantidade de água a ser aplicada e o momento certo desta aplicação. O manejo adequado da irrigação não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola tendo, por um lado, o compromisso com a produtividade da cultura explorada e, por outro, o uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente (BERNARDO; SOARES E MANTOVANI, 2006).

Se não houver uma definição correta de quando e quanto de água aplicar, o irrigante estará fazendo uso ineficiente da água, seja pela aplicação em excesso ou aquém das necessidades das plantas; quando a irrigação é excessiva, além do desperdício da água e o comprometimento da produção da lavoura, a ineficiência na irrigação contribui para um impacto ambiental maior sobre o solo e a qualidade dos mananciais que recebem o excesso de água aplicada. Quanto menor a lâmina de água aplicada na irrigação, menor também será o volume de água percolada e drenada que retorna aos mananciais, levando parte dos insumos aplicados, como fertilizantes e agrotóxicos; assim a quantidade de água a ser aplicada deve ser aquela que atenda as necessidades da planta, sem provocar excesso de água no solo (COSTA, 2006).

## **2.8. Demanda de água e energia elétrica na irrigação**

A agricultura irrigada pode triplicar a produtividade de uma área; entretanto, se não for feita de forma eficiente, é provável acarretar sérios danos ambientais, dentre eles modificação do meio ambiente, consumo exagerado da disponibilidade hídrica da região, contaminação dos recursos hídricos, salinização do solo, erosão dos solos e assoreamento dos corpos hídricos, entre outros (LIMA et al., 2003).



Ressalta-se, então, a importância do uso da irrigação com eficiência, projetos corretamente dimensionados e com manutenção adequada, tomando-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e implementação. O monitoramento da agricultura irrigada permite o aumento da produtividade sem acarretar prejuízos advindos dos custos de manutenção e operação do sistema. Um estudo realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais mostra que o uso racional da irrigação levaria a uma economia de 20% de água e 30% de energia (LIMA et al., 2003); sendo assim, projetos que operam com baixa eficiência devem ser ajustados. Nos casos das bacias hidrográficas muito impactadas, projetos que viabilizem o reúso de efluentes e utilização de água de chuva e promovam a recarga dos aquíferos subterrâneos, contribuem para minimização desses impactos; além disso a aplicação do instrumento de cobrança pelo uso de água consiste em uma maneira de se estimular a redução do consumo excessivo de água e conscientizar o produtor rural sobre a importância do seu uso racional, além de gerar recursos para recuperação de bacias degradadas.

Azevedo (1997) citado por Farias (2006), relata que a necessidade de água do projeto compreende toda a água demandada ao longo do ano e/ou do ciclo e no mês de maior demanda (mês de pique). Calcula-se a necessidade de água de cada cultura e, em seguida, sua carência no projeto.

O conhecimento da demanda hídrica por parte é muito importante para a elaboração de um projeto de irrigação; para isso existe uma extensa metodologia que pode ser utilizada na determinação da evapotranspiração de referência ou na sua estimativa através da evapotranspiração potencial ( $ET_0$ ) sendo, no entanto, necessário o uso adequado do coeficiente de cultura,  $K_c$ , (DOOREMBOS E PRUIT, 1977).

## 2.9. Qualidade de água para irrigação

Segundo Bernardo et al. (2006) a qualidade da água para irrigação nem sempre é definida com perfeição, haja vista que, muitas vezes, se refere à sua salinidade com relação à quantidade total de sólidos dissolvidos. No entanto, para que se possa fazer uma interpretação correta da qualidade da água para irrigação, os parâmetros analisados devem estar relacionados com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo de irrigação, os quais serão necessários para controlar ou compensar os problemas relacionados com a qualidade de água.

A salinização de um solo depende da qualidade da água usada na irrigação, do seu manejo, da existência e do nível de drenagem natural e/ou, artificial do solo, da profundidade do lençol freático e da concentração original de sais no perfil do solo.

A concentração total de sais da água para irrigação pode ser expressa pela sua condutividade elétrica (CE). Em razão da facilidade e rapidez de determinação, a condutividade elétrica tornou-se o procedimento padrão, a fim de expressar a concentração total de sais para a classificação e diagnose das águas destinadas à irrigação.

A capacidade de infiltração de um solo cresce com o aumento de sua salinidade e decresce com o aumento da razão de adsorção de sódio (RAS) e/ou, com o decréscimo de sua salinidade; assim, os dois parâmetros, RAS e salinidade, devem ser analisados conjuntamente para que se avalie corretamente o efeito da água de irrigação na redução da capacidade de infiltração de um solo.

A proporção relativa de sódio em relação a outros sais, pode ser expressa adequadamente, em termos de razão de adsorção de sódio (RAS), a qual deve ser assim calculada:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg}{2}}}, \text{ Onde:} \quad 2.1$$

RAS = Razão de adsorção de sódio;

Na = Sódio em miliequivalente por litro;

Ca = Cálcio em miliequivalente por litro;

Mg = Magnésio em miliequivalente por litro;

A magnitude do problema depende da concentração de íon na água de irrigação, da sensibilidade da cultura ao íon, da demanda evapotranspirométrica da região e do método de irrigação em uso. Geralmente, esses íons se acumulam nas folhas, causando problemas de clorose e queima dos tecidos, reduzindo a produção de vegetal ou mesmo chegando a ocasionar a morte da planta, quando o seu acúmulo é muito elevado. Esses problemas de toxidez estão relacionados, freqüentemente, com os de salinização, e/ou, solidificação do solo.

Os íons de solo e cloro, além de serem os mais presentes nas águas de irrigação, podem ser absorvidos pelas raízes, movimentados pelo caule e acumulados nas folhas ou diretamente pelas folhas molhadas durante a irrigação por aspersão (BERNARDO et. al., 2006).

## 2.10. Absorção e necessidade hídrica da cultura

Segundo Reichardt (1990) são inúmeros os fatores que interferem na absorção de água pelas plantas; esses fatores, são: a) referente à planta: extensão e profundidade do sistema radicular, superfície e permeabilidade radicular, idade das raízes e idade metabólica da planta. b) referentes à atmosfera: umidade relativa do ar, disponibilidade de radiação solar, vento e temperatura do ar. c)

referente ao solo: umidade, capacidade de água disponível, condutividade hidráulica, temperatura, aeração e salinidade da solução do solo.

A melhor forma de se medir a absorção de água pelas plantas é através da transpiração; em culturas agrícolas torna-se, porém, difícil à medição da transpiração em separado, porque o solo também perde água por evaporação através de sua superfície. A absorção de água pelas plantas também pode ser estimada por meio da variação de armazenamento da água no solo, para um período sem chuva, no qual o movimento de água descendente no perfil é desprezível. Se a cultura cobrir totalmente o solo, sua evaporação pode ser desprezada e a perda total de água é igual à absorção radicular das plantas (REICHARDT, 1990).

O conhecimento da demanda hídrica por parte de uma cultura é muito importante para a elaboração de um projeto de irrigação; para isto, existe uma extensa literatura que pode ser utilizada na determinação de ET de referência ou na sua estimativa, através da evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>) sendo, no entanto, o uso de um coeficiente adequado para cada cultura, o coeficiente de cultura  $k_c$  (DOOREMBOS E PRUIT, 1977).

## **2.11. Dados climáticos básicos na irrigação**

A análise de registros históricos de dados climáticos permite prever a precipitação e estimar a evapotranspiração que, juntamente com a capacidade de retenção de água do solo, torna possível estimar-se o balanço de água na zona radicular da cultura e as demandas total (do ciclo) e diária de irrigação suplementar real necessária, segundo a época de plantio da cultura (Faria et. al. 2002).

Varejão Silva (1981), citado por Farias (2006), em comentário sobre o trabalho desenvolvido por Hargreaves (1974b) relata que o mesmo propõe uma classificação climática especificamente para o Nordeste do Brasil, levando em conta um parâmetro a que ele denomina de Índice de Disponibilidade de água (IDA) e se baseia no quociente entre a precipitação fidedigna e a evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>); assim, o cálculo do IDA se baseia na escolha de uma função matemática que seja conveniente para representar a distribuição da precipitação em cada localidade particular, indispensável à determinação da precipitação fidedigna (dependable precipitation). O nível de probabilidade requerido é, normalmente, o de 75%, mas o próprio Hargreaves (1974b) esclarece que, para determinadas culturas ou situações especiais, este nível pode não ser o mais apropriado; por outro lado, o cálculo do IDA depende também da estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) para o mês que se considere. Hargreaves (1974a) preconiza uma equação para o cálculo de ETP que se fundamenta, dentre outros dados, na umidade relativa do ar; esta informação só é disponível para um número muito pequeno de estações meteorológicas do Estado da Paraíba.

O índice citado por Varejão-Silva (1981), tem conotação escrita por Hargreaves (1974b) como MAI (Moisture-Availability Index); é uma medida da suficiência de precipitação em exigências de umidade abastecedoras; é computado dividindo-se a precipitação provável, a nível de 75% (dependable precipitation-PD), pela evapotranspiração potencial/referência (ET<sub>o</sub>) e através de tal índice se propõe uma classificação climática para o Nordeste brasileiro, donde uma localidade em que a MAI possui, em todos os meses, valores entre zero e 0,33, é considerada Muito Árido, não se trata de um local para exploração de agricultura de sequeiro; quando a MAI >0,34, em um ou dois meses, classifica o local como Árido, há também limitação de sustentabilidade de agricultura de sequeiro; MAI >0,34, em três ou quatro meses sucessivos ao longo do ano, o classifica como de clima Semi-Árido, em que tal local permite a exploração de agricultura de sequeiro em período de até 4 meses e, quando o local possui cinco ou mais meses consecutivos com MAI > 0,34, é considerado como o de clima Seco-Úmido (Wet-dry) que permite produção agrícola adequada durante 5 ou mais meses no ano.

### **2.11.1. Evapotranspiração**

A evapotranspiração é um dos componentes mais significativos do ciclo hidrológico e está envolvida, até certo ponto, e necessariamente, em todos os estudos hidrológicos. Segundo Berlato e Molion (1981), devido o vapor ser transportado na atmosfera, condensado e precipitado a grandes distâncias da sua origem, a mudança de fase de líquido para vapor representa o maior mecanismo para redistribuição de energia no planeta.

Nos estudos hidrológicos para o planejamento e monitoramento de recursos hídricos a evapotranspiração assume importância considerável, sobretudo no que se refere às bacias fluviais e projetos de irrigação.

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se vise à racionalização do uso da água e à máxima produtividade requer, conhecimento específico das relações solo-água-planta-atmosfera e manejo de irrigação.

Segundo Bernardo (2006), em regiões áridas, nas quais a água é fator limitante, as pesquisas devem ser desenvolvidas visando planejar irrigações em termos de máxima produção por unidade de água aplicada, observação muito correta; entretanto, o requerimento de água por parte da agricultura, segundo Guerra (2000), é maior que o da indústria.

De acordo com Souza (1983), um calendário de irrigação adequado requer a determinação de quando irrigar e quanto se deve aplicar de água, com o propósito de minimizar a percolação de água fora da zona radicular da cultura e manter um ótimo nível de umidade do solo.

Vários métodos baseados em parâmetros do solo e da planta e em medições de evaporação, têm sido descritos para através deles, se estabelecer frequências de irrigação e a quantidade de água que deve ser aplicada nas culturas. A forma mais comum para programar a irrigação é por meio do balanço de água do perfil do solo, visto que, nele, a evapotranspiração é calculada, utilizando-se dados climatológicos e coeficientes das culturas, ou mediante medições diretas de água no perfil.

A evapotranspiração, desconsiderando a água para constituição dos tecidos, pode ser definida como a evaporação da água do solo mais a transpiração dos cultivos ocorridas no campo. Thornthwaite (1948) definiu evapotranspiração potencial (ETP) como “a transferência de água do solo para a atmosfera a partir de uma superfície plana de solo úmido, completamente coberta de vegetação verde, suficientemente grande para eliminar o efeito de oásis”. Para Penman (1948) a evapotranspiração potencial “é a quantidade de água transpirada na unidade de tempo, por uma cultura de porte baixo, altura uniforme e crescimento ativo, sob condições ótimas de umidade e cobrindo totalmente o solo”. Doorembos e Pruitt (1977) reavaliando o conceito de ETP, apresentaram o termo evapotranspiração de referência (Eto) que é a “perda de água para a atmosfera por evaporação e transpiração de uma superfície extensa coberta com grama verde, possuindo de 8 a 15 cm de altura uniforme, em crescimento ativo e sombreando completamente um terreno sem déficit de umidade”.

Segundo Rocha (2000), na agricultura irrigada o conhecimento da evapotranspiração máxima (Etm) nos diferentes estádios de desenvolvimento das culturas é fundamental para o planejamento e o manejo de irrigação; da mesma forma, também é útil na agricultura não irrigada para a adoção de práticas culturais que permitam o melhor aproveitamento das disponibilidades hídricas naturais de cada região, especialmente para o ajustamento de épocas de semeadura; além de que este conhecimento é importante nos programas de zoneamento e de estimativa de rendimento das diversas culturas com base nas disponibilidades hídricas das diferentes regiões.

A determinação da evapotranspiração potencial preconizada por Hargreaves, foi estabelecida em trabalho publicado em 1974, após levantamento de dados em 723 estações climatológicas do Nordeste brasileiro. Dentre os dados coletados para uma série de cerca de 50 anos, constam a temperatura, a umidade relativa do ar e a latitude. A equação comumente usada requer apenas temperatura, umidade e dados de latitude e, de perto, aproxima a evapotranspiração da grama podendo ser adaptada para uso de dados climáticos brasileiros. Esta equação foi usada de forma positiva por Hargreaves (1974a) nos cálculos de ETP para o Nordeste brasileiro; a equação requer 24 horas de umidade relativa média. Os dados climáticos apresentados pelo Ministério da Agricultura representam umidade relativa média baseada em leituras a 1200, 1800 e 2400 TMG

(horas tempo de Greenwich). A umidade média, U, é igual para  $(U.1200+U.1800+2.U.2400)/4$ ; posteriormente, esta umidade mensal tem sua correção requerida na equação de ETP para se ajustar à umidade obtida; enfim, para se obter a ETP em mm por mês para os dados climáticos disponíveis para o Brasil, é oportuno seguir os cálculos com as equações, abaixo:

$$CH = 0,158. (100-U)^{1/2} \quad 2.2$$

com valor máximo de 1

$$t_{med} = \frac{(t1200 + 2.t2400 + tMX + tMI)}{5} \quad 2.3$$

Conversão de graus  $^{\circ}C$  para  $^{\circ}F$

$$t^{\circ} F = (32 + 1,8.tmed) \quad 2.4$$

$$CL = 0,17. (70 - ABL)^{1/2} \quad 2.5$$

com valor máximo de 1

$$MF = 0,00483.RMM. \frac{DL}{12}.LC \quad 2.6$$

$$ETP = MF.t^{\circ}F.CH \quad 2.7$$

sendo:

ABL = valor absoluto da latitude;

RMM = radiação solar extraterrestre ( $Q_0$ ) expressa em equivalente mm de evaporação por mês;

DL = comprimento do dia, em horas;

$t^{\circ}F$  = temperatura média do ar ( $^{\circ}F$ );

CH= coeficiente de umidade relativa média;

Para obter valores de MF de forma simplificada, Hargreaves (1974a) disponibilizou, em seu trabalho, valores por mês e para latitudes sul até  $36^{\circ}$ ;

Uma equação simplificada de Hargreaves e Samani (1985) e que foi própria para regiões com clima semi-áridos, é citada por Freitas (2005) e Marques (2005) em que as variáveis necessárias são

temperatura máxima ( $T_{\max}$ ), mínima ( $T_{\min}$ ), e média ( $T_{\text{med}}$ ), além do fator  $Q_0$  que é a radiação solar no topo da atmosfera (mm de equivalência  $d^{-1}$ ) podendo ser encontrado em tabela.

$$ETP = 0,0023 \cdot Q_0 \cdot (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \cdot (T_{\text{med}} + 17,8) \quad 2.8$$

Fiertz (2006), desenvolveu um trabalho para avaliar o desempenho dos métodos Hargreaves-Samani e Camargo na estimativa da evapotranspiração de referência (ETO), escala diária, para as condições climáticas da região de Dourados, MS, e constatou que as estimativas de ETO diária estimada pelo método Hargreaves-Samani, apresentaram bom desempenho, enquanto as realizadas pelo método de Camargo tiveram performance razoável, com forte tendência de subestimar ETO.

### 2.11.2. Precipitação provável a nível de 75% de probabilidade

Hargreaves (1973), citado por Farias (2006), elaborou com base em dados publicados pela SUDENE e usando a distribuição gama incompleta, elaborou tabelas contendo valores mensais e anuais de precipitação correspondentes a níveis selecionados de probabilidade. Embora o autor tenha substituído dados perdidos “para algumas estações”, isto parece não comprometer os resultados alcançados, segundo Varejão Silva (1981).

Em citação de trabalho realizado por Hargreaves e publicado pela EMBRAPA (1974), sobre como foi calculada a precipitação provável mensal para mais de setecentos locais no nordeste, e que estão registrados em trabalho publicado por Hargreaves (1973) inclui os 95, 90, 80, 75, 70, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 10 e a cinco por cento de probabilidade do nível de precipitação mensal segura (PD), em que se analisaram condições em um local específico qualquer e determinada à probabilidade ou podendo ser usados vários cálculos de probabilidades.

Como indicado, a 75% de probabilidade de ocorrência de precipitação foi selecionada como índice razoável por comparar disponibilidade de umidade em uma área com outra. Para a maioria das colheitas agrícolas, uma deficiência de água moderada em determinado mês com probabilidade de ocorrência um ano em quatro, não estaria limitando seriamente o desenvolvimento agrícola; para uma colheita sensível, como a banana, porém, este nível de probabilidade seria indesejável, mas para tais colheitas de alto valor, sensíveis, qualquer alto - deveriam ser usados valores de MAI ou uma probabilidade de chuva diferente. MAI é proposto principalmente como meio de comparar umidade disponível em uma área ou em um local com outro; enfim, para áreas que têm 5 ou meses mais chuvosos, a equação para aproximar a 75% de probabilidade de chuva mensal crítica é:

$$PD = -20 + 0,70.PM \quad 2.9$$

em áreas que têm 3 a 4 meses chuvosos (clima semi-árido) a equação é :

$$PD = -30 + 0,70.PM \quad 2.10$$

para áreas muito áridas, a equação:

$$PD = -10 + 0,40.PM \quad 2.11$$

## 2.12. Eficiência de Irrigação e cobrança pelo uso da água

Os vários métodos de irrigação existentes possuem eficiências que variam de acordo com diversos fatores sendo que o manejo da irrigação é um dos mais importantes; entretanto, isto não significa que um método seja melhor que o outro por ser melhor que outro, em termos de eficiência de aplicação de água. Cada método possui suas vantagens e desvantagens e se ajusta a diferentes situações. Bernardo (2006), mostra que a eficiência de irrigação pode variar de 40 a 90%, dependendo do método.

A irrigação por superfície é o método mais barato e pode ser planejado com alta eficiência, mas, quando existem desuniformidade da aplicação da água e falta de controle sobre o total infiltrado, ocorre uma redução na eficiência, que varia entre 40 a 60%. Segundo Bernardo (2006), o excesso de irrigação provocado por este método causa perdas de água por percolação e/ou runoff e de nutrientes de lixiviação, problemas de afloramento do lençol freático, que culminam em salinização e, conseqüentemente, baixo rendimento das culturas.

Inferese, desta forma, que a irrigação por superfície não é o método indicado para bacias impactadas, onde há conflitos pelo uso da água. Nesses locais se deve aplicar o princípio do Usuário-Pagador e Poluidor-Pagador para estimular os irrigantes a adotarem técnicas de irrigação que demandem menor volume de água e carregem menos nutrientes para os corpos hídricos, o que exige conscientização dos produtores, via princípio da participação; já a irrigação por aspersão possui uma eficiência de 65 a 85% e as perdas de água podem ocorrer por evaporação, percolação e deriva. Essas perdas podem variar de valores quase nulos em irrigações noturnas, até 35% do total aplicado em irrigações diurnas sob condições de vento muito forte (maiores que  $4\text{m s}^{-1}$ ). Em grande projetos de irrigação, em que a água é distribuída por rotação entre os proprietários, ou seja, maiores vazões por determinado tempo para cada proprietário, os métodos de irrigação por superfície se adaptam melhor que os de aspersão, mas para distribuição contínua, com menores vazões, o método por aspersão se adapta muito bem (BERNARDO, 2006).



Por sua vez, a irrigação localizada, possui características de distribuição de água que favorecem a eficiência do método (90 a 95%), pois a água é aplicada em pequenas doses e em alta frequência no pé da planta; entretanto, exige investimentos elevados.

Maximizar a eficiência nem sempre significa otimizar lucro pois o aumento dos custos iniciais e operacionais está, normalmente, associado ao aumento de uniformidade da irrigação. máximo lucro pode ser obtido com menor uniformidade, sobretudo quando a água, a energia e os fertilizantes não são fatores restritivos quanto à disponibilidade, qualidade e custo (FRIZZONE, 1992); todavia, a deflagrada crise do abastecimento hídrico que afeta bacias com baixa disponibilidade hídrica, bastante povoadas e com disputa pela água entre os diversos setores usuários torna a água fator restritivo e, nesses locais, a cobrança pelo uso será inevitável e todos os usuários deverão possuir outorga pelo uso da água, sendo considerado poluidor todo usuário que não utilizar a água de maneira racional e sustentável; nessas situações irrigações com máxima eficiência será uma necessidade, isto é, mais que isso, uma obrigação; entretanto, quanto mais eficiente um método de irrigação maior as exigências tecnológicas, maiores os investimentos e mais preparados devem ser os agricultores para manusear os equipamentos, visto que a cobrança ajudará a conscientizar os produtores irrigantes mas deve haver um valor diferenciado para o usuário que utiliza a água de forma racional e eficiente prevendo-se, a este produtor até mesmo isenção da taxa, devido à sua enorme contribuição na conservação dos recursos hídricos; por outro lado, deve haver orientação técnica qualificada e políticas públicas que promovam incentivos como financiamento e subsídios, para implementação de equipamentos de alta eficiência; esta estratégia de manutenção do homem no campo evitará o êxodo rural e o conseqüente agravamento dos problemas de exclusão social já vividos nas cidades. O desperdício e a poluição caminham com a desinformação, razão pela qual um programa de extensão rural, que leve a educação ambiental, despertando a consciência ecológica do homem do campo é uma estratégia primordial para conservação dos recursos hídricos (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002).

### **2.13. A Cobrança pelo uso da água na agricultura irrigada**

A escassez da água em qualidade e em quantidade levou à sua valoração econômica. A cobrança pelo uso da água é um instrumento econômico de gestão de recursos hídricos que visa à redução das externalidades negativas. Nas palavras de Silva (1998) “um instrumento pelo qual se busca incitar os usuários a atingir o nível ótimo de utilização da água, através da internalização dos custos sociais na contabilidade dos usuários”.

Segundo Fernandez e Garrido (2002) a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um instrumento de política nacional de gestão do uso da água dos mananciais, previsto desde 1934, no Código de Águas. A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, reafirmou a necessidade da manutenção deste instrumento, sobretudo como elemento indutor de uma postura de racionalidade do usuário da água, utilizando-se esse recurso natural sem desperdício.

Devido à escassez relativa, a água bruta é, de fato, um bem econômico. E como todo bem econômico, a água tem seu valor de uso e valor de troca, em que o valor de uso da água é caracteristicamente variável, pois depende fundamentalmente da utilidade ou satisfação que os diversos usuários lhe atribuem, por sua múltipla capacidade de satisfazer suas necessidades. A característica mais marcante da água é que ela tem diferentes valores de uso e, portanto, admite diferentes valores de troca ou preço.

O insumo água, passando pelo processo de definição de preço, promove uma avaliação mais profunda no campo agrícola, quanto à composição de custos do produto e sua viabilidade econômica no mercado, com simulação de valores a serem cobrados pela água como viáveis à produção, porém em sua reflexão Noronha (1984), faz comentários sobre realizar análise econômica em experimentos agrícolas e relata que “a mesma necessita de três áreas distintas: estatística, conhecimento técnico da cultura e economia, reconhecendo que é difícil, para qualquer pesquisador, dominar suficientemente as três áreas”.

A definição do valor da água não é trivial, não só por se tratar de um recurso natural escasso mas, principalmente pelo fato da água ser utilizada por uma gama de diversos usos, com diferentes custos de oportunidade e variadas e subjetivas formas de valorização (FERNANDEZ E GARRIDO, 2002).

Os quatro usos de água que podem ser cobrados, são: 1. Uso da água disponível no ambiente (água bruta) como fator de produção ou bem de consumo final; 2. Uso de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água; 3. Uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos (serviço de esgotamento) e 4. Uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos, em que o uso 2 é cobrado pelas entidades que gerenciam projetos públicos.

### **2.13.1. Valores cobrados**

Segundo Fernandez e Garrido (2002) o preço ótimo pelo uso da água para a irrigação foi limitado ao preço de reserva (ou custo de oportunidade) da água nesse uso (R\$  $9,51 \times 10^{-3}$ ), em que a cobrança se situa dentro da capacidade dos irrigantes, porém, o impacto da cobrança sobre o custo da produção agrícola da região será bastante significativo, face às baixas margens de lucro da maioria dos

cultivares; então, a implementação da cobrança pelo uso da água para irrigação com base na política de preço ótimo significa cobrar dos irrigantes, a quantia de R\$ 9,51 por 1.000 m<sup>3</sup> de água captada para esta finalidade.

No estado de São Paulo o projeto de Lei n<sup>o</sup> 676/2000, estabelece a possibilidade de cobrança e deve atingir, primordialmente, os produtores agrícolas, fixando o valor limite de R\$ 0,01 (um centavo de real), a ser cobrado por metro cúbico do volume derivado, extraído ou captado; prevendo incentivos ou desconto aos usuários que devolverem em qualidade superior a captada (ESPERANCINI et al., 2002).

Pereira et al (1999), na Bacia do Rio Sinos, RS, a cobrança foi calculada em função da localização da captação, do uso da água, da estação do ano, do volume consumido e do preço de referência arbitrado para a água em U\$5,00 por 1000m<sup>3</sup>, para o setor agrícola, enquanto, na Paraíba, o valor atribuído pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba é de R\$ 0,005 (meio centavo de real), a ser cobrado por metro cúbico do volume derivado, extraído ou captado (AESAs, 2007).

## **2.14. Culturas**

### **2.14.1. A cultura da banana**

De acordo com a Embrapa (2003), a bananeira (*Musa spp.*) é originária do Extremo Oriente; a planta se caracteriza por apresentar caule suculento e subterrâneo (rizoma), cujo "falso" tronco é formado pelas bases superpostas das folhas, folhas grandes e flores em cachos que surgem em série a partir do chamado "coração" da bananeira; trata-se de uma planta tipicamente tropical, exigente em calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade, para o seu bom desenvolvimento e produção. Sua altura pode variar de 1,8 m a 8,0 m; dada à característica de emitir sempre novos rebentos, o bananal é permanente na área porém com as plantas se renovando ciclicamente.

Entre as fruteiras produzidas no Brasil, a bananeira ocupa lugar de expressão, tanto em volume de frutas produzido como em importância socioeconômica. No Nordeste, onde são produzidos 34% de toda a banana do País, é uma das frutas mais consumidas (EMBRAPA, 2003).

A bananeira é uma planta típica de regiões tropicais que exige calor constante, precipitações bem distribuídas ao longo do ano e elevada umidade do ar, para o bom desenvolvimento e produção; como cultura que apresenta alta demanda por água, encontra limitações para o seu desenvolvimento em potencial na maior parte das localidades situadas nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste necessitando, portanto, de um suporte de irrigação para obtenção de produtividades elevadas. Nesta ecorregião as

chuvas são, em geral, mal distribuídas ao longo do ano, determinando longos períodos de déficit de água para a cultura (EMBRAPA, 2003).

A cultura da bananeira é uma planta muito sensível ao déficit hídrico; por outro lado, o excesso de umidade afeta a aeração do solo, fato este prejudicial à cultura. Estima-se que o consumo anual de água seja de 1.000 a 3.430 mm (LIMA E MEIRELLES, 1986). Segundo Doorembos e Kassan (1994), as necessidades hídricas anuais variam de 1.200 mm, nos trópicos úmidos, a 2.200 mm nos trópicos secos. Em regime de sequeiro, seriam necessárias precipitações na faixa de 2.000 a 2.500 mm, bem distribuídas. As maiores produções de banana estão associadas a uma precipitação anual de 1.900 mm. Para a obtenção de colheitas economicamente rentáveis, considera-se suficiente uma precipitação de 100 a 180 mm por mês, bem distribuída.

Calcularam-se, através da planilha chamada de Planilha de investimento rural, disponibilizada pelo Banco do Nordeste (BNB, 2005), foram calculados os custos de manutenção da bananeira para os 2º e 3º anos (Tabela 2.6), cujos custos são calculados para um plantio no espaçamento 3 x 3 m. Tabela 2.6.



Dados dos custos de implementação da banana pacovã, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água.

BANCO DO NORDESTE S/A					
ORÇAMENTO POR HECTARE					
IMPLANTAÇÃO DE CULTURA					
Espécie					Área Total
BANANA PACOVÃ IRRIGADA (ELETROBOMB-4)					1,0 ha
Especificação	Quant.	Unid.	Valor (R\$1.00)		Época de realização
			Unit.	Total	
<b>1) preparo de solo</b>	<b>6</b>			<b>300,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Aração e gradagem	5	Ht	50,00	250,00	
Sulcamento	1	Ht	50,00	50,00	
<b>2) plantio</b>	<b>71</b>			<b>994,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Marcação e coveamento	32	Hd	14,00	448,00	
Preparo e tratamento de mudas	4	Hd	14,00	56,00	
Plantio / replantio	15	Hd	14,00	210,00	
Adubação de fundação	20	Hd	14,00	280,00	
<b>3) tratos culturais</b>	<b>116</b>			<b>1.624,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas	40	Hd	14,00	560,00	
Manejo de irrigação	25	Hd	14,00	350,00	
Aplicação de defensivos	8	Hd	14,00	112,00	
Desfolha / desbaste	15	Hd	14,00	210,00	
Coronamento	20	Hd	14,00	280,00	
Adubação de cobertura	8	Hd	14,00	112,00	
<b>4) colheita</b>	<b>25</b>			<b>350,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Colheita, trasp. Interno e benef.	25	Hd	14,00	350,00	
<b>5) insumos</b>				<b>2.720,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Mudas (+10%)	1220	Und	1,00	1.220,00	
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Esterco	30	T	35,00	1.050,00	
Água sanitária	80	L	1,80	144,00	
Cercobin 700	2	kg	80,00	160,00	
Temik	1	kg	25,00	25,00	
Dipterex	3	L	37,00	111,00	
Extrayon	1	L	10,00	10,00	
<b>Total</b>				<b>5.988,00</b>	

Espaçamento: 3x3 m / ciclo da cultura: perene / sist. Irrigação – localizada  
 Produtividade: 10 t/ha ano I; 30 t/ha ano II; 40 t/ha ano III  
 Adub. Química – adicionado ao orçamento, apenas o custo das aquisições levando-se em conta as recomendações análise do solo  
 (\*) incluir de acordo com as necessidades do projeto

Fonte: BNB, 2005

Tabela 2.7. Dados dos custos de manutenção da banana pacovã, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água

BANCO DO NORDESTE S/A					
ORÇAMENTO POR HECTARE- MANUTENÇÃO DA CULTURA					
Espécie				Área Total	
BANANA PACOVÃ IRRIGADA ELETROBOMBA (2º ANO E 3º ANOS)				1,0 ha	
Especificação	Quant.	Unid.	Valor (R\$1.00)		Época de realização
			Unid.	Total	
<b>1) tratos culturais</b>	<b>153</b>			<b>2.142,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas	40	Hd	14,00	560,00	
Manejo da irrigação	50	Hd	14,00	700,00	
Coroamento	20	Hd	14,00	280,00	
Adubação de cobertura	10	Hd	14,00	140,00	
Aplicação de defensivos	8	Hd	14,00	112,00	
Desfolha/desbaste	25	Hd	14,00	350,00	
<b>2) colheita</b>	<b>60</b>			<b>840,00</b>	<b>Jan e dez</b>
Colheita, trasp. Interno e benef.	60	Hd	14,00	840,00	
<b>3) insumos</b>				<b>1.049,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Dipterex	2	L	37,00	74,00	
Esterco	20	T	35,00	700,00	
Extravon	1	L	10,00	10,00	
Cercobim 700	3	kg	80,00	240,00	
Temik	1	kg	25,00	25,00	
<b>Total</b>				<b>4.031,00</b>	

Obs.: idem ao orçamento de implantação da banana pacovã

Fonte: BNB, 2005

Segundo o IBGE (2006), a Paraíba ocupa o 9º lugar no ranking do Brasil em produção de banana, com uma área colhida de 16.542 ha, produzindo 284.896 toneladas, sendo 17.223 kg ha<sup>-1</sup>, representando 4, 25% da produção brasileira.

#### 2.14.2. A cultura do mamão

O mamoeiro (*Carica papaya*, L.) é uma fruteira típica de regiões tropicais e subtropicais, vegetando bem em regiões de alta insolação, com temperaturas variando de 22°C a 26°C. As variedades de mamoeiro são classificadas em dois grupos: Solo e Formosa. O grupo Solo, no qual se encontra a maioria das cultivares de mamoeiro utilizadas no mundo, apresenta frutos com peso médio de 350 a 600 g; o grupo Formosa é composto de mamoeiros híbridos que apresentam frutos com peso médio de 800 a 1100g (EMBRAPA, 2003).

Segundo Doorembos e Kassan (1994), o mamoeiro é uma fruteira de rápido crescimento, com florescimento precoce e contínuo em um período relativamente curto, atingindo elevada produção de frutos; começa a florescer dos 5 aos 7 meses de idade e a produzir frutos de 9 a 14 meses, a contar do plantio no local definitivo. Fatores como tipo de solo, precipitação pluviométrica, localização da plantação, tratos culturais e idade das plantas, influem na prática da adubação.

Segundo a FAO (2003), o Brasil é o maior produtor de mamão do mundo, com 48.800 ha plantados, produzindo cerca de 36,76 ton/ha plantado.

Através da planilha conhecida como Planilha de investimento rural, disponibilizada pelo Banco do Nordeste (BNB, 2005), os custos de manutenção da bananeira foram calculados para o 2º e 3º anos (Tabela 2.8), para um plantio no espaçamento 4 x 2 x 2 m.

Tabela 2.8. Dados dos custos de implementação do mamão, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água

ORÇAMENTO POR HECTARE					
IMPLANTAÇÃO DE CULTURA					
Espécie					Área Total
MAMÃO HAVAI IRRIGADO (ELETROBOMBA)					1,0 HA
Especificação	Quant.	Umd.	Valor (R\$1,00)		Época de realização
			Unit.	Total	
<b>1) preparo de solo</b>	<b>5</b>			<b>250,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Aração e gradagem	5	Hr	50,00	250,00	
<b>2) plantio</b>	<b>77</b>			<b>1.078,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Marcagem e coveamento	20	Hd	14,00	280,00	
Formação de mudas	12	Hd	14,00	168,00	
Plantio e replantio	20	Hd	14,00	280,00	
Adubação de fundação	25	Hd	14,00	350,00	
<b>3) tratos culturais</b>	<b>93</b>			<b>1.302,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas	45	Hd	14,00	630,00	
Manejo de irrigação	25	Hd	14,00	350,00	
Aplicação de defensivos	10	Hd	14,00	140,00	
Desbrota	1	Hd	14,00	14,00	
Aplicação de formicida	2	Hd	14,00	28,00	
Adubação de cobertura	10	Hd	14,00	140,00	
<b>4) colheita</b>	<b>30</b>			<b>420,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Colheita, tratamento dos frutos, classificação e transporte interno	30	Hd	14,00	420,00	
<b>5) insumos</b>				<b>1.907,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Sementes	0,15	kg	1000,00	150,00	
Energia elétrica (*)		KW		0,00	
Esterco	30	T	35,00	1.050,00	
Defensivos	10	L	65,00	650,00	
Formicida	3	kg	5,50	16,50	
Sacos para mudas (+10%)	1,3	Mil	22,50	40,50	
<b>Total</b>				<b>4.957,00</b>	

Espaçamento: 4 x 2 x 2 m ciclo da cultura: semi-perene produtividade: 10.000 kg/ha. Ano I: 30.000 kg Ano II e 15.000 kg Ano III Sistema de Irrigação – Localizada  
 Obs.: Adubação Química adicional ao orçamento o custo com aquisições, levando-se em conta as recomendações da análise do solo  
 (\*) O Custo com energia deve ser calculado em função do projeto técnico

Fonte: BNB (2005)

Tabela 2.9. Dados dos custos de manutenção do mamão, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água

BANCO DO NORDESTE S/A					
ORÇAMENTO POR HECTARE- MANUTENÇÃO DA CULTURA					
Especie					Área Total
<b>MAMÃO IRRIGADO 2º ANO (ELETROBOMBA)</b>					<b>1,0 ha</b>
Especificação	Quant.	Unid.	Valor (R\$1.00)		Época de realização
			Unit.	Total	
<b>1) tratos culturais</b>	<b>106</b>			<b>1.484,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas	45	Hd	14,00	630,00	
Adubação de cobertura	10	Hd	14,00	140,00	
Aplicação de defensivos	13	Hd	14,00	182,00	
Manejo da irrigação	25	Hd	14,00	350,00	
Desbrota	2	Hd	14,00	28,00	
Desbaste de frutos	8	Hd	14,00	112,00	
Aplicação de formicida	3	Hd	14,00	42,00	
<b>2) colheita</b>	<b>110</b>			<b>1.540,00</b>	<b>Jan e dez</b>
Colheita, trat. Dos frutos, classificação e transporte	110	Hd	14,00	1.540,00	
<b>3) insumos</b>				<b>1.762,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Esterco	20	T	35,00	700,00	
Defensivos	16	L	65,00	1.040,00	
Formicida	4	kg	5,50	22,00	
<b>Total</b>				<b>4.786,00</b>	
<b>MAMÃO IRRIGADO 3º ANO (ELETROBOMBA)</b>					<b>1,0 ha</b>
<b>1) tratos culturais</b>	<b>106</b>			<b>1.484,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas	45	Hd	14,00	630,00	
Adubação de cobertura	10	Hd	14,00	140,00	
Aplicação de defensivos	13	Hd	14,00	182,00	
Manejo da irrigação	25	Hd	14,00	350,00	
Desbrota	2	Hd	14,00	28,00	
Desbaste de frutos	8	Hd	14,00	112,00	
Aplicação de formicida	3	Hd	14,00	42,00	
<b>2) colheita</b>	<b>55</b>			<b>770,00</b>	<b>Jan e dez</b>
Colheita, trat. dos frutos, classif e transporte	55	Hd	14,00	770,00	
<b>3) insumos</b>				<b>1.632,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Esterco	20	T	35,00	700,00	
Defensivos	14	L	65,00	910,00	
Formicida	4	kg	5,50	22,00	
<b>Total</b>				<b>3.886,00</b>	

Obs: idem ao orçamento de implantação do mamoeiro irrigado

Fonte: BNB (2005)



### 2.14.3. A cultura do coco

De acordo com a Embrapa (2006), o coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.), constitui uma das mais importantes culturas perenes, capaz de gerar renda, alimentação e uma diversidade de produtos, além disso, pode-se aproveitar diversas partes da planta, como o fruto, as folhas e a inflorescência, dentre outros produtos e sub-produtos. Dentre as principais regiões brasileiras produtoras está o Nordeste, produzindo cerca de 80% de toda a produção nacional, pois a região possui condições especiais que favorecem a adaptação e o desenvolvimento do coqueiro.

O uso da irrigação é importante para viabilizar a exploração comercial da cultura do coqueiro, principalmente na região Nordeste, devido à irregularidade das chuvas. A variabilidade da precipitação pluvial e o manejo inadequado da irrigação são algumas das principais causas da baixa produtividade do coqueiro. Quando submetido ao estresse hídrico, o coqueiro apresenta redução no crescimento pela diminuição de emissão das folhas e do seu tamanho, queda prematura das folhas, retardamento do início da fase de produção, diminuição de flores femininas por cacho, queda de flores e frutos imaturos e redução do tamanho dos que atingem a fase de amadurecimento (EMBRAPA, 2006). Conclui-se, portanto, que no manejo de irrigação, a otimização de práticas de adubação, é de suma importância o conhecimento da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, onde se encontram 80% das raízes.

A necessidade hídrica do coqueiro depende do clima local (radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), da idade da planta (altura e área foliar), do tipo de solo, do teor de umidade do solo, da área molhada pelo sistema de irrigação, da frequência das irrigações, o estado nutricional da planta e outras características edafoclimáticas (EMBRAPA, 2006).

A quantidade de água necessária para atender à demanda evapotranspirativa do coqueiro, é um elemento importante a ser considerado no manejo da irrigação. O método do balanço hídrico do solo vem sendo utilizado satisfatoriamente em estudos que visam à determinação da evapotranspiração de cultivos (ETc) (MARTINS NETO, 1997; BASSOI et al., 2001; MONTENEGRO, 2002).

Citam-se, entre as premissas para se alcançar êxito na utilização do método do balanço hídrico, a obtenção de dados representativos da tensão da água do solo na zona radicular da cultura e o conhecimento prévio da profundidade efetiva das raízes. Miranda et al. (2004) determinaram a profundidade efetiva do coqueiro anão-verde irrigado em um Neossolo Quartzarênico e concluíram que mais de 80% das raízes absorventes se encontravam até a profundidade de 0,60 m.

A grande maioria dos estudos a respeito das necessidades hídricas do coqueiro foi realizada nas condições edafoclimáticas da Ásia, utilizando-se variedades gigantes, mas no Brasil a maior parte dos plantios irrigados de coqueiro utiliza a variedade anão-verde que, devido à sua alta taxa de

transpiração, apresenta maior exigência hídrica em relação às variedades gigantes (Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux — IRHO, 1992).

Através da planilha de investimento rural, disponibilizada pelo Banco do Nordeste (BNB, 2005), os custos de manutenção do coco anão foram calculados para os 2º e 3º anos (Tabela 2.10), onde os custos são calculados para um plantio no espaçamento 8 x 7 m.

Tabela 2.10. Dados dos custos de implementação do coco, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água

BANCO DO NORDESTE S/A					
ORÇAMENTO POR HECTARE					
IMPLANTAÇÃO DE CULTURA					
Espécie					Área Total
<b>CÓCO ANÃO IRRIGADO (ELETROBOMBA)</b>					<b>1,0ha</b>
Especificação	quant.	unid.	valor (R\$1.00)		época de realização
			unit.	total	
<b>1) Preparo de solo</b>	<b>5</b>			<b>250,00</b>	<b>jan a dez</b>
Aração e gradagem	5	ht	50.00	250.00	
<b>2) Plantio</b>	<b>28</b>			<b>392,00</b>	<b>jan a dez</b>
Marcação e coveamento	20	hd	14.00	280.00	
Plantio e replantio	3	hd	14.00	42.00	
Adubação de fundação	5	hd	14.00	70.00	
<b>3) Tratos culturais</b>	<b>73</b>			<b>1.022,00</b>	<b>jan a dez</b>
Capinas/coroamento	20	hd	14.00	280.00	
Adubação de cobertura	8	hd	14.00	112.00	
Aplicação de defensivos	5	hd	14.00	70.00	
Manejo da irrigação	40	hd	14.00	560.00	
<b>4) Insumos</b>				<b>1.114,00</b>	<b>jan a dez</b>
Mudas (+10%)	197	und	3.00	591.00	
Dipterex 500	1	l	37.00	37.00	
Esterco	10	t	35.00	350.00	
Triona b	4	l	12.00	48.00	
Energia elétrica	(*)	kw		0.00	
Fertam m	2	l	20.00	40.00	
Nuvracon 400	1	l	38.00	38.00	
Extravon	1	l	10.00	10.00	
<b>total</b>				<b>2.778,00</b>	

*Espaçamento: 8,0 x 7,0 m, ciclo da cultura – perene, prod: ano III - 20.000 frutos/ha; anoIV-30.000 /ha; anoV-40.000/ha; obs.: adubação química: será adicionado ao orçamento apenas o custo com aquisição, levando-se em conta as recomendações da análise do solo; sistema de irrigação – localizada; e (\*) incluir no orçamento de acordo com as necessidades do projeto*

Fonte: BNB, 2005

Tabela 2.11. Dados dos custos de manutenção do coco, sem os valores de energia, adubo químico e preço de água

BANCO DO NORDESTE S.A					
ORÇAMENTO POR HECTARE - MANUTENÇÃO DA CULTURA					
Espécie				Área Total	
<b>CÓCO ANÃO IRRIGADO 2º ANO (ELETROBOMBA)</b>				<b>1,0 ha</b>	
Especificação	Quant.	Unid.	Valor (R\$1.00)		Época de Realização
			Unit	TOTAL	
<b>1) tratos culturais</b>	<b>76</b>			<b>1.064,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas com coroamento	20	Hd	14,00	280,00	
Adubação de cobertura	8	Hd	14,00	112,00	
Aplicação de defensivos	8	Hd	14,00	112,00	
Manejo de irrigação	40	Hd	14,00	560,00	
<b>2) insumos</b>				<b>644,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Dipterex 500	3	L	37,00	111,00	
Fertamim m	2	L	20,00	40,00	
Triona b	4	L	12,00	48,00	
Fohdol 600	1	L	36,00	36,00	
Esterco	10	T	35,00	350,00	
Extrayon	1	L	10,00	10,00	
Nuvaeron 400	1	L	38,00	38,00	
Formicida	2	kg	5,50	11,00	
<b>Total</b>				<b>1.708,00</b>	
<b>CÓCO ANÃO IRRIGADO 3º ANO (ELETROBOMBA)</b>				<b>1,0 ha</b>	
<b>1) tratos culturais</b>	<b>80</b>			<b>1.120,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Capinas com coroamento	20	Hd	14,00	280,00	
Adubação de cobertura	8	Hd	14,00	112,00	
Aplicação de defensivos	12	Hd	14,00	168,00	
Manejo da irrigação	40	Hd	14,00	560,00	
<b>2) colheita</b>	<b>20</b>			<b>280,00</b>	<b>Jan e dez</b>
Colheita, transp. Interno e benef.	20	Hd	14,00	280,00	
<b>3) insumos</b>				<b>984,00</b>	<b>Jan a dez</b>
Energia elétrica	(*)	kW		0,00	
Dipterex 500	6	L	37,00	222,00	
Fertamim m	6	L	20,00	120,00	
Malathion 500	5	L	27,00	135,00	
Esterco	10	T	35,00	350,00	
Extrayon	1	L	10,00	10,00	
Niphokam	6	L	17,00	136,00	
Formicida	2	kg	5,50	11,00	
<b>Total</b>				<b>2.384,00</b>	

OBS.: A manutenção do ano IV será acrescida em 50% do valor da mão de obra destinada à colheita do segundo ano, a partir do ano V em 100% da mão-de-obra também destinada à colheita, tomando-se por base o terceiro ano. Demais obs., idem, idem no orçamento de implantação da cultura do coco

Fonte: BNB, 2005

## 2.15. Dimensionamento do sistema de irrigação

Segundo Azevedo (1997) citado por Farias (2006), a necessidade de água do projeto compreende toda a água demandada ao longo do ano e no mês de maior demanda (mês de pique). Calcula-se a necessidade de água de cada cultura e, em seguida, da água do projeto.

Calcula-se a necessidade de irrigação líquida do projeto (NIL), em mm, através do balanço hídrico, que caracteriza as particularidades climáticas de evapotranspiração potencial da cultura e precipitação provável de cada local irrigado em que Azevedo (1997), adota a forma mais simplificada, que consiste em subtrair a precipitação provável.

$$NIL_i = NP_i - PP_i \quad 2.12$$

sendo PP = Precipitação provável esperada, em mm e os resultados dessas operações para os meses em que a Necessidade da Planta (NP) > PP corresponde aos meses de déficit d'água cujas quantidades serão aplicadas através da irrigação, quando NP < PP; os valores de demanda de água para fins de cálculo no projeto agrônômico são considerados zero.

A demanda mensal corresponde à necessidade de irrigação líquida do projeto (DML), em m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e deve ser calculada mês a mês.

$$DML = 10 \cdot NIL \quad 2.13$$

O manejo do sistema compreende: a adoção de um turno de irrigação (em função da cultura, do solo, do clima e das características de aplicação d'água do método), a necessidade bruta da água, lâmina de irrigação bruta, tempo de irrigação, número de unidades de irrigação, tempo de funcionamento diário e vazão do sistema, horas de bombeamento mensal e o volume mensal bombeado.

### 2.15.1. Sistema localizado por microaspersão

De acordo com Azevedo (1997) citado por Farias (2006) na irrigação localizada o turno de irrigação não deve ser superior a três dias e a necessidade de irrigação bruta (NIB), em mm mês<sup>-1</sup>, possui um fator de redução representado pelo fator sombreamento da cultura (Ks) e considerado a porção da área plantada com maior percentual de raízes da cultura.

$$NIB = \frac{NIL \cdot K_s}{Ef} \quad 2.14$$

donde:

NIB = Necessidade de irrigação bruta; NIL = Necessidade de irrigação líquida;

Ks = Fator de sombreamento da cultura; Ef = Eficiência de irrigação em %.

### **2.15.2. Sistema de irrigação por aspersão**

Segundo Bernardo et al. (2006) o método de irrigação por aspersão se compõe dos sistemas de aspersão convencional (podendo ser tanto sobre, como sub-copa), pelos autopropelidos e pivôs centrais, principalmente.

Os principais sistemas que compõem o método de irrigação localizada são a microaspersão, o gotejamento e as fitas gotejadoras; são os sistemas que consomem menos energia e água, pois se caracterizam pela baixa pressão de serviço e por molhar apenas parte da superfície do solo; seu uso tem sido bastante incrementado nos últimos anos, porém requer investimentos iniciais maiores. A prática da fertirrigação nesses sistemas é quase que obrigatória, levando à uma maior economia e eficiência dos fertilizantes (HERNANDEZ, 1993).

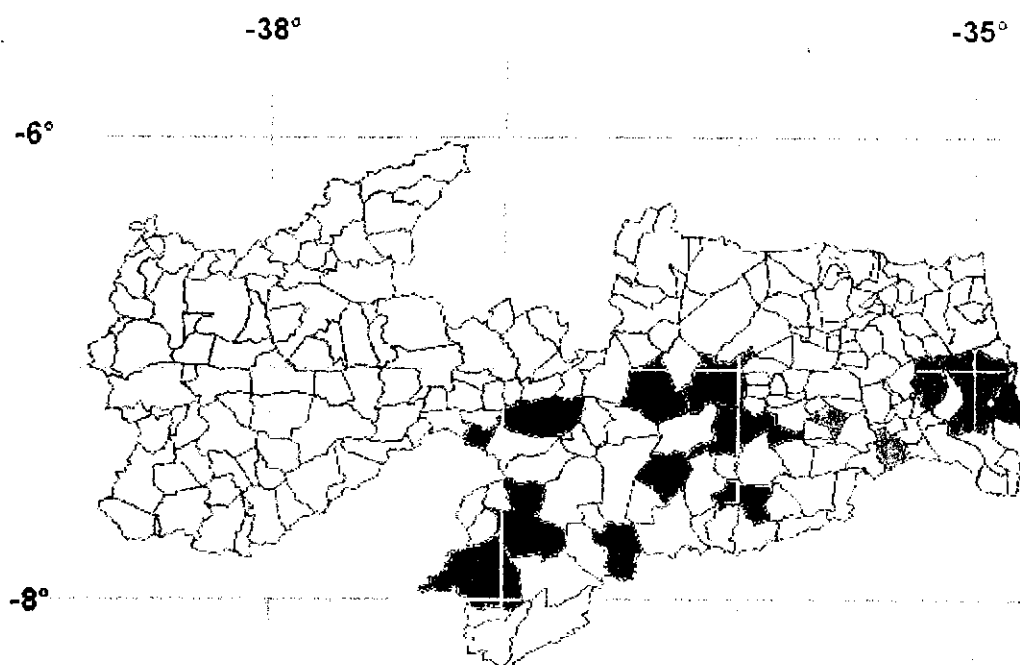
Segundo Farias (2006) pode-se utilizar os mesmos procedimentos de cálculo de desenvolvimento para projetos de irrigação localizada considerando-se apenas para o coeficiente de sombreamento ( $K_s$ ), para métodos de irrigação por aspersão, um valor igual a 1,00 (um), validando as mesmas equações de irrigação localizada.

### 3.0. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Dados básicos para elaboração do projeto

##### 3.1.1. Localização e critério de escolha dos municípios da pesquisa

As localidades estudadas em cada região da bacia do Rio Paraíba (Figura 3.1) foram escolhidas, em virtude das características climatológicas de Precipitação provável ao nível de 75% de probabilidade e evapotranspiração calculadas e disponibilizadas por Hargreaves (1973;1974); seqüenciando o critério da escolha, procurou-se atender a possibilidade de municípios com existência de açudes expressivos e distribuição espacial dentro da sua região, que pudesse expressar as características climáticas do local e adjacências, razão por que se escolheram os seguintes municípios para sua respectiva região: Sub-bacia do Taperoá: Desterro, Taperoá, Soledade e Cabaceiras; Curso do Alto Paraíba: Monteiro, Sumé e Caraúbas; Curso do Médio Paraíba - Barra de Santana, Pocinhos e Campina Grande e do Curso do Baixo Paraíba: Ingá, Itabaiana, Sapé, Santa Rita e João Pessoa, totalizando 15 municípios.



Municípios do estado da Paraíba e respectivas sub-bacias, em que os municípios em vermelho pertencem a Região do Médio Curso do Rio Paraíba; em marrom, pertencem a Sub-bacia do Rio Taperoá; em rosa pertencem a Região do baixo curso do Rio Paraíba; e em preto, pertencem a Região do Alto curso do rio Paraíba.

### **3.1.1.1 Municípios escolhidos para elaboração da pesquisa**

escolheram-se 15 municípios para representarem a Bacia do Rio Paraíba, conforme definidos a seguir:

Para representar a sub-bacia do Taperoá foram escolhidas os seguintes Municípios: Desterro, Taperoá, Cabaceiras e Soledade, em que Taperoá e Cabaceiras, pertencem a microrregião do Cariri Oriental que, por sua vez, fazem parte da mesorregião da Borborema; o Município de Desterro, pertencente à microrregião da Serra do Teixeira, faz parte da mesorregião do Sertão Paraibano e Soledade, pertencente à microrregião do Curimataú Ocidental, faz parte da mesorregião do Agreste Paraibano.

Para representar o Alto Rio Paraíba se escolheram os seguintes Municípios: Monteiro, Sumé e Caraúbas, em que os dois primeiros pertencem à microrregião do Cariri Ocidental, na mesorregião do Borborema e Caraúbas pertence à microrregião do Cariri Oriental, que é uma das microrregiões pertencentes à mesorregião do Borborema..

Foram escolhidos, para representar o Médio Rio Paraíba os seguintes Municípios: Barra de Santana, Pocinhos e Campina Grande, em que os dois últimos fazem parte da microrregião do Curimataú Ocidental e da microrregião de Campina Grande, respectivamente, e ambos os municípios pertencem ao Agreste Paraibano; o município de Barra de Santana, pertence à microrregião do Cariri Oriental e faz parte da mesorregião da Borborema.

Para representar o Baixo Rio Paraíba foram escolhidos os Municípios: Itabaiana, Ingá, Sapé, Santa Rita e João Pessoa; Ingá e Itabaiana pertencem à microrregião do Brejo Paraibano, que por sua vez pertence à mesorregião do Agreste Paraibano, enquanto os demais municípios fazem parte da microrregião de João Pessoa, pertencente à mesorregião da Zona da Mata Paraibana, com população estimada em 2006, pelo IBGE, em 983.925 habitantes e está dividida em seis municípios, totalizando uma área de 1.262 km<sup>2</sup>.

### **3.1.2. Dados climáticos dos locais**

#### **3.1.2.1. Localização dos postos pluviométricos**

Os postos pluviométricos dos Municípios estudados (Tabela 3.2) se encontram instalados entre as Latitudes Sul longitude Oeste 07° 08' (João Pessoa) e 07° 53' (Monteiro) e a longitude Oeste 34° 53' (João Pessoa) e 37° 07' (Monteiro), com uma variação de altitude de 5 a 624m e com uma série histórica de dados de 34 a 56 anos de precipitação.

Tabela 3.1. Postos pluviométricos e suas respectivas coordenadas geográficas e série de anos pluviais

MUNICÍPIO/ (REGIÃO)	Bacia Hidrográfica	Série de anos analisados	Altitude (m)	Longitude Oeste	Latitude Sul
João Pessoa	Baixo Rio Paraíba	54	5	34° 53'	07° 08'
Santa Rita	Baixo Rio Paraíba	56	16	34° 59'	07° 08'
Sapé	Baixo Rio Paraíba	41	125	35° 14'	07° 06'
Itabaiana	Baixo Rio Paraíba	56	45	35° 20'	07° 20'
Ingá	Baixo Rio Paraíba	56	144	35° 37'	07° 17'
Barra de Sant/ Bodocongó	Médio Rio Paraíba	34	350	35° 59'	07° 32'
Campina Grande	Médio Rio Paraíba	57	508	35° 52'	07° 13'
Pocinhos/ Jofely	Médio Rio Paraíba	39	624	36° 04'	07° 04'
Caraúbas	Alto Rio Paraíba	37	460	36° 31'	07° 43'
Sumé	Alto Rio Paraíba	40	510	36° 56'	07° 39'
Monteiro	Alto Rio Paraíba	56	590	37° 07'	07° 53'
Cabaceiras	Rio Taperoá	55	390	36° 17'	07° 30'
Soledade	Rio Taperoá	51	560	36° 22'	07° 04'
Taperoá	Rio Taperoá	42	500	36° 50'	07° 12'
Desterro	Rio Taperoá	44	590	37° 06'	07° 17'

Fonte: Hargreaves (1973)

UFCC - BIBLIOTECA

### 3.1.2.2. Dados de evapotranspiração e precipitação

Hargreaves (1973), obteve dados climatológicos com base nos dados do presente estudo. Na Tabela 3.2, se encontram os dados de evapotranspiração de referência ou potencial (ET<sub>o</sub>) citados em Hargreaves (1974a) e, na Tabela 3.3, os dados Precipitação provável a 75% de probabilidade de ocorrer nos meses do ano.



Tabela 3.2. Médias diárias de Evapotranspiração potencial em mm d<sup>-1</sup>, estimadas pelo método de Hargreaves, para diversas localidades.

Estação climatológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
João Pessoa	4,9	4,8	4,5	3,9	3,1	2,8	2,9	3,4	4,1	4,7	4,9	4,9
Santa Rita	4,9	4,8	4,5	3,9	3,1	2,8	2,9	3,4	4,1	4,7	4,9	4,9
Sapé	5,1	5	4,7	4	3,4	2,9	2,9	3,4	4,1	4,8	5	5,1
Itabaiana	5,5	5,3	4,9	4,1	3,4	2,9	3	3,5	4,3	5,1	5,4	5,4
Ingá	5,1	5	4,7	4	3,4	2,9	2,9	3,3	4,1	4,8	5	5,1
Barra de Santana	5,8	5,6	5,2	4,2	3,1	2,8	2,8	3,4	4,3	5,3	5,8	5,7
Campina Grande	5,2	5,1	4,5	3,8	2,9	2,5	2,6	3,2	4,2	4,9	5,2	5,2
Pocinhos	5,2	5,1	4,5	3,8	2,9	2,5	2,6	3,2	4,2	4,9	5,2	5,2
Caraúbas	5	5	4,6	3,9	3,1	2,7	2,8	4	5,1	5,6	5,7	5,7
Sumé	5,6	4,8	3,8	3,8	3,5	3,6	3,9	4,7	5,3	5,7	5,8	5,9
Monteiro	5,6	4,8	3,8	3,8	3,5	3,6	3,9	4,7	5,3	5,7	5,8	5,9
Cabaceiras	5,5	5,7	5,2	4,7	3,8	3,6	3,5	4,2	4,6	5,2	5,6	5,7
Soledade	5,6	5,4	4,9	4,1	3,1	2,7	2,8	3,4	4,3	5,6	5,6	5,5
Taperoá	6,3	6,1	5,4	4,6	3,5	3	3,1	3,8	5	5,9	6,2	6,2
Desterro	6,4	5,7	4,8	3,8	3,2	2,9	3,2	4,2	5,4	6,4	6,7	6,7

Tabela 3.3. Precipitação provável a 75% de probabilidade de ocorrer nos meses do ano

Estação climatológica	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
João Pessoa	31	39	90	138	182	177	149	80	31	6	10	12
Santa Rita	27	28	77	105	144	155	103	51	18	5	9	10
Sapé	11	3	35	74	88	94	71	75	8	2	1	2
Itabaiana	2	8	28	40	46	72	34	16	4	0	1	1
Ingá	6	10	26	35	52	81	51	25	5	2	2	5
Barra de Santana	0	0	2	9	6	11	4	0	0	0	0	0
Campina Grande	7	12	23	49	60	71	63	34	7	2	1	4
Pocinhos	1	3	13	18	25	24	12	3	1	0	0	0
Caraúbas	0	1	2	15	7	1	0	0	0	0	0	0
Sumé	2	16	22	21	11	7	2	0	0	0	0	1
Monteiro	0	4	31	17	12	2	0	0	0	0	0	0
Cabaceiras	0	0	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0
Soledade	0	1	18	18	9	4	3	0	0	0	0	0
Taperoá	0	7	25	16	6	2	0	0	0	0	0	0
Desterro	0	0	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.1.3. Dados das culturas

#### 3.1.3.1. Coeficientes de correção para obtenção da lâmina de água por cultura

As culturas avaliadas neste estudo (mamão, coco anão e banana), possuem grande adaptação fisiológica e são de grande consumo no estado da Paraíba.

Todos os cálculos foram desenvolvidos para as culturas no segundo ou terceiro ano (fase final das culturas) e os coeficientes de cultivo e de sombreamento ( $k_c$  e  $k_s$ ), foram determinados pela SUDENE/MINTER (1984), para lugares com Umidade Relativa (UR) > 70% e Velocidade do vento ( $V_v$ ) < 5m/s; o que permite que esses coeficientes sejam utilizados para os Municípios em estudo; os coeficientes de cultivo utilizados se encontram na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Dados dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) e de sombreamento ( $K_s$ ) para as culturas.

Cultura	Espaçamento(m)	Até 4 meses		Do 5º ao 8º	Do 9º ao 12º	Acima do 2º
		$K_c$	$K_s$	mês	mês	ano
Banana pacova	3 x 2 / 4 x 2 x 2	$K_c$	0,80	1,00	1,00	1,00
		$K_s$	0,40	0,50	0,60	0,70
Mamão	3 x 2 / 4 x 2 x 2	$K_c$	0,50	0,60	0,70	0,70
		$K_s$	0,35	0,50	0,60	0,66
Coco anão	8 x 8	$K_c$	0,60	0,80	0,80	0,80
		$K_s$	0,12	0,19	0,25	0,40

Fonte: SUDENE/MINTER (1984)

Utilizaram-se, para a irrigação por aspersão, os seguintes coeficientes de sombreamento: para o coco anão, utilizou-se um espaçamento de 8 x 8m e  $k_s = 0,40$ ; para o mamão, utilizou-se um espaçamento de bananeira 3 x 2 m e  $k_s = 0,70$ ; e para o mamoeiro 3 x 2 m e  $k_s = 0,66$ .

Para a irrigação localizada por microaspersão, a bananeira e o mamoeiro foram dispostos no projeto em fileiras duplas de 4 x 2 x 2 m, com o objetivo de se adequarem à realidade da agricultura irrigada, sendo equivalente à mesma área de fileira simples recomendada para o sombreamento utilizado, permitindo que uma linha de microaspersores atenda a duas fileiras ao mesmo tempo, essa prática está sendo muito comum nos sistemas atuais, com o propósito de diminuir os custos de implantação do sistema. O espaçamento utilizado para irrigação por

microaspersão independe do cálculo de demanda de água, assim sendo utilizando um  $k_s = 1,0$  a irrigação será de 100% na área implantada.

Para se obter os custos básicos de manutenção das culturas foram utilizados as planilhas agropecuárias do BNB (2005), para sistema de irrigação localizado. Os valores de orçamento anual da banana pacovã R\$ 4.031,00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e da cultura do coco anão são de R\$ 1.708,00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e mamão Havaí de R\$ 3.886,00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, não sendo inseridos, ainda, os custos variáveis de adubação química nem o consumo de água e energia.

A adubação foi à mesma utilizada por Farias (2006), que se baseou nas recomendações do IPA (1998), disponibilizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade-LIS/UFCG, para as três culturas, tendo em vista um solo com fertilidade média, cujos valores estão expostos na Tabela 3.5, na qual foram incluídos os custos de adubação por cultura e por hectare.

Tabela 3.5. Recomendações de adubação e custo por ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para as culturas do coco anão, mamão havaí e Banana pacovã

Recomendação para média fertilidade	Período (Recomendação para solo de média fertilidade gramina planta cova <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> (IPA, 1998))	kg Macronutrientes ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Adubo utilizado	% do nutriente no adubo (Agenda do BNB, 2004)	Quantidade de adubo por ha	Preço unit. R\$ kg <sup>-1</sup> (SIGA/SLAG RI, 2005)	Custo de adubo químico por hectare R\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
<b>coco anão 8 x 8 m 156 pl ha<sup>-1</sup>, 2 ano</b>							
Nitrogênio	100	15,63	uréia	45%	34,7	1,18	40,97
Fósforo	40	6,25	superfosfato simples	15%	41,7	0,84	35,00
Potássio	100	15,63	cloreto de potássio	60%	26,0	1,12	29,17
<b>Total</b>	<b>240,0</b>	<b>37,50</b>			<b>102,4</b>		<b>105,14</b>
<b>mamão havaí 4 x 2 x 2 m 1667 pl ha<sup>-1</sup>, produção</b>							
Nitrogênio	100	166,67	uréia	45%	370,4	1,18	437,04
Fósforo	50	83,33	superfosfato simples	15%	555,6	0,84	466,67
Potássio	80	133,33	cloreto de potássio	60%	222,2	1,12	248,89
<b>Total</b>	<b>230,0</b>	<b>383,33</b>			<b>1148,1</b>		<b>1.152,59</b>
<b>banana pacovã 4 x 2 x 2 m 1667 pl ha<sup>-1</sup>, produção</b>							
Nitrogênio	320	533,33	uréia	45%	1.185,2	1,18	1.398,52
Fósforo	100	166,67	superfosfato simples	15%	1.111,1	0,84	933,33
Potássio	400	666,67	cloreto de potássio	60%	1.111,1	1,12	1.244,44
<b>Total</b>	<b>820,0</b>	<b>1366,67</b>			<b>3.407,4</b>		<b>3.576,30</b>

Os custos básicos de manutenção da cultura, somados à adubação química totalizaram, para o cultivo do mamão Havaí, R\$ 5.038,59 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para o coco anão, R\$ 1.813,14 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e para a banana pacovã R\$ 7.607,30 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, restando assim, apenas como variáveis a água e a energia para os custos de manutenção das culturas, principal parte de análise desse estudo.

### 3.1.4. Critérios para o dimensionamento dos sistemas de irrigação

Consideram-se, para a realização deste trabalho, alguns critérios para a tomada de decisão comumente utilizados em projetos de irrigação.

- **Vazão do sistema e potência da eletrobomba:** Um conjunto eletrobomba foi estabelecido na faixa de uso freqüente, por pequenos produtores rurais, com vazão de 22 m<sup>3</sup>/h, na faixa de altura manométrica de 40 a 60 mca; esta faixa de pressão resulta em uma potência que deixaria em condições adequadas, a maioria das condições de relevo, distância de adutora e dimensionamento dos tubos que culminasse em uma mesma potência de 7,5 cv
- **Sistema de irrigação:** Dois sistemas de irrigação foram simulados: o sistema de irrigação convencional por aspersão e o sistema de irrigação localizada por microaspersão, pois ambos se adequam às culturas do estudo, sendo os aspersores e microaspersores dimensionados e ajustados pelo número de laterais em funcionamento combinado com a vazão máxima da eletrobomba de 22 m<sup>3</sup>/h.
- **Eficiência de aplicação (Ef):** Atribuiu-se uma eficiência de 75% para a aspersão convencional e de uma eficiência de 90% para a irrigação por microaspersão. O espaçamento dos aspersores ficou estabelecido em 18 x 12 m (subcopa), que se adequa bem a irrigações convencionais e, para irrigação localizada, foram estabelecidos 01 microaspersor para cada planta no projeto de coqueiro irrigado e 01 microaspersor para cada 04 plantas de mamoeiro/bananeira irrigada, com raio mínimo adequado ao que se estabelece em irrigações por árvore, de Bernardo (2006), comparado ao coeficiente de sombreamento estabelecido SUDENE/MINTER (1984).
- **Regime de trabalho do sistema:** O tempo diário de irrigação estabelecido foi de 18 horas para o local de maior evapotranspiração potencial (Desterro) e a jornada semanal de trabalho, de 6 dias, adequados à condição máxima de funcionamento para os dois sistemas propostos na avaliação, simuladas adequadamente comparações dos custos de energia entre as culturas e sistemas de irrigação por aspersão e microaspersão.
- **Número de unidades operacionais (NUO) do sistema de microaspersão:** O valor atribuído ao projeto teve, como objetivo, permitir que o microaspersor gerasse uma vazão adequada à realidade comercial.
- **Número de posição de laterais/dia do sistema aspersão:** Através de tentativas de ajuste para se obter uma área real com o tempo máximo de irrigação estabelecido (18 h d<sup>-1</sup>), fez-se oportuna uma combinação melhor entre o turno de irrigação atribuído e o número de posições de laterais

irrigadas ao dia, também com a sensibilidade de gerar uma vazão para o aspersor adequado à realidade de mercado.

Não se consideraram as lâminas de lixiviação, por se tratar de um planejamento amplo e também não foi considerada a capacidade de armazenamento de água das lâminas de reposição atribuindo-se, para o sistema de microaspersão, um turno de irrigação de 01 dia, com um dia de descanso por semana; e para o sistema de irrigação por aspersão para as culturas em estudo (coco, mamão e banana) um  $Tr = 7$ .

### **3.1.5. Valores das tarifas de água e energia para irrigação**

#### **3.1.5.1. Tarifas de água para irrigação**

Atribuíram-se dois valores para simular os custos com a água na irrigação, sendo eles (R\$ 0,005 e 0,01 por  $m^3$ ) que são os valores a ser cobrados pelo Comitê de Bacia do Rio Paraíba; desta forma se avaliou o impacto econômico da cobrança da água sobre os custos da cultura.

#### **3.1.5.2. Tarifa de energia para irrigação**

A tarifa de energia dos locais estudados possui, como concessionária de abastecimento elétrico para o município de Campina Grande, a Companhia de Energia Elétrica da Borborema-CELB, cuja Resolução Homologatória nº 13, data de 31 de janeiro de 2005; com tarifa rural incluindo os encargos de CONFINS + PIS (6,6% médio), o valor de R\$ 0,18699 e, para os demais municípios, a concessionária SAELPA-Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba, através da Resolução Homologatória nº 193, de 22 de agosto de 2005, também com encargos médios de 6,6%, o valor de R\$ 0,21529.

### **3.2. Desenvolvimento de planilha eletrônica para obtenção dos dados para análise**

#### **3.2.1. Desenvolvimento de resultados da concepção dos sistemas de irrigação**

No Quadro 3.1, os campos cinza se referem à entrada de informações e os demais campos são obtidos através dos valores inseridos, com respectivas equações, a fim de gerarem os cálculos de manejo de irrigação localizada (FARIAS, 2006).



Quadro 3.1. Planilha Excel contendo informações para gerar tabela de manejo do projeto de irrigação localizado, gerados a partir de vazão do emissor estabelecida pela concepção do projeto, além de outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura. (FARIAS, 2006)

INFORMAÇÕES	DADOS/ VALORES
Cultura:	
Espaçamento Média entre fileiras (E1). (m)	
Espaçamento entre plantas (E2). (m)	E1 x E2
Área ocupada pela planta (a). (m <sup>2</sup> )	n*(Qméd*1000/Nmtot)
Número de emissores por planta x vazão (n x q). (L pl <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	
Eficiência de aplicação do sistema (Ef). (%)	
Vazão do sistema de irrigação (Qméd). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
Área a ser irrigada (At). (ha)	0.736*Pc
Consumo de energia por hora (CH). (kW)	
Posição de laterais por dia-(NUO). (Posição lat d <sup>-1</sup> )	
Jornada Semanal de Trabalho (JS). (dia)	
Turno de irrigação (Tr). (dia)	
Condutividade elétrica da água (CEa). (micromhos cm <sup>-1</sup> )	
Condutividade elétrica do extrato saturado do solo -limite de tolerância que acarreta no máximo de 10% no rendimento da cultura) (CEes). (micromhos cm <sup>-1</sup> )	CEa/(5*CEes. CEa)*100 ou CEa/(2*CEes)
Necessidade de Lixiviação manutenção (NLix). (%)	

No Quadro 3.2 se encontram os campos cinza para entrada de informações e os demais campos são obtidos através dos valores inseridos com respectivas equações para gerar os cálculos de manejo de irrigação por aspersão.

Quadro 3.2. Planilha Excel, contendo informações para gerar tabela de manejo do projeto de irrigação por aspersão, gerados a partir de vazão do emissor estabelecida pela concepção do projeto, além de outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura. (FARIAS, 2006)

INFORMAÇÕES	DADOS/ VALORES
Espaçamento entre aspersores (Ea). (m)	
Espaçamento entre laterais (EL). (m)	EL * Ea
Área ocupada pelo aspersor (a). (m <sup>2</sup> )	Qméd/Nmtot
Vazão do aspersor(q). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
Eficiência de aplicação do sistema (Ef). (%)	
Vazão do sistema de irrigação (Qméd). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
Área a ser irrigada (At). (ha)	Pc*0.736
Consumo de energia por hora (CH). (kW)	
Posição de laterais por dia-(NUO). (Posição lat d <sup>-1</sup> )	
Jorn. Sem. Trab (JS). (dia)	
Turno de irrigação (Tr). (dia)	
Condutividade elétrica da água (CEa). (micromhos cm <sup>-1</sup> )	
Condutividade elétrica do extrato saturado do solo -limite de tolerância que acarreta no máx. de 10% no rendimento da cultura) (CEes). (micromhos cm <sup>-1</sup> )	CEa/(5*CEes. CEa)*100 ou CEa/(2*CEes)
Necessidade de Lixiviação manutenção (NLix). (%)	

O Quadro 3.3 é gerado atribuindo-se valores aos campos cinza, em alguns dos quais, é necessário preencher no Quadro 3.1; obtiveram-se valores nos demais campos calculando-os através das fórmulas apresentadas.

Quadro 3.3. Planilha Excel, contendo informações de concepção do projeto de irrigação localizado, geradas a partir da lâmina máxima a ser aplicada (crítica) e outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura, em busca de se obter a vazão estabelecida pelo estudo (FARIAS, 2006).

INFORMAÇÕES	DADOS/ VALORES
Lâmina Líquida diária máxima c/ lixiviação (LLDmáx). (mm d <sup>-1</sup> )	ETo(max)*Kc*Ks*N <sub>Lix</sub>
Lâmina Líquida Diária máx. c/jornada semanal (LLDmáxJ). (mm d <sup>-1</sup> )	LLDmáx*7/(JS)
Volume Líquido Diário máx. c/jornada semanal (VLDmáxJ). (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	LLDmáxJ*10
Volume Bruto Diário máx. c/jornada semanal (VBDmáxJ). (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	VLDmáxJ*100/Ef
Jornada Diária Máxima para irrigação (JD=Tmáx). (h d <sup>-1</sup> )	Ar*VBDmáxJ/Tmáx
Vazão adequada para o tempo máximo/dia (Qadeq). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
Quantidade de micros por planta (n). (Micro pl <sup>-1</sup> )	Ar*10.000/(a*n)
Número total de micro na área (Nm <sub>tot</sub> ). (micros)	(Nm <sub>tot</sub> /NUO)
Número de micros por Unidade Operacional (NmUO). (micros UO <sup>-1</sup> )	Q <sub>adeq</sub> *1000/NmUO
Vazão ideal do Microaspersor no projeto (q <sub>adeq</sub> ). (L h <sup>-1</sup> )	
Altura manométrica atribuída (Hm). (mca)	
Rend. Bomba atribuída (Rb). (%)	Qméd*1.1*Hm/(2.7*Rb)
Potencia requerida pela bomba (Pi). (CV)	Rm*Pi
Pmotor (Pm). (CV)	= ou > Pmotor
Pcomercial (Pc). (CV)	
Tarifa rural trifásica no município. (R\$ kW <sup>-1</sup> )	CH/Ar
Relação de Energia por hectare. (kW ha <sup>-1</sup> )	Qméd*JD/VBDmáxJ
Área potencial para irrigar (A). (ha)	

O Quadro 3.4 é gerado atribuindo-se valores aos campos cinza, porém se torna oportuno preencher alguns campos cinza do Quadro 3.2, obtendo-se, daí, os valores nos demais campos e se calculando os valores através das fórmulas apresentadas.

Quadro 3.4. Planilha Excel contendo informações de concepção do projeto de irrigação por aspersão, gerados a partir da lâmina máxima a ser aplicada (crítica) e outros valores inseridos (campo cinza) para o local e cultura, em busca de obter a vazão estabelecida pelo estudo (FARIAS, 2006).

INFORMAÇÕES	DADOS/ VALORES
Lâmina Líquida diária máxima c/ lixiviação (LLDmáx). (mm d <sup>-1</sup> )	ETo(max)*Kc*Ks*(1+N <sub>Lix</sub> /100)
Lâmina Líquida Diária máx. c/Jornada semanal (LLDmáxJ). (mm d <sup>-1</sup> )	LLDmáx*7/JS
Volume Líquido Diário máx. c/Jornada semanal (VLDmáxJ). (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	LLDmáxJ*10
Volume Bruto Diário máx. c/Jornada semanal (VBDmáxJ). (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	VLDmáxJ*100/Ef
Jornada Diária Máxima para irrigação (JD=Tmáx). (h d <sup>-1</sup> )	Ar*VBDmáxJ/JD
Vazão adequada para o tempo máximo/dia (Qadeq). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	Qméd*1000/(Ea*EL*NmUO)
Precipitação do aspersor baseado na vazão nominal (p). (mm h <sup>-1</sup> )	Ar*10.000/(EL*Ea)
Número total de aspersor na área (Nmtot). (aspersores)	Nmtot/(NUO*Tr)
Número de aspersores por Unidade Operacional (NmUO). (asper. UO <sup>-1</sup> )	Qadeq/NmUO
Vazão ideal do Aspersor no projeto (qadeq). (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
Altura manométrica atribuída (Hm). (mca)	
Rendimento Bomba atribuída (Rb). (%)	1.1*Qméd*Hm/(2.7*Rb)
Potencia requerida pela bomba (Pi). (CV)	1.2*Pi
Pmotor. (CV)	= ou > Pmotor
Pcomercial. (CV)	
Tarifa rural trifásica no município. (R\$ kW <sup>-1</sup> )	CH/Ar
Relação de Energia por hectare. (kW ha <sup>-1</sup> )	Qméd*JD/VBDmáxJ
Área potencial para irrigar (A). (ha)	

O Quadro 3.5 faz parte do planejamento de área irrigada e serve de orientação para o trabalho de manejo no campo; salienta-se que os valores não são considerados com influência de precipitações mas apenas das solicitações da evapotranspiração da cultura.

Quadro 3.5. Informações da planilha Excel contendo tabela de manejo do projeto de irrigação localizado ou aspersão, depois de preenchido o Quadro 3.6 ou 3.7 para o local e cultura, conforme seqüência apresentada na Tabela 3.6 (FARIAS, 2006)

MES	LA mm	LAB mm	NID $L\ pl^{-1}\ Tr^{-1}$	NIB $L\ pl^{-1}\ Tr^{-1}$	Ti h	T h
JAN						
FEV						
MAR						
ABR						
MAI						
JUN						
JUL						
AGO						
SET						
OUT						
NOV						
DEZ						

UFCG-BIBLIOTECA

A Tabela 3.7 descreve como preencher o Quadro 3.5. (FARIAS, 2006)

Tabela 3.6. Explicativo do Quadro 3.5, com seqüência de fórmulas necessárias para o seu preenchimento.

LA= Lâmina de Aplicação Líquida (mm)	$LA = LLD * Tr * 7/JS$
LAB = Lâmina bruta de aplicação (mm)	$LAB = LA/Ef$
NID= Necessidade Líquida de Irrigação por Planta (l/(Planta x turno) (só para irrigação localizada)	$NID = LA * E1 * E2$
NIB= Necessidade Bruta de Irrigação por Planta (l/(Planta x turno) (só para irrigação localizada)	$NIB = NID/ Ef$
Ti= Tempo de Irrigação p/ Unidade Operacional e/ou lateral de aspersores(h)	$Ti = LAB * E1 * E2 / (n * q)$ (irrigação Localizada) donde n x q = n° de emissores/planta x vazão do emissor)
T= Tempo Máximo Diário de Irrigação (h)	$Ti = LAB/p$ (irrigação por aspersão) donde p = precipitação do aspersor $T = Ti * NUO$



### 3.2.2. Desenvolvimento de resultados para obtenção das demandas de água

Realizou-se a simulação dos projetos com planilha eletrônica (programa Microsoft Excel 7.0), desenvolvida por Farias (2006), conforme esquema de cálculos nos Quadros de 3.6 e 3.7 nos quais, através de dados de concepção de projeto, se obtiveram os valores mensal e anual de necessidade de irrigação e análise técnico-econômica, o que permite avaliar, na esfera de planejamento agrícola irrigado, as demandas de energia e água para determinada cultura inserida em um local definido para os dois sistemas de irrigação pressurizados.

O Quadro 3.6 apresenta a seqüência de informações a qual promove o cálculo do balanço hídrico, de forma simplificada (Azevedo, 1997), cuja diferença entre o uso consultivo da cultura e a precipitação provável, será considerada déficit (necessidade de irrigação), e ao excesso desta diferença é atribuído zero de demanda de irrigação no mês, não sendo acumulativa para o mês seguinte; já que se trata de planejamento e para a realização de um balanço hídrico considerando-se armazenamento e excesso, ter-se-ia que representar, necessariamente, uma condição de projeto já em execução, já que o regime de precipitação estabelecido para o mês pode ocorrer em uma única semana ou distribuído em poucos dias com intensidades elevadas, o que não assegura infiltração. Com a consideração de cálculo de demanda de irrigação utilizando-se a probabilidade de 75% de ocorrer chuvas, procura-se resguardar os riscos de dados de médias e aproximar a de um planejamento adequado próximo à precipitação efetiva, em situações reais quando, realmente, houver precipitações médias ou superiores no ano.

Quadro 3.6. Informações da planilha Excel (FARIAS, 2006) contendo dados climáticos, considerando-se lâmina de lixiviação de manutenção, caracterizando a necessidade de irrigação líquida, independente do sistema de irrigação conforme metodologia de cálculo de Azevedo (1997)

MES	ETP mm d <sup>-1</sup>	ETP mm mês <sup>-1</sup>	Kc	Uc mm mês <sup>-1</sup>	PP(75%) mm mês <sup>-1</sup>	DEF mm mês <sup>-1</sup>	Ks	NIL mm mês <sup>-1</sup>	NIL c/LIX mm mês <sup>-1</sup>	DML m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup>	LLD mm d <sup>-1</sup>
JAN											
FEV											
MAR											
ABR											
MAI											
JUN											
JUL											
AGO											
SET											
OUT											
NOV											
DEZ											
Ano(soma)											

Tem-se, na Tabela 3.7 o explicativo de entrada de dados e de obtenção dos dados do Quadro 3.1. (FARIAS, 2006)

Tabela 3.7. Explicativo do Quadro 3.6 com seqüência de fórmulas necessárias para o seu preenchimento

ETP = Evapotranspiração Potencial e/ou de Referência do Local (mm d <sup>-1</sup> )	Entrada de dados de evapotranspiração potencial/referência diária, de acordo com o local e o mês
ETP = Evapotranspiração Mensal do Local (mm mês <sup>-1</sup> )	ETP = ETP (mm d <sup>-1</sup> ) * Nº de dias do mês
Kc = Coeficiente Máximo de Cultivo (Período Adulto ou Período Crítico)	Entrada de dados de coeficiente de cultivo, de acordo com a cultura
Uc = Uso Consuntivo Mensal. mm mês <sup>-1</sup>	Uc = ETP (mm mês <sup>-1</sup> ) * Kc
PP(75%)= Precipitação provável a nível de 75% de probabilidade (mm mês <sup>-1</sup> )	Entrada de dados mês a mês da precipitação mensal escolhida para o estudo
DEF = Déficit Hídrico Local para com a Cultura (mm/mês)	DEF = PP(75%) - Uc se DEF > 0 => DEF = 00 mm/mês (período de excesso de chuvas com relação às necessidades da cultura)
Ks = Coeficiente de Sombreamento Máximo (Período Adulto ou Período Crítico)	Entrada de dados de coeficiente de sombreamento de acordo com a cultura, que para aspersão será sempre Ks = 1.0
NIL = Necessidade de Irrigação Líquida. (mm mês <sup>-1</sup> )	NIL = -DEF * Ks
NILix = Necessidade de Irrigação c/ Lixiviação. (mm mês <sup>-1</sup> )	NILix = NIL * [1+(NLix/100)]
DML = Demanda Mensal Líquida. (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )	DML = 10 x NILix
LLD = Lâmina Líquida Diária c/Lixiviação. (mm d <sup>-1</sup> )	LLD = ETP (mm/dia) * Kc . Ks . [1 - (NLix/100)]

### 3.3. Interpretação dos resultados

#### 3.3.1. Estatística descritiva

Os valores obtidos na elaboração do trabalho, tais como evapotranspiração e precipitação provável ao nível de 75% de probabilidade de ocorrer, demanda de água, demanda de energia, custos de energia, custo de manutenção das culturas nas 15 localidades desse estudo, foram submetidos à análise estatística descritiva, obtendo-se: mínimo, máximo, média, desvio padrão, e coeficiente de variação; além de agrupá-los por divisões da bacia, como: alto, médio e baixo Rio Paraíba e Sub-bacia do Taperoá que, juntos, formam a bacia do Rio Paraíba.

#### 3.3.2. Impacto da cobrança da água

##### 3.3.2.1. Simulação do impacto econômico na cobrança de água

Apresenta-se o custo de manutenção da cultura total (CMT) através da Equação 3.1, cujo custo básico é obtido pelas planilhas do BNB (2005); o custo do adubo químico foi

constante para todos os locais do estudo, considerando-se média fertilidade e se utilizando orientações do IPA (1998), o custo de energia de acordo com o local e sistema de irrigação e da tarifa praticada no segundo semestre de 2006, e a demanda de água, de acordo com o local e o sistema submetido a tarifas diferentes de água (x).

$$CMT = (\text{custo básico} + \text{custo adubo químico}) + \text{custo de energia} + \text{demanda de água} \cdot x \quad 3.1$$

((Para a análise do impacto econômico em uma simulação em que se utilizou uma possível tarifa a ser cobrada pela água em 02 faixas de preços diferentes (R\$ 0,005 e 0,01 por m<sup>3</sup>), sendo realizadas comparações através da relação deste valor em porcentagem, 1º) sobre os custos de energia local; 2º) acréscimo do valor nos custos de manutenção das culturas do estudo e 3º) impacto da cobrança em relação ao salário mínimo.

## 4.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização de evapotranspiração e precipitação dos municípios

Os municípios foram separados de acordo com as localizações em que se encontram ao longo do Rio Paraíba, distribuídos em Sub-bacia do Taperoá, Alto, Médio e Baixo Rio Paraíba e em seguida, submetidos a uma avaliação estatística descritiva. (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Valores de Hargreaves (1974<sup>a</sup>) para evapotranspiração de referência e precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer (Hargreaves, 1973) para os municípios em análise

Municípios	Evapotranspiração Potencial anual (ET <sub>o</sub> ) (mm ano <sup>-1</sup> )	Precipitação 75% Prob. (Σ dos meses) (PP75%) (mm ano <sup>-1</sup> )
<b>Sub-bacia do Taperoá</b>		
Desterro	1805,5	17
Taperoá	1795	56
Soledade	1610,1	53
Cabaceiras	1740,7	8
Média	1737,83	35
Mínimo	1610,1	8
Máximo	1805,5	56
Desvio Padrão	89,76	24,56
Coefficiente de variação %	5,16	70,16
<b>Alto Rio Paraíba</b>		
Monteiro	1715,5	66
Sumé	1715,5	82
Caraúbas	1616,8	26
Média	1682,60	58
Mínimo	1616,8	26
Máximo	1715,5	82
Desvio Padrão	56,98	28,84
Coefficiente de variação %	3,38	49,73
<b>Médio Rio Paraíba</b>		
Barra de Santana	1640,1	32
Pocinhos	1497,3	100
Campina Grande	1497,3	333
Média	1544,90	100
Mínimo	1497,3	32
Máximo	1640,1	333
Desvio Padrão	56,98	157,86
Coefficiente de variação %	3,38	157,86
<b>Baixo Rio Paraíba</b>		
Ingá	1528,3	300
Itabaiana	1604,2	252
Sapé	1531,4	464
Santa Rita	1485,8	732
João Pessoa	1485,8	945
Média	1527,1	538,6
Mínimo	1485,8	252
Máximo	1604,2	945
Desvio Padrão	48,41	294,62
Coefficiente de variação %	3,17	54,7



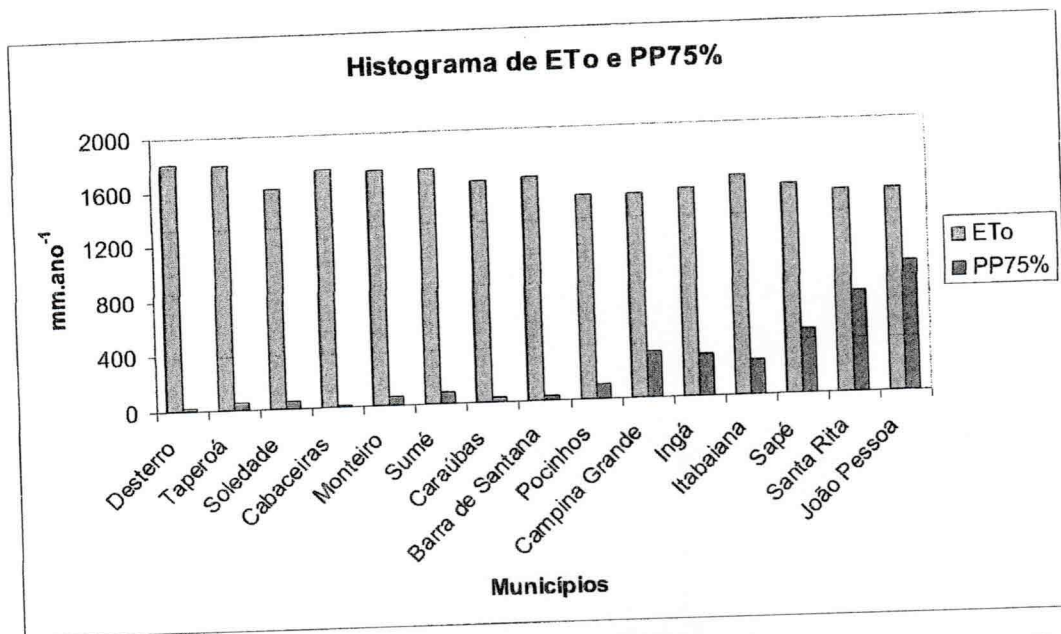
Os municípios em estudo foram agrupados de acordo com cada região da Bacia do Rio Paraíba; os valores obtidos na estatística comprovam que a evapotranspiração anual é relativamente uniforme, apresentando a região da sub-bacia do Taperoá o maior coeficiente de variação de 5,16%, e a região do Baixo Rio Paraíba o menor coeficiente de variação de 3,17%; no entanto, a precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer oscila bastante ao longo da bacia, em virtude das diferentes características hidroclimáticas existentes nos municípios estudados, tais como elevada evapotranspiração e baixa pluviosidade; pode-se verificar que todos os coeficientes de variação foram elevados, sendo a região do Médio Rio Paraíba a mais afetada com a escassez de chuva, obtendo um coeficiente de variação de 157,86% ao longo da região, confirmando, assim, que alguns municípios possuem um índice maior de precipitação; a região do Médio Paraíba obteve o menor coeficiente de variação para precipitação provável ao longo da bacia, em torno de 49,73%.

O município de Desterro, localizado na região da sub-bacia do Taperoá, obteve a maior média de evapotranspiração potencial de toda a bacia, sendo  $1.805,5 \text{ mm.ano}^{-1}$  e também obteve uma média de precipitação provável a nível de 75% é baixa de  $17 \text{ mm.ano}^{-1}$ ; o que mostra ser um município com déficit de precipitação com um elevado índice de evapotranspiração; portanto, é necessário que se forneça bastante água na irrigação para suprir as necessidades hídricas das culturas cultivadas no local.

Através da Figura 4.1, verifica-se uma diminuição da precipitação nos municípios que se afastam do litoral, fato este, devido ao aumento da temperatura nesses municípios o que faz com que a chuva se evapore antes de chegar ao solo; no entanto, a evapotranspiração oscila ao longo da bacia sendo a maior média no município de Desterro com  $1.805,5 \text{ mm.ano}^{-1}$  na sub-bacia do Taperoá e a menor média no município de Santa Rita, no Baixo Rio Paraíba com  $1.485,8 \text{ mm.ano}^{-1}$ .

A Figura 4.2, foi construída com as médias gerais de evapotranspiração potencial e precipitação provável em cada sub-bacia. Observa-se que a região da sub-bacia do Taperoá obteve a maior média geral de evapotranspiração, ou seja, de  $1.737,83 \text{ mm.ano}^{-1}$  e a menor média de precipitação provável de  $35 \text{ mm.ano}^{-1}$ , devido ao fato dessa região se encontrar mais distante do litoral, possuindo maiores temperaturas em seus municípios; cujo fato é confirmado quando se verifica que a região do Baixo Rio Paraíba (litoral), obteve a menor média de evapotranspiração de  $1.527,1 \text{ mm.ano}^{-1}$  e a maior média de precipitação provável, de  $538,6 \text{ mm.ano}^{-1}$ .

Para uma análise melhor dos valores obtidos, realizou-se um balanço hídrico mês a mês, pelo método simplificado (Azevedo, 1997), que se encontram no apêndice desse trabalho para as 03 culturas do estudo e para os dois sistemas de irrigação adotados.



UFCG-BIBLIOTECA

Figura 4.1. Evapotranspiração anual (Hargreaves, 1974b) e precipitações prováveis a nível de 75% de probabilidade de ocorrer anualmente (Hargreaves, 1973).

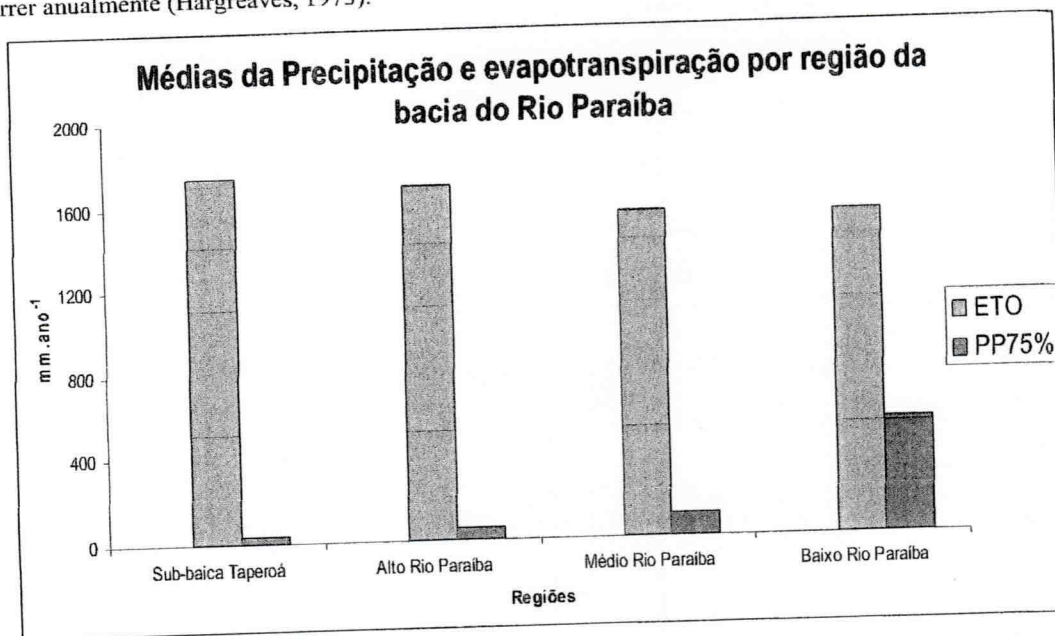


Figura 4.2. Média por bacia do Rio Paraíba da Evapotranspiração anual (Hargreaves, 1974b) e Precipitações prováveis a nível de 75% de probabilidade de ocorrer anualmente (Hargreaves, 1973).

## 4.2. Concepção do Projeto

### 4.2.1. Irrigação por Microaspersão

A evapotranspiração diária mais crítica entre os locais estudados no planejamento foi o parâmetro utilizado para determinar o tempo máximo de irrigação. Dentre os 15 Municípios estudados, Desterro apresentou a maior evapotranspiração diária, sendo 6,7 mm/dia. Atribuiu-se a jornada semanal de trabalho de 6 dias, a eficiência de aplicação da água de 90% e uma vazão de  $22 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . A potência do motor de 7,5 cv apresentou as características que se encontram na tabela 4.2.

Tabela 4.2. Parâmetros do projeto de irrigação por microaspersão, utilizando os dados da maior evapotranspiração diária, para o município de Desterro, cidade que apresenta a maior demanda de irrigação entre as localidades estudadas.

CULTURA	mamão	banana	coco
Tipo de espaçamento	simples	duplo	simples
Espaçamento em campo, em m x m	8 x 8	4 x 2 x 2	4 x 2 x 2
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	3,00	8,00
Espaçamento entre plantas	2,00	2,00	8,00
E1 X E2 :	6,00	6,00	64,00
n x q :	10,71	12,19	39,59
Kc	0,70	1,00	0,80
Ks/C	0,66	0,70	0,40
Ef %	90,00	90,00	90,00
Qméd.:	22,00	22,00	22,00
At:	9,86	6,50	14,23
Cons.de energia:	5,52	5,52	5,52
NUO:	8,00	6,00	4,00
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	6,00	6,00
Turno de rega:	1,00	1,00	1,00
Potencia comercial da bomba, em cv	7,50	7,50	7,50
Cons.de energia	5,52	5,52	5,52

Após os ajustes de tempo máximo de  $18 \text{ h d}^{-1}$  para o mesmo conjunto motobomba, obtiveram-se as áreas de 9,96 ha para a cultura do mamão, 6,50 ha para a banana e 14,23 ha para o coco. Considerando-se o planejamento, verifica-se que a cultura do coco não terá uma área explorada em mais de 2,1 vezes que o plantio de banana e 1,44 vezes a mais que a cultura do mamão.

Farias (2006), encontrou em um trabalho realizado nas mesmas condições deste estudo, no qual analisou 14 cidades do Nordeste Brasileiro para as culturas do mamão, banana e coco que o município de Petrolina apresentou a maior evapotranspiração diária entre todos os municípios do estudo,  $7,0 \text{ mm.dia}^{-1}$  e que, para o mesmo conjunto motobomba, as áreas encontradas foram de

9,45 ha para a cultura do mamão, 6,25 ha para a cultura da banana e 13,65 ha para a cultura do coco. Percebe-se que a área máxima irrigada em Petrolina não difere muito da área máxima irrigada em Desterro, pois as duas cidades obtiveram um regime de evapotranspiração diária muito próximos.

#### 4.2.2. Irrigação por Aspersão

A determinação do tempo máximo de irrigação se baseou na evapotranspiração diária mais crítica entre todos os locais estudados no planejamento. Dentre os municípios estudados Desterro foi o que apresentou maior evapotranspiração diária, de  $6,7 \text{ mm d}^{-1}$ , com funcionamento máximo de irrigação de  $18 \text{ h d}^{-1}$ , estabelecida uma bomba de  $22 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e potência de motor de 7,5 cv, eficiência de 75% e jornada semanal de 6 dias.

Tabela 4.3. Parâmetros do projeto de irrigação por aspersão utilizando-se os dados da maior evapotranspiração diária, para o município de Desterro, cidade que apresenta a maior demanda de irrigação entre as localidades estudadas.

CULTURA:	Coco	Mamão	Banana
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	12,00	12,00
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	18,00	18,00
Ea X EL	216,00	216,00	216,00
Vazão do aspersor	2,20	2,75	2,75
Kc	0,80	0,70	1,00
Ks	1,00	1,00	1,00
Ef	75,00	75,00	75,00
Oméd.:	22,00	22,00	22,00
At:	4,75	5,42	3,80
Cons.de energia:	5,52	5,52	5,52
NUO:	3,00	3,00	3,00
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	6,00	6,00
Turno de rega:	7,00	7,00	7,00
Potência do motor, em cv	7,5	7,5	7,5
Cons.de energia:	5,52	5,52	5,52

As áreas máximas obtidas para o tempo de  $18 \text{ h.d}^{-1}$ , foram de 3,80 para a cultura da banana, 4,75 para a cultura do coco e de 5,42 para a cultura do mamão. Constata-se que a cultura do mamão ocupa uma área 1,42 vez maior que a cultura da bananeira e 1,14 a cultura do coco, considerando-se as mesmas condições de vazão do sistema e características operacionais.

Farias (2006) encontrou para o município de Petrolina para o mesmo conjunto motobomba, que a área máxima irrigada pela a cultura da banana foi de 3,63 ha, a cultura do coco foi de 4,54 ha, enquanto a cultura do mamão obteve uma área de 5,18 ha.



### 4.3. Avaliação do manejo de irrigação

Na Tabela 4.4, se encontra a necessidade hídrica das culturas e os municípios foram distribuídos do maior para o menor índice de evapotranspiração. Para cada município, se encontra o seu maior valor de demanda diário de irrigação, considerando-se a lâmina de descanso de 1 dia por semana e também a eficiência de aplicação de 90% para microaspersão.

#### 4.3.1. Avaliação do manejo de irrigação localizada (microaspersão) para as culturas

Como se trata de irrigação localizada, a evapotranspiração foi corrigida pelos coeficientes de cultivo (kc) e de sombreamento (ks).

Tabela 4.4. Resultados das necessidades líquida e bruta máximas para as culturas e respectivos municípios com base na maior evapotranspiração de cada local do estudo.

Ordem	Municípios(microaspersão)	ETPmáx (mm/dia)	NID (L/pl.dia)			NIB (l/pl.dia)		
			Mamão	Banana	Coco	Mamão	Banana	Coco
1	Desterro (nov,dez)	6,7	16,01	24,26	118,27	17,79	26,95	131,41
2	Taperoá (jan)	6,3	15,93	24,13	117,09	17,70	26,81	130,40
3	Cabaceiras (fev,dez)	5,7	15,44	21,64	114,09	17,16	24,05	126,77
4	Soledade (jan,nov)	5,6	14,28	23,40	105,53	15,87	26,00	117,25
5	Monteiro (dez)	5,9	15,20	23,03	112,30	16,89	25,59	124,78
6	Sumé (dez)	5,9	15,20	23,03	112,30	16,89	25,59	124,78
7	Caraúbas (nov,dez)	5,7	14,34	21,72	105,93	15,93	24,14	117,70
8	Barra de Santana (jan,nov)	5,8	14,55	22,05	107,52	16,17	24,50	119,47
9	Pocinhos (jan,nov,dez)	5,2	13,29	20,13	98,16	14,76	22,37	109,07
10	Campina Grande (jan,nov,dez)	5,2	13,29	20,13	98,16	14,76	22,37	109,07
11	Itabaiana (jan)	5,5	13,56	21,56	105,13	15,06	23,96	116,81
12	Ingá (jan,dez)	5,1	14,23	20,54	100,15	15,81	22,82	111,28
13	Sapé (jan,dez)	5,1	13,58	20,58	100,35	15,09	22,87	111,50
14	Santa Rita (jan,nov,dez)	4,9	13,18	19,97	97,37	14,64	22,19	108,18
15	João Pessoa (jan,nov,dez)	4,9	13,18	19,97	97,37	14,64	22,19	108,18

Verifica-se na Tabela 4.4, que as culturas possuem necessidades hídricas diferentes devido às diversas fisiologias. Na condição de irrigação localizada, a cultura do coqueiro necessita de 7,4 vezes mais água que a cultura do mamão e 4,9 vezes que a cultura da banana; este dado é de fundamental importância para as análises econômicas, principalmente quando se trata de cobrança de água.

As necessidades das culturas variam de acordo com a evapotranspiração; nota-se, que nos municípios de demandas extremas (João Pessoa e Desterro), que esta variação ocorre em torno de 20% a mais de necessidade de água para o município de Desterro.

Na Figura 4.3, se encontram os valores de necessidade de irrigação diária líquida por cultura, para cada município e se constata que a carência hídrica para o mamoeiro varia entre 13,18 e 16,01 L.dia<sup>-1</sup>, bananeira de 19,90 e 24,3 L.dia<sup>-1</sup> e coqueiro de 97,30 e 118,20 L.dia<sup>-1</sup> referidos valores são fundamentais para que se evite déficit ou excesso de água nas culturas, devido a falta de conhecimento do clima e das necessidades fisiológicas das culturas.

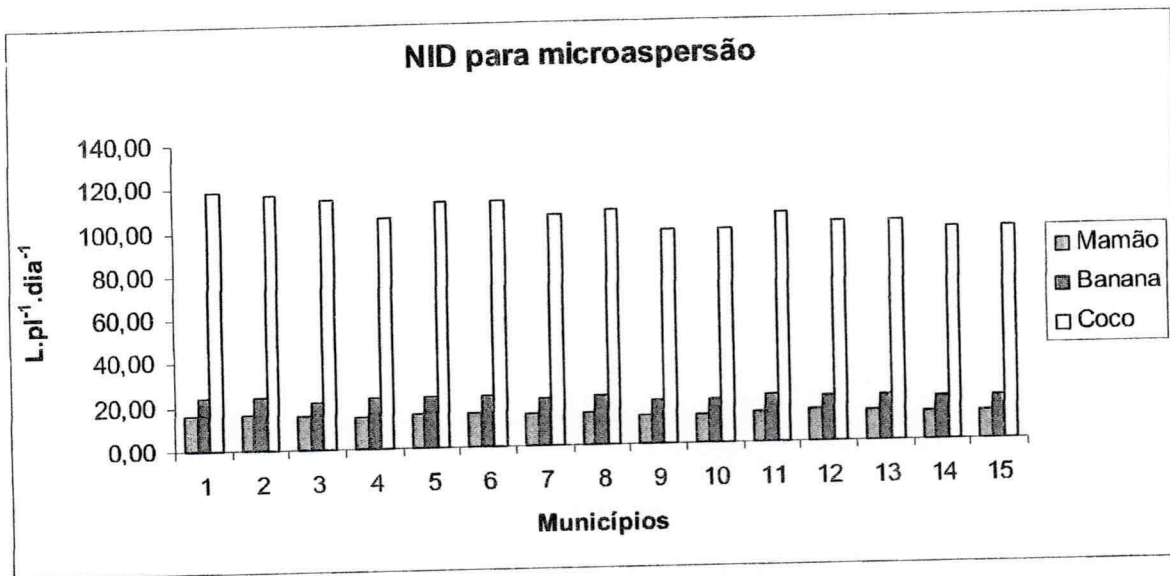


Figura 4.3. Necessidade de irrigação diária líquida em litros por planta dia.

Na Figura 4.4, se encontram os valores da necessidade de irrigação bruta máxima para os locais do estudo, verificando-se facilmente que a cultura do coco é muito mais exigente em água que as demais culturas do estudo.

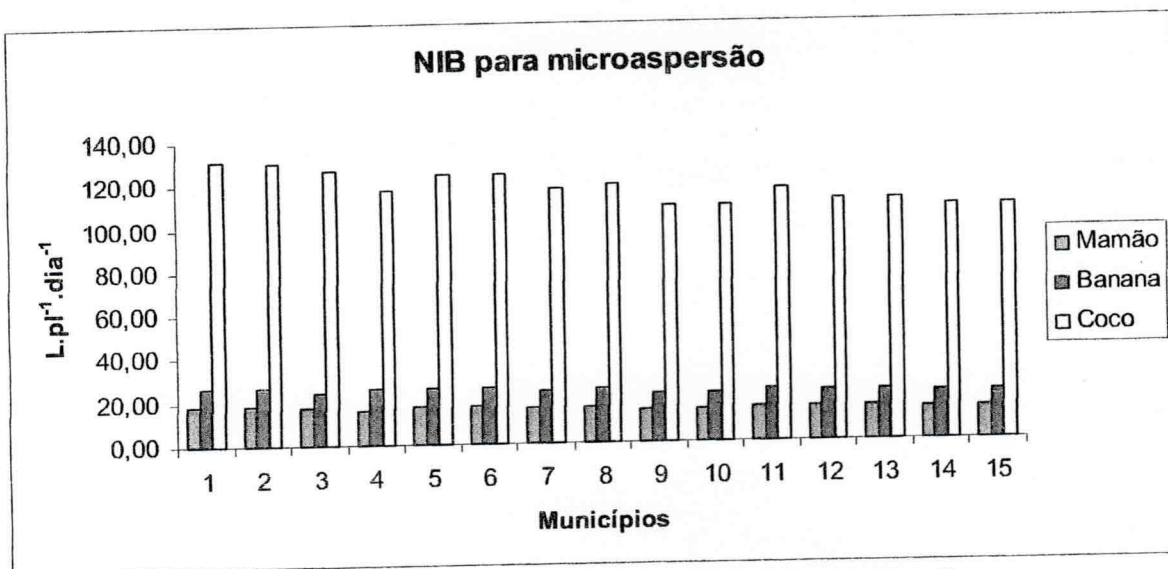


Figura 4.4. Necessidade de irrigação diária bruta em litros por planta dia.

#### 4.4. Avaliação da demanda de irrigação

Seguindo-se a metodologia de Azevedo (1997), desenvolveu-se o balanço hídrico simplificado, considerando-se a precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer e foram gerados os valores de demanda de água para as culturas do estudo em sua fase adulta (maior demanda). Os coeficientes de cultivo e sombreamento foram iguais ao longo do ano, se utilizado dois sistemas de irrigação pressurizados que se encontram no apêndice deste trabalho.

##### 4.4.1. Irrigação localizada por microaspersão

Tem-se na Tabela 4.5, a seqüência da maior para a menor necessidade hídrica das culturas para os municípios em estudo, onde se utilizou a eficiência de aplicação de 90% para microaspersão. Verifica-se que o município de João Pessoa necessita de menor volume de água entre todos os municípios estudados, sendo 44,72% para a banana pacovã; 40,64% para o coco anão e 38,21% para o mamão em relação ao município Desterro que necessita uma maior demanda de água para irrigar as mesmas culturas.

Analisando-se o consumo entre culturas, constata-se que o coco anão é a cultura menos exigente em água, com uma redução na demanda em torno de 40,2 a 46,1% para a cultura do mamão e de 67,1 a 74,8 % para a cultura da banana pacovã.

Verifica-se, através da análise estatística descritiva na Tabela 4.4 que o valor médio de demanda bruta de irrigação (DMB) entre os municípios estudados foi de 5.489,24; 7.876,51 e 12.110,78 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para as culturas do coco anão, mamão e banana pacovã, respectivamente. Os coeficientes de variação entre os 15 municípios estudados obtiveram uma variabilidade elevada, tendo para a cultura do mamão a maior variação de 25,75%, seguido da cultura do mamão havaí com 23,52% e a cultura do coco anão com 20,40%.

Quando se analisam os municípios mais próximos do litoral paraibano, situados no Baixo Rio Paraíba, tem-se que o município de João Pessoa obteve a menor demanda bruta de irrigação seguido do município de Santa Rita; esses dois municípios são próximos geograficamente, e possuem clima tropical com características de evapotranspiração e precipitações semelhantes.

Os valores de demanda bruta de irrigação da Tabela 4.5 foram corrigidos com os coeficientes de sombreamento (ks), conforme recomenda Bernardo, 2006. Os resultados obtidos mostram que é necessário incentivar a mudança do sistema de irrigação tradicional que consome bastante água, para sistemas de irrigação localizada, que possuem eficiência de aplicação maior e, conseqüentemente, menor desperdício de água, haja vista que, devido à escassez, a água

passou a ser dotada de valor econômico, conforme a Lei 9.433/97 (Lei das águas) e que, assim como o custo com a energia, será fonte de preocupação no planejamento agrícola irrigado.

Tabela 4.5. Demanda bruta da irrigação localizada por microaspersão para as culturas de do coco anão, mamão e Banana pacovã, considerando-se uma eficiência de irrigação de 90%.

Municípios	Banana Pacovã	Banana Pacovã %	Coco Anão	Coco Anão %	Mamão Hawai	Mamão Hawai %
<b>Sub-Bacia Taperoá m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>						
Desterro	13.910,56	100	6.344,00	100	9.143,57	100
Taperoá	13.525,56	97,23	6.289,00	99,13	8.803,67	96,28
Cabaceiras	13.476,56	96,88	6.153,60	97,00	8.876,93	97,08
Soledade	12.110,78	87,06	5.489,24	86,53	7.876,51	86,14
Média	13.501,06		6.221,30		8.840,30	
Mínimo	12.110,78		5.489,24		7.876,51	
Máximo	13.910,56		6.344,00		9.143,57	
Desvio Padrão	787,67		394,67		552,11	
Coefficiente de variação %	5,83		6,34		6,25	
<b>Alto Rio Paraíba m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>						
Monteiro	12.829,44	92,23	5.806,22	91,52	8.322,23	91,02
Sumé	12.705,00	91,33	5.735,11	90,40	8.204,90	89,73
Caraubas	12.379,89	89,00	5.633,07	88,79	8.108,91	88,68
Média	12.705,00		5.735,11		8.204,90	
Mínimo	12.379,89		5.633,07		8.108,91	
Máximo	12.829,44		5.806,22		8.322,23	
Desvio Padrão	232,12		87,03		106,84	
Coefficiente de variação %	1,83		1,52		1,30	
<b>Médio Rio Paraíba m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>						
Barra de Santana	12.507,44	89,91	5.689,24	89,68	8.184,51	89,51
Pocinhos	10.876,89	78,19	4.879,29	76,91	6.952,81	76,04
Campina Grande	9.055,67	65,10	3.843,73	60,59	5.428,06	59,36
Média	10.876,89		4.879,29		6.952,81	
Mínimo	9.055,67		3.843,73		5.428,06	
Máximo	12.507,44		5.689,24		8.184,51	
Desvio Padrão	1.726,76		925,05		1.380,82	
Coefficiente de variação %	15,88		18,96		25,44	
<b>Baixo Rio Paraíba m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>						
Itabaiana	10.517,11	75,61	4.583,82	72,25	6.468,29	70,74
Ingá	9.553,44	68,68	4.100,62	64,64	5.792,67	63,35
Sapé	8.356,44	60,07	3.491,20	55,03	4.873,66	53,30
Santa Rita	6.889,56	49,53	2.856,18	45,02	3.990,51	43,64
João Pessoa	6.220,67	44,72	2.577,96	40,64	3.493,40	38,21
Média	8.356,44		3.491,20		4.873,66	
Mínimo	6.220,67		2.577,96		3.493,40	
Máximo	10.517,11		4.583,82		6.468,29	
Desvio Padrão	1.789,03		836,32		1.230,85	
Coefficiente de variação %	21,41		23,96		25,26	
<b>Análise Geral m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>						
Média geral para 15 Mun	12.110,78		5.489,24		7.876,51	
Desvio Padrão	2471,18		1413,24		1852,51	
Coefficiente de variação %	20,40		25,75		23,52	

(\*) Percentual em relação ao município de maior demanda de irrigação (Desterro)

Quando se analisam as médias dos 15 municípios juntos, nota-se que os coeficientes de variação aumentam, sendo 20,40% para a cultura da banana; 23,52% para o mamão e 25,75% para a cultura do coco; este fato confirma que os municípios possuem diferentes características hidroclimáticas e, quanto maior o consumo de água menor é a variação do município.

Na Figura 4.5 se encontra os valores de demanda de irrigação localizada por microaspersão para cada município estudado; verifica-se que o município de maior demanda de

água foi Desterro, devido à maior evapotranspiração na localidade e que a cultura da banana foi a mais exigente em água, na sua manutenção.

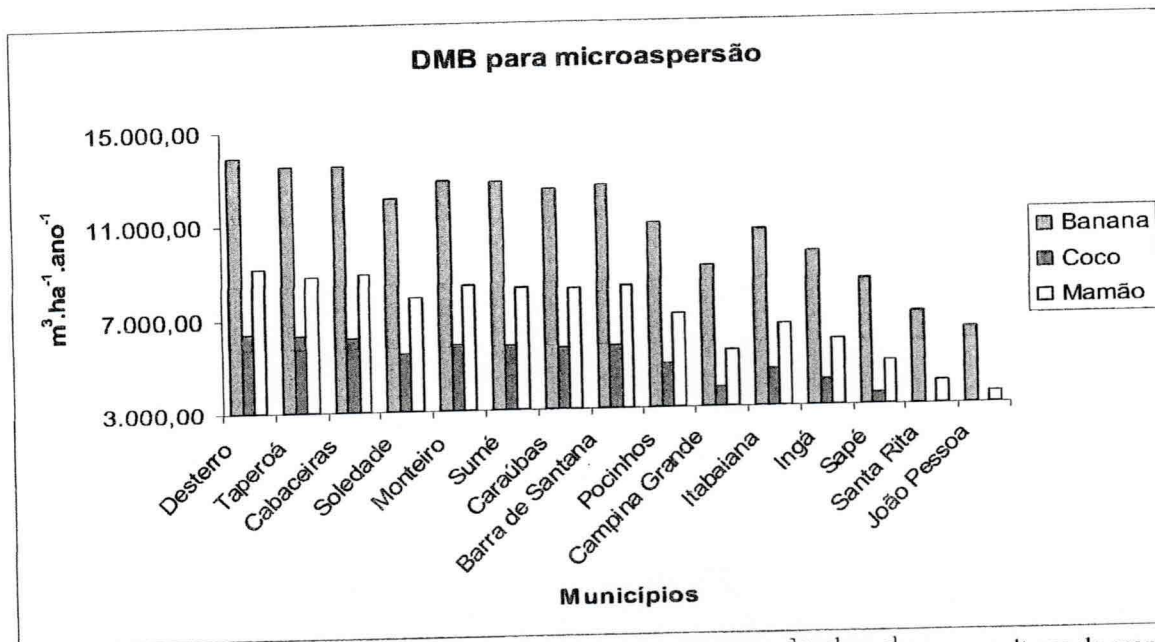


Figura 4.5. Demanda bruta de irrigação localizada por microaspersão em  $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$  para as culturas do mamão, coco e banana para os 15 municípios estudados.

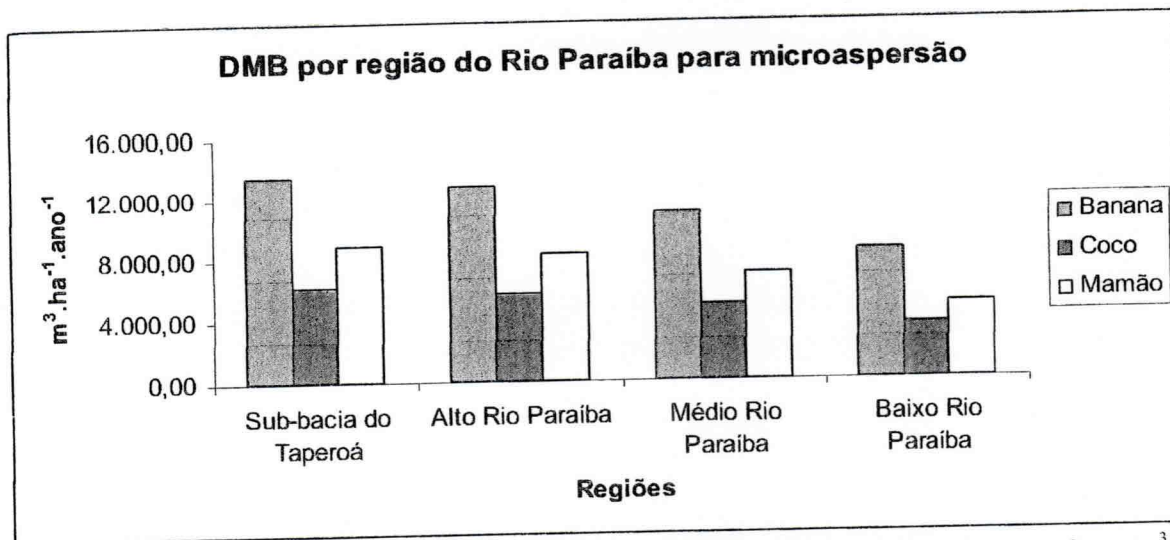


Figura 4.6. Média por região do Rio Paraíba da demanda bruta de irrigação localizada por microaspersão em  $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$  para as culturas do mamão, coco e banana para as regiões estudadas ao longo do Rio Paraíba.

Verifica-se, na Figura 4.6 a demanda de irrigação bruta por microaspersão para cada região da bacia do estudo. A região do baixo Rio Paraíba obteve as menores médias de demanda para as culturas do estudo, sendo 3.491,20; 4.873,66 e 8.356,44  $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ , para o coco anão, mamão havaí e banana pacovã, respectivamente; e a sub-bacia do Taperoá obteve as maiores

médias de demanda bruta de irrigação, fato que se explica devido à distância em que os municípios que representam a sub-bacia, se encontram do litoral.

#### 4.4.2. Irrigação por aspersão

Na Tabela 4.6, está a seqüência da maior para a menor necessidade hídrica das culturas para os municípios em estudo, com a utilização da eficiência de aplicação de 75% para aspersão. Através da análise da estatística descritiva se constata na Tabela 4.6, que as sub-bacias possuem grandes diferenças entre os coeficientes de variação, ressaltando-se que a região do Alto Rio Paraíba obteve o menor coeficiente, mostrando homogeneidade entre os municípios que compõem a região, enquanto o maior coeficiente de variação foi obtido no Baixo Rio Paraíba.

Tabela 4.6. Demanda bruta da irrigação por aspersão para as culturas de do coco anão, mamão e Banana pacovã, considerando-se uma eficiência de irrigação de 75%

Municípios	Banana Pacovã	Banana Pacovã %	Coco Anão	Coco anão %	Mamão Hawai	Mamão Hawai %
Sub-bacia do Taperoá m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Desterro	23.846,670	100,0	19.032,00	100	16.624,67	100
Taperoá	23.186,670	97,2	18.400,00	96,7	16.006,67	96,3
Cabaceiras	23.102,670	94,2	18.460,80	97,0	16.139,87	97,1
Soledade	20.761,330	82,0	16.467,73	86,5	14.320,93	86,1
Média	22.724,335		18.090,13		16.073,27	
Mínimo	20.761,330		16.467,73		14.320,93	
Máximo	23.846,670		19.032,00		16.624,67	
Desvio Padrão	1.350,298		1118,44		1003,83	
Coefficiente de variação %	5,94		6,18		6,25	
Alto Rio Paraíba m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Monteiro	21.993,33	92,2	17.418,67	91,5	15.131,33	91,02
Sumé	21.780,00	91,3	17.205,33	90,4	14.918,00	89,73
Caraúbas	21.210,67	88,9	16.899,20	88,8	14.743,47	88,68
Média	21.661,33		17.205,33		14.918,00	
Mínimo	21.210,67		16.899,20		14.743,47	
Máximo	21.993,33		17.418,67		15.131,33	
Desvio Padrão	404,60		261,11		194,25	
Coefficiente de variação %	1,87		1,52		1,30	
Médio Rio Paraíba m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Barra de Santana	21.441,33	89,9	17.067,73	89,68	14.880,93	89,51
Pocinhos	18.630,67	78,1	14.637,87	76,91	12.641,47	76,04
Campina Grande	15.470,67	64,9	11.677,87	61,36	9.781,47	58,84
Média	18.630,67		14.637,87		12.641,47	
Mínimo	15.470,67		11.677,87		9.781,47	
Máximo	21.441,33		17.067,73		14.880,93	
Desvio Padrão	2.987,03		2.699,27		2.556,01	
Coefficiente de variação %	16,03		18,44		20,22	
Baixo Rio Paraíba m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Itabaiana	17.829,33	74,8	13.783,47	72,4	11.760,33	70,74
Ingá	16.297,33	68,3	12.453,87	65,4	10.532,13	63,35
Sapé	14.093,33	59,1	10.522,67	55,3	8.737,33	52,56
Santa Rita	11.650,67	48,9	8.720,53	45,8	7.255,47	43,64
João Pessoa	10.664,00	44,7	7.733,87	40,6	6.268,80	37,71
Média	14.093,33		10.522,67		8.737,33	
Mínimo	10.664,00		7.733,87		6.268,80	
Máximo	17.829,33		13.783,47		11.760,33	
Desvio Padrão	3.022,47		2.515,71		2.263,79	
Coefficiente de variação %	21,45		23,91		25,91	
Análise Geral						
Média Geral	20.761,3		16.467,7		14.320,9	
Desvio Padrão	4.282,2		3.689,6		1.852,5	
Coefficiente de variação %	20,6		22,4		23,7	

(\*) Percentual em relação ao município de maior demanda de irrigação. (Desterro)

Para se obter os valores de demanda bruta anual (DMB) visando o sistema de irrigação por aspersão, corrigiram-se os valores pelo coeficiente de sombreamento ( $k_s$ ), pois passa a atribuir 100% da área como molhada, sendo essa a diferença entre os sistemas de irrigação adotados no estudo.

O município de João Pessoa necessita de 37,71; 40,6 e 44,7%, respectivamente, do volume de água para as culturas do mamão, coco anão e banana do necessário a ser aplicado no município de Desterro que é local de maior demanda de água entre todos os municípios estudados.

Constata-se, que a cultura da banana é mais exigente que as outras duas culturas do estudo, necessitando de uma maior quantidade de água de reposição para produção e que, após o balanço hídrico, os municípios de Desterro e João Pessoa, terão para o mamão, a menor demanda de reposição hídrica, entre 14,5 a 24,3% a menos do consumo do coco anão e de 43,45 a 70,1% a menos do consumo da banana.

Percebe-se na Figura 4.7, a diferença entre os valores de irrigação bruta por aspersão correlacionadas com o coeficiente de cultivo, enquanto para as culturas de coeficientes de cultivo 0,7 ( $k_c=0,7$ , mamão), obtém-se valores na faixa de 6 a 16 mil  $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ; para as culturas de coeficientes de cultivo 0,8 ( $k_c=0,8$ , coco), os valores estão entre 7 a 19 mil  $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e, finalmente, para as culturas de coeficientes de cultivo 1,0 ( $k_c=1,0$ , banana), os valores variam entre 10 a 24 mil  $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Esses valores foram calculados após a obtenção dos dados de evapotranspiração ( $E_{to}$ ) e precipitação provável (PP75%).

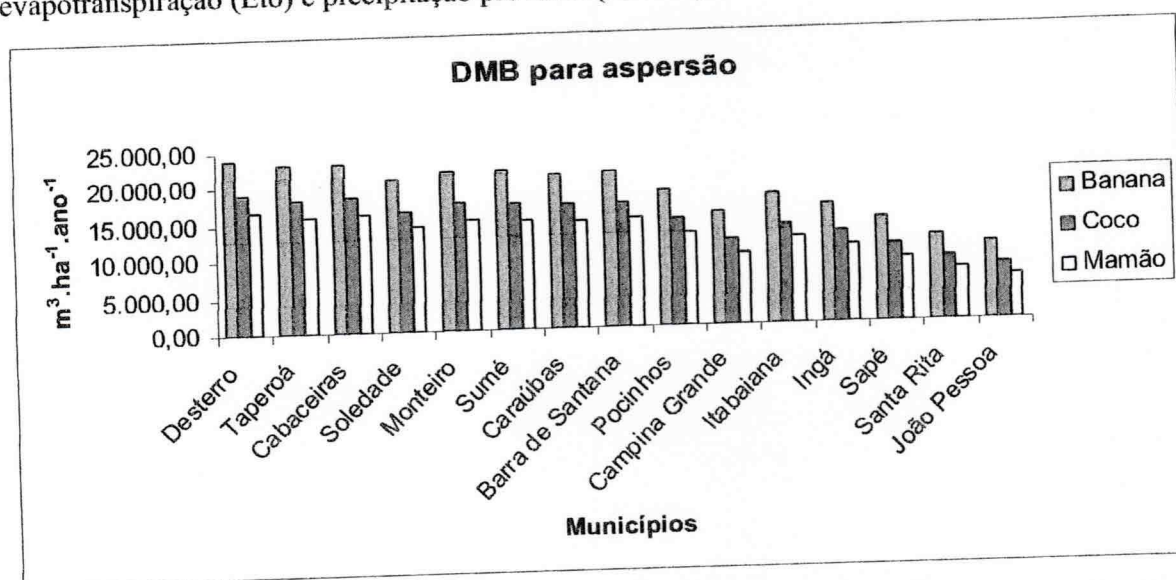


Figura 4.7. Demanda bruta de irrigação por aspersão em  $m^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para as culturas do mamão, coco e banana para os 15 municípios estudados

Em relação às regiões do Rio Paraíba, constata-se, na Figura 4.8 que o baixo Rio Paraíba obteve as menores médias de demanda de irrigação bruta para as três culturas do estudo, devido ao maior índice pluviométrico nos municípios que representam a referida região.

Tem-se, analisando-se os 15 municípios em conjunto, que a cultura do mamão continua requerendo a menor demanda de água em relação às culturas do coco e banana. No entanto, os coeficientes de variação são elevados, devido às características climáticas peculiar a cada localidade.

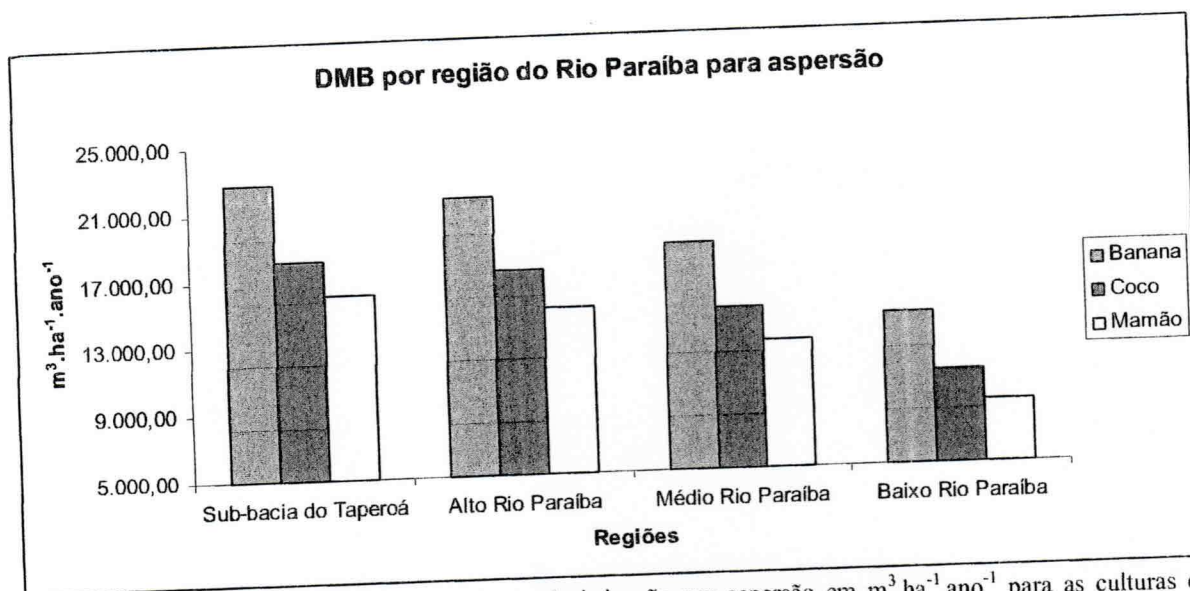


Figura 4.8. Média por região da demanda bruta de irrigação por aspersão em  $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$  para as culturas do mamão, coco e banana por região do Rio Paraíba.

#### 4.4.3. Equação geral de demanda de irrigação bruta por aspersão para cada localidade

Verificou-se, através da obtenção dos dados de demanda de irrigação bruta para as três culturas, uma correlação linear gerada pelos balanços hídricos das culturas do mamão ( $k_c=0,7$ ); coco anão ( $k_c=0,8$ ) e banana pacovã ( $k_c=1,0$ ), cujas equações geradas obtiveram valores de  $R^2$  muito próximos de 1 e se encontram em função do  $k_c$ , podendo-se encontrar a demanda para outras culturas que possuam o coeficiente de cultivo diferente. Para o valor da demanda de água obtido na equação utilizou-se, como acréscimo, a eficiência de 75% e, caso elas forem utilizadas para outras eficiências de sistemas de irrigação, deve-se multiplicar o valor gerado por 0,75 e, se forem utilizadas para microaspersão deve-se multiplicar pelo coeficiente de sombreamento  $k_s$ .



Tabela 4.7. Equações lineares obtidas dos valores de demanda das culturas do coco anão ( $kc=0,8$ ), mamão ( $kc=0,7$ ) e banana pacovã ( $kc=1,0$ ), com uma eficiência de aplicação de 75%.

Municípios	Equações de demanda de irrigação bruta anual por aspersão (DBA), ( $m^3 ha^{-1} ano^{-1}$ ), em função do coeficiente de cultivo (Kc)
Desterro	DBA = 3.611Kc + 12.612,0
Taperoá	DBA = 3.590Kc + 12.018,0
Cabaceiras	DBA = 3.481Kc + 12.272,0
Soledade	DBA = 3.220Kc + 10.743,0
Monteiro	DBA = 3.431Kc + 11.319,0
Sumé	DBA = 3.431Kc + 11.106,0
Caraúbas	DBA = 3.234Kc + 11.151,0
Barra de Santana	DBA = 3.280Kc + 11.236,0
Pocinhos	DBA = 2.995Kc + 9.314,1
Campina Grande	DBA = 2.845Kc + 6.620,8
Itabaiana	DBA = 3.034Kc + 8.388,7
Ingá	DBA = 2.883Kc + 7.329,2
Sapé	DBA = 2.678Kc + 5.761,8
Santa Rita	DBA = 2.198Kc + 4.813,7
João Pessoa	DBA = 2.198Kc + 3.827,0

#### 4.5. Avaliação da demanda de energia

Em um projeto de irrigação, os custos com energia são bastante considerados pelo fato desse consumo estar diretamente relacionado com o consumo de água sendo, portanto, um componente variável nos custos de manutenção da cultura.

Estabeleceu-se, para este projeto um conjunto eletrobomba, em faixa de uso freqüente por pequenos produtores rurais e que também é distribuído pelo governo como forma de incentivo à produção agrícola. A eletrobomba possui 7,5 cv para uma mesma vazão de  $22 m^3/h$  e o mesmo tempo máximo de irrigação, na faixa de altura manométrica de 40 a 60 mca; esta faixa de pressão resulta em uma potência que deixaria em condições adequadas a maioria das condições de relevo.

O valor atribuído para energia foi o determinado pelas companhias elétricas responsáveis pelo abastecimento, conforme descrito no item 3.1.5.2. deste trabalho.

##### 4.5.1. Irrigação por aspersão

Verifica-se, na Tabela 4.8, que os municípios se encontram na ordem de maior para a menor demanda de energia elétrica. O município de Desterro, na sub-bacia do Taperoá, obteve a maior demanda de energia sendo que para produzir um hectare de banana, mamão e coco no referido município gastasse, respectivamente, 121,9; 146,1 e 165,2 % a mais de energia elétrica

que o município de João Pessoa, fato que eleva bastante o custo total de manutenção das culturas no município de Desterro.

As regiões da sub-bacia do Taperoá e alto Rio Paraíba indicaram coeficientes de variação baixos devido à semelhança nos dados hidroclimáticos entre os municípios que compõem; para o alto Rio Paraíba os coeficientes de variação variam entre 1,30 a 1,87 e para a sub-bacia do Taperoá, os coeficientes variam entre 5,94 a 6,25. Esses valores dos coeficientes de variação indicam que tais dados podem ser usados com confiança na representação das duas regiões (sub-bacia do taperoá e alto Rio Paraíba).

Tabela 4.8. Demanda de energia elétrica para aspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã

Municípios	Banana Pacovã	Banana Pacovã %	Coco Anão	Coco anão %	Mamão Hawaii	Mamão Hawaii %
Baixo Taperoá Kw.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Desterro	5.983,35	100,00	4.775,30	100,00	4.171,28	100,00
Taperoá	5.817,75	97,23	4.616,73	96,68	4.016,22	96,28
Cabaceiras	5.796,67	94,20	4.631,98	97,00	4.049,64	97,08
Soledade	5.209,21	82,01	4.131,90	86,53	3.593,25	86,14
Média	5.701,75		4.538,98		4.032,93	
Mínimo	5.209,21		4.131,90		3.593,25	
Máximo	5.983,35		4.775,30		4.171,28	
Desvio Padrão	338,80		280,63		251,87	
Coeficiente de variação %	5,94		6,18		6,25	
Alto Rio Paraíba Kw.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Monteiro	5.518,33	92,23	4.370,50	91,52	3.796,59	91,02
Sumé	5.464,80	91,33	4.316,97	90,40	3.743,06	89,73
Caraúbas	5.321,95	88,95	4.240,16	88,79	3.699,27	88,68
Média	5.435,03		4.316,97		3.743,06	
Mínimo	5.321,95		4.240,16		3.699,27	
Máximo	5.518,33		4.370,50		3.796,59	
Desvio Padrão	101,52		65,52		48,74	
Coeficiente de variação %	1,87		1,52		1,30	
Médio Rio Paraíba Kw.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Barra de Santana	5.379,83	89,91	4.282,45	89,68	3.733,76	89,51
Pocinhos	4.674,60	78,13	3.672,77	76,91	3.171,86	76,04
Campina Grande	3.881,73	64,88	2.930,08	61,36	2.454,26	58,84
Média	4.674,60		3.672,77		3.171,86	
Mínimo	3.881,73		2.930,08		2.454,26	
Máximo	5.379,83		4.282,45		3.733,76	
Desvio Padrão	749,48		677,27		641,33	
Coeficiente de variação %	16,03		18,44		20,22	
Baixo Rio Paraíba Kw.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Itabaiana	4.473,54	74,77	3.458,40	72,42	2.950,82	70,74
Ingá	4.084,15	68,26	3.124,79	65,44	2.642,61	63,35
Sapé	3.536,15	59,10	2.640,23	55,29	2.192,28	52,56
Santa Rita	2.923,26	48,86	2.188,06	45,82	1.820,46	43,64
João Pessoa	2.675,69	44,72	1.940,50	40,64	1.572,90	37,71
Média	3.536,15		2.640,23		2.192,28	
Mínimo	2.675,69		1.940,50		1.572,90	
Máximo	4.473,54		3.458,40		2.950,82	
Desvio Padrão	757,46		631,22		568,02	
Coeficiente de variação %	21,42		23,91		25,91	
Análise Geral Kw.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Média geral para os 15 Mun.	4.716,07		3.688,05		3.173,88	
Desvio Padrão	1.074,64		894,37		822,87	
Coeficiente de variação %	22,79		24,25		25,93	

(\*) Percentual em relação ao município de maior demanda energética. (Desterro)

Tem-se, na Figura 4.9, uma idéia da demanda de energia em todos os municípios do estudo, em que a cultura da banana foi mais exigente no consumo de energia elétrica em todos os municípios do estudo, seguida das culturas do coco e do mamão.

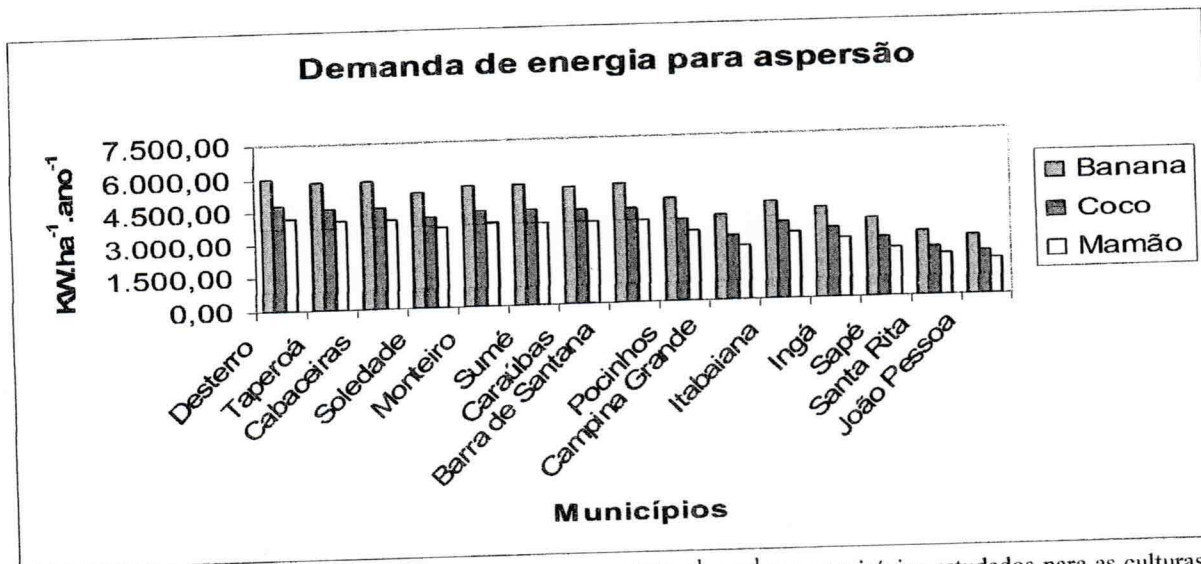


Figura 4.9. Demanda de energia elétrica para aspersão em  $\text{kW} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  nos municípios estudados para as culturas da banana, coco e mamão

Para melhor observação, a Figura 4.10 mostra o consumo de energia por cultura em cada região da bacia do Rio Paraíba, cujo o maior consumo ocorreu na região sub-bacia do Taperoá, variando entre 3 a 6 mil  $\text{kW} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  e o menor consumo ocorrido foi na região do baixo Rio Paraíba, oscilando entre 2 a 4 mil  $\text{kW} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , significando que produzir um hectare de qualquer uma das culturas estudadas ou culturas com coeficientes de cultivo iguais aos das culturas analisadas é mais viável na região do baixo Rio Paraíba.

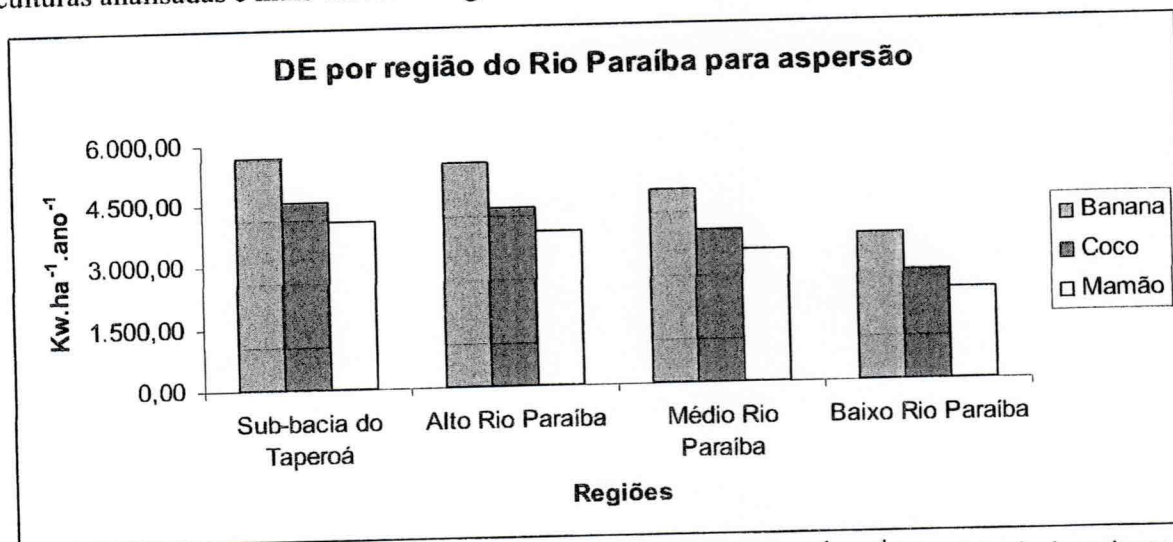


Figura 4.10. Demanda de energia elétrica por região para aspersão em  $\text{kW} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  por sub-bacia das culturas da banana, coco e mamão

#### 4.5.2. Irrigação localizada por microaspersão

Na Tabela 4.9, se encontra o valor de demanda de energia elétrica distribuídos do maior para o menor consumo de energia. Constata-se que o município de Desterro requer mais energia que João Pessoa (menor demanda de energia entre todos os municípios estudados), devido ao fato de Desterro necessitar de mais bombeamento durante o ano em virtude de possuir uma quantidade de chuva menor ao longo do ano em relação aos demais municípios do estudo; o consumo de energia elétrica do conjunto eletrobomba para o município de João Pessoa representa apenas 38,2% para a cultura do mamão; 40,6% da cultura do coco e 44,7% para cultura da banana em relação ao município de Desterro.

Verifica-se, na mesma tabela que a cultura do coco anão obteve as menores médias na demanda de energia elétrica, seguido da cultura do mamão e da banana, em razão da menor exigência da cultura em água, fazendo com que o conjunto motobomba funcione menos horas, diminuindo a demanda de energia e, conseqüentemente, o custo.

Tabela 4.9. Demanda de energia elétrica para microaspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã

Municípios	Banana Pacovã	%(*)	Coco Anão	%(*)	Mamão Hawaii	%(*)
Sub-bacia Taperoá kW .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Desterro	3.490,28	100,0	1.591,77	100	2.294,20	100
Taperoá	3.393,68	97,2	1.590,77	99,9	2.208,92	96,3
Cabaceiras	3.381,39	94,2	1.543,99	97,0	2.227,30	97,1
Soledade	3.038,70	82,0	1.377,30	86,5	1.976,29	86,1
Média	3326,01		1.525,96		2.218,11	
Mínimo	3.038,70		1.377,30		1.976,29	
Máximo	3.490,28		1.591,77		2.294,20	
Desvio Padrão	197,63		101,58		138,53	
Coefficiente de variação %	5,94		6,66		6,25	
Alto Rio Paraíba kW .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Monteiro	3.219,02	92,2	1.456,83	91,5	2.088,12	91,02
Sumé	3.187,80	91,3	1.438,99	90,4	2.058,68	89,73
Carauabas	3.104,47	88,9	1.413,39	88,8	2.034,60	88,68
Média	3170,43		1.438,99		2.058,68	
Mínimo	3.104,47		1.413,39		2.034,60	
Máximo	3.219,02		1.456,83		2.088,12	
Desvio Padrão	59,22		21,84		26,80	
Coefficiente de variação %	1,87		1,52		1,30	
Médio Rio Paraíba kW .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Barra de Santana	3.138,23	89,9	1.427,48	89,7	2.053,57	89,51
Pocinhos	2.726,85	78,1	1.224,26	76,9	1.744,52	76,04
Campina Grande	2.272,15	65,1	964,43	60,6	1.361,95	59,36
Média	2726,85		1.224,26		1.744,52	
Mínimo	2272,15		964,43		1.361,95	
Máximo	3138,23		1.427,48		2.053,57	
Desvio Padrão	433,22		232,10		346,46	
Coefficiente de variação %	15,89		18,96		19,86	
Baixo Rio Paraíba kW .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Itabaiana	2.638,84	75,6	1.150,12	72,3	1.622,95	70,74
Ingá	2.397,84	68,7	1.028,88	64,6	1.453,43	63,35
Sapé	2.096,71	60,1	875,97	55,0	1.222,85	53,30
Santa Rita	1.728,65	49,5	716,64	45,0	1.001,25	43,64
João Pessoa	1.560,82	44,7	646,83	40,6	876,54	38,21
Média	2.096,71		875,97		1.222,85	
Mínimo	1560,82		646,83		876,54	
Máximo	2.638,84		1.150,12		1.622,95	
Desvio Padrão	449,03		209,84		308,83	
Coefficiente de variação %	21,42		23,96		25,25	
Análise Geral kW .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Média geral para os 15 Mun.	2.758,36		1.229,84		1.748,34	
Desvio Padrão	619,95		449,04		449,05	
Coefficiente de variação	22,47		24,8		25,68	

(\*) Percentual em relação ao município de maior demanda energética (Desterro).

Analisando-se os 15 municípios em conjunto, obteve-se uma média nos custos de energia para as culturas do coco anão, mamão e banana, respectivamente, de 1.229, 84 kW ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, 1.748, 34 kW ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 2.758, 36 kW ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo que a cultura da banana é a mais exigente em quantidade de energia, ao longo do ano, conforme a Figura 4.11

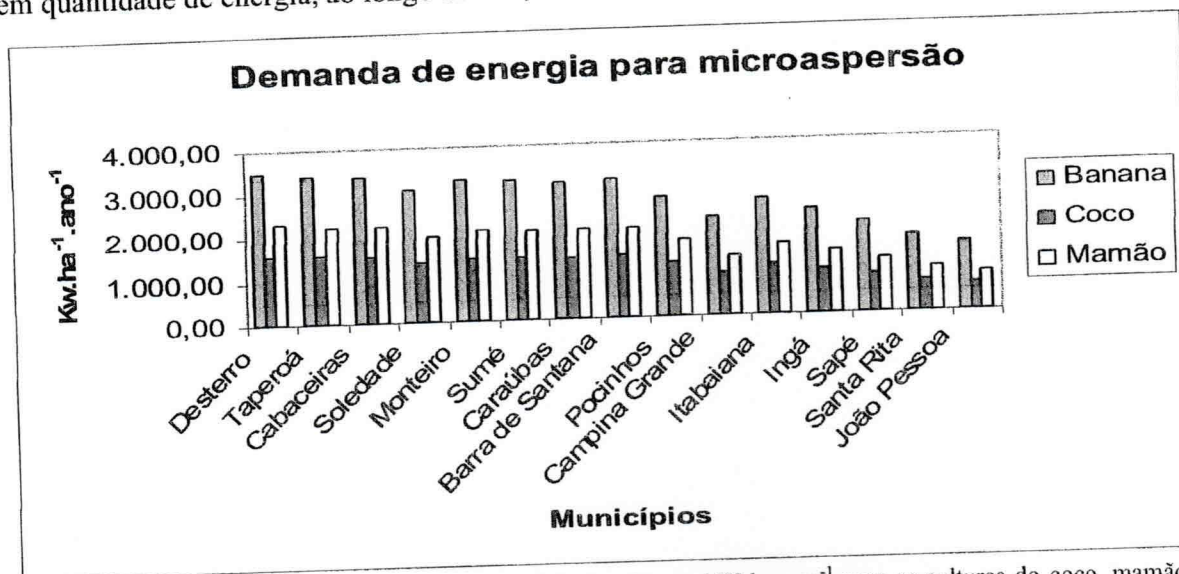


Figura 4.11. Demanda de energia elétrica para microaspersão em kW ha ano<sup>-1</sup> para as culturas do coco, mamão e banana nos 15 municípios e estudo

Analisando-se, o Rio Paraíba por região, verifica-se na Figura 4.12, que o baixo Rio Paraíba requer menos energia entre todas as regiões estudadas, o que era previsto devido à demanda bruta de água ser inferior também nesta região, o que interfere diretamente no número de horas de trabalho do conjunto motobomba.

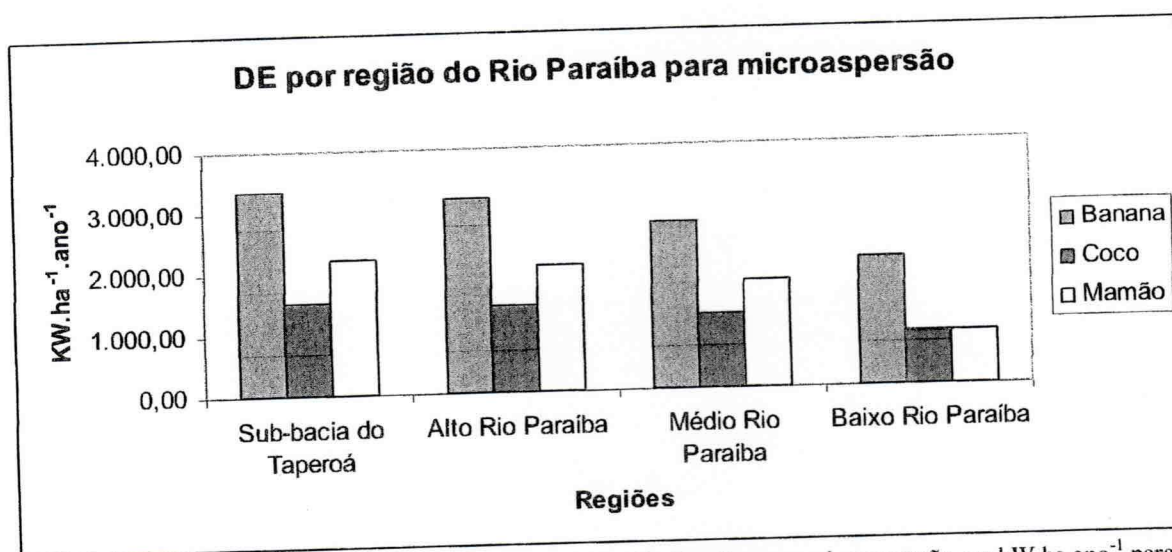


Figura 4.12. Demanda de energia elétrica por sub-bacias do Rio Paraíba para microaspersão em kW ha ano<sup>-1</sup> para as culturas do coco, mamão e banana nos 15 municípios do estudo

## 4.6. Avaliação dos custos de energia

### 4.6.1. Irrigação por aspersão

Na Tabela 4.10, se acha o custo referente ao consumo de energia elétrica por hectare ano<sup>1</sup> para as culturas do coco, mamão e banana.

O maior custo de energia elétrica para o sistema de aspersão foi de R\$ 1.288,15 ha.ano<sup>-1</sup> no município de Desterro, para a cultura da banana, enquanto o menor entre as culturas estudadas foi de R\$ 338,63 ha.ano<sup>-1</sup> para a cultura do mamão, no município de João Pessoa.

Quando se analisam os 15 municípios em conjunto, verifica-se que a cultura do mamão obteve uma média de R\$ 678,99 ha.ano<sup>-1</sup>, a cultura do coco uma média de R\$ 788,47 ha.ano<sup>-1</sup> e a cultura da banana R\$ 1.008,07 ha.ano<sup>-1</sup>; no entanto, o coeficiente de variação foi um pouco elevado, sendo de 23,71% para a banana; 25,14% para o coco e 26,81% para o mamão, portanto um valor não confiável para considerá-lo genérico, sendo conveniente estabelecer uma média por região da bacia em estudo.

Tabela 4.10. Custos de energia elétrica para aspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã

Municípios	Banana Pacovã	%(*)	Coco Anão	%(*)	Mamão Hawai	%(*)
Sub-bacia do Taperoá R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Desterro	1.288,15	100,0	1.028,07	100	898,03	100
Taperoá	1.252,50	97,2	993,94	96,7	864,65	96,3
Cabaceiras	1.247,96	94,2	997,22	97,0	871,85	97,1
Soledade	1.121,49	82,0	889,56	86,5	773,59	86,1
Média	1.227,53		977,20		868,25	
Mínimo	1.121,49		889,56		773,59	
Máximo	1.288,15		1.028,07		898,03	
Desvio Padrão	72,94		60,41		54,22	
Coeficiente de variação %	5,94		6,18		6,25	
Alto Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Monteiro	1.188,04	92,2	940,93	91,5	817,37	91,02
Sumé	1.176,52	91,3	929,40	90,4	805,84	89,73
Carauabas	1.145,76	88,9	912,86	88,8	796,42	88,69
Média	1.170,11		929,40		805,84	
Mínimo	1.145,76		912,86		796,42	
Máximo	1.188,04		940,93		817,37	
Desvio Padrão	21,86		14,11		10,49	
Coeficiente de variação %	1,87		1,52		1,30	
Médio Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Barra de Santana	1.158,22	89,9	921,97	89,7	803,84	89,51
Pocinhos	1.006,40	78,1	790,71	76,9	682,87	76,04
Campina Grande	725,83	56,3	547,89	53,3	458,91	51,10
Média	1.006,40		790,71		682,87	
Mínimo	725,83		547,89		458,91	
Máximo	1.158,22		921,97		803,84	
Desvio Padrão	219,37		189,79		175,01	
Coeficiente de variação %	21,80		24,00		25,63	
Baixo Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Itabaiana	963,11	74,8	744,50	72,4	635,28	70,74
Ingá	880,35	68,3	672,74	65,4	568,93	63,35
Sapé	761,30	59,1	568,42	55,3	471,98	52,56
Santa Rita	629,35	48,9	471,07	45,8	391,93	43,64
João Pessoa	576,05	44,7	417,77	40,6	338,63	37,71
Média	761,30		568,42		471,98	
Mínimo	576,05		417,77		338,63	
Máximo	963,11		744,50		635,28	
Desvio Padrão	163,27		135,88		122,29	
Coeficiente de variação %	21,45		23,90		25,91	
Análise Geral R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Média geral para os 15 Mun.	1.008,07		788,47		678,99	
Desvio Padrão	239,02		198,26		181,98	
Coeficiente de variação	23,71		25,14		26,81	

(\*) Percentual em relação ao município de maior custo de energia elétrica (Desterro)

A região do médio Rio Paraíba obteve os maiores coeficientes de variação em todo o estudo; este fato é explicado devido à grande variabilidade na precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer entre os municípios que a compõem; o município de maior custo de energia na referida região, foi o de Barra de Santana, que necessita de R\$ 803,84 ha.ano<sup>-1</sup> para a banana; R\$ 921,97 ha.ano<sup>-1</sup> para o coco e R\$ 1.158,22 ha.ano<sup>-1</sup> para a cultura do mamão, enquanto o município de Campina Grande (menor custo de energia da região), necessita de R\$ 803,84 ha.ano<sup>-1</sup>; R\$ 921,97 ha.ano<sup>-1</sup> e R\$ 1.158,22 ha.ano<sup>-1</sup>, para as culturas da banana, coco e mamão, respectivamente.

Nota-se, na Figura 4.13, que a cultura da banana obteve um custo maior de energia em relação às outras duas culturas do estudo (coco e mamão). O município de João Pessoa (menor custo de energia), tem um custo de apenas 37,71% para o mamão; 40,6% para o coco e de 44,7% para a banana, em relação ao município de Desterro, cujo custo com energia elétrica foi maior.

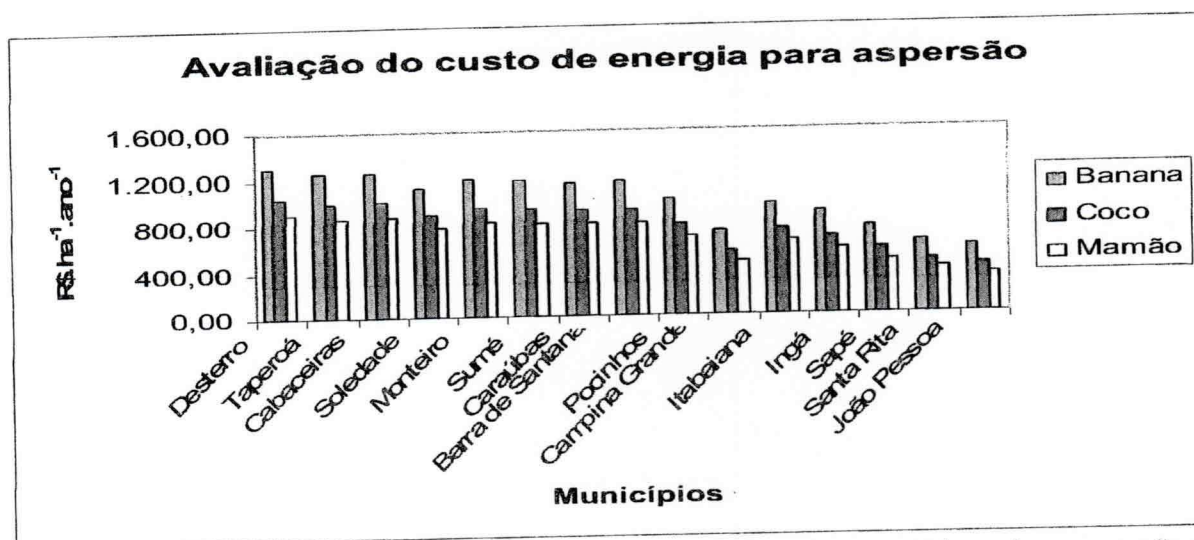


Figura 4.13. Custos de energia para aspersão para os 15 municípios do estudo para as culturas do coco, mamão e banana

Na Figura 4.14, se encontra o custo da energia elétrica por região da bacia do Rio Paraíba, em que o baixo Rio Paraíba foi à região de menor custo com energia, com valores variando de R\$ 300,00 ha.ano<sup>-1</sup> a quase R\$ 1.000,00 ha.ano<sup>-1</sup>, entre as culturas estudadas, mas a região de maior custo com energia é a sub-bacia do Taperoá com valores variando entre R\$ 700,00 a R\$ 1300,00 ha.ano<sup>-1</sup> entre as culturas do coco, mamão e banana.

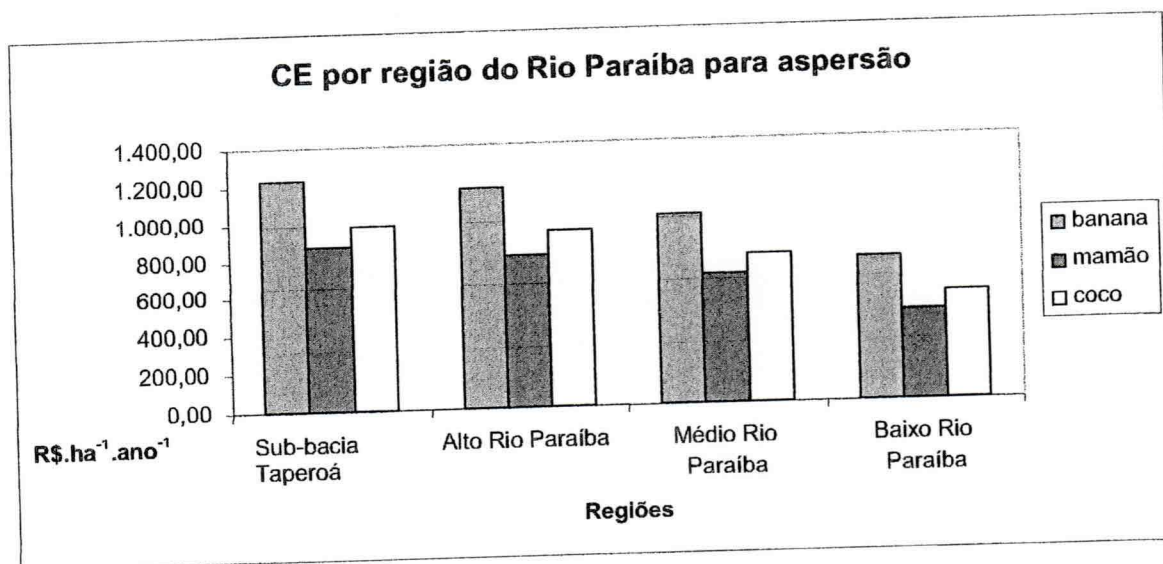


Figura 4.14. Custos de energia para aspersão por região para regiões estudadas ao longo do Rio Paraíba.

#### 4.6.2. Irrigação por microaspersão

Encontram-se na Tabela 4.11, os custos com energia elétrica em todos os municípios em estudo.

Observa-se, nesta tabela, que a diferença para produzir um hectare das frutas em Desterro é bem superior que os valores obtidos no município de menor custo, João Pessoa; esta diferença é de R\$ 203,43 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o coco; R\$ 305,21 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o mamão e R\$ 415,39 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a banana representando, respectivamente, 40,6; 38,2 e 44,7% do valor necessário no município de Desterro.

A média geral obtida para todos os municípios do estudo é de R\$ 262,90 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o coco e coeficiente de variação (CV) = 25,68%; R\$ 373,84 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o mamão e CV = 38,2% e R\$ 589,55 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a banana e CV = 23,41%, portanto os valores dos coeficientes de variação foram considerados altos, segundo Pimentel Gomes (1997) sendo necessária uma avaliação por região da bacia em estudo (Tabela 4.11).



Tabela 4.11. Custos de energia elétrica para microaspersão para as culturas do mamão, coco anão e banana pacovã

Municípios	Banana Pacovã	%(*)	Coco Anão	%(*)	Mamão Hawaii	%(*)
Sub-bacia do Taperoá (R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )						
Desterro	751,42	100,0	342,69	100	493,92	100
Taperoá	730,63	97,2	341,69	99,7	475,56	96,3
Cabaceiras	727,98	94,2	332,41	97,0	479,52	97,1
Soledade	654,20	82,0	296,52	86,5	425,48	86,1
Média	716,06		337,05		477,54	
Mínimo	654,20		296,52		425,48	
Máximo	751,42		342,69		493,92	
Desvio Padrão	42,55		21,70		29,82	
Coefficiente de variação %	5,94		6,44		6,25	
Alto Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Monteiro	693,02	92,2	313,64	91,5	449,55	91,02
Sumé	686,30	91,3	309,80	90,4	443,21	89,73
Caraúbas	668,36	88,9	304,29	88,8	438,08	88,69
Média	682,56		309,80		443,21	
Mínimo	668,36		304,29		438,08	
Máximo	693,02		313,64		449,55	
Desvio Padrão	12,75		4,70		5,75	
Coefficiente de variação %	1,87		1,52		1,30	
Médio Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Barra de Santana	675,63	89,9	307,32	89,7	442,11	89,51
Pocinhos	587,06	78,1	263,57	76,9	375,58	76,04
Campina Grande	424,86	56,5	180,34	52,6	254,67	51,56
Média	587,06		263,57		375,58	
Mínimo	424,86		180,34		254,67	
Máximo	675,63		307,32		442,11	
Desvio Padrão	127,17		64,50		95,03	
Coefficiente de variação %	21,66		24,47		25,30	
Baixo Rio Paraíba R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Itabaiana	568,12	75,6	247,61	72,3	349,41	70,74
Ingá	516,06	68,7	221,51	64,6	312,91	63,35
Sapé	451,40	60,1	188,59	55,0	263,27	53,30
Santa Rita	372,16	49,5	154,29	45,0	215,56	43,64
João Pessoa	336,03	44,7	139,26	40,6	188,71	38,21
Média	451,40		188,59		263,27	
Mínimo	336,03		139,26		188,71	
Máximo	568,12		247,61		349,41	
Desvio Padrão	96,64		45,18		66,49	
Coefficiente de variação %	21,41		23,95		25,26	
Análise Gera R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>						
Média geral para os 15 Mun.	589,55		262,90		373,84	
Desvio Padrão	138,03		67,51		99,33	
Coefficiente de variação	23,41		25,68		26,57	

(\*) Percentual em relação ao município de maior custo de energia elétrica (Desterro)

Na Figura 4.15 se encontram os valores dos custos necessários para as culturas separadas por município; percebe-se facilmente que a cultura do coco requer menos investimento para produzir um hectare da fruta.

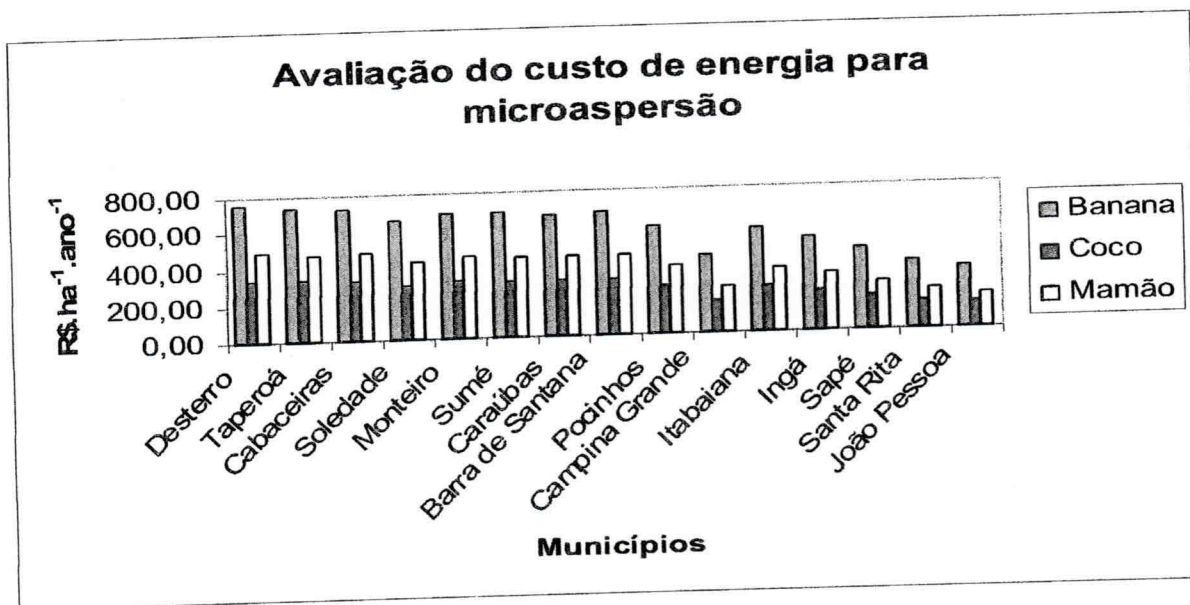


Figura 4.15. Avaliação do custo de energia por microaspersão para os 15 municípios, referente às culturas do coco, mamão e banana

Analisada por região da bacia em estudo constata-se, na Figura 4.16, que a sub-bacia do Taperoá obteve as maiores médias para todas as culturas, e o baixo Rio Paraíba, as menores médias devido a uma espacialização melhor nos dados climáticos prévios necessários ao estudo.

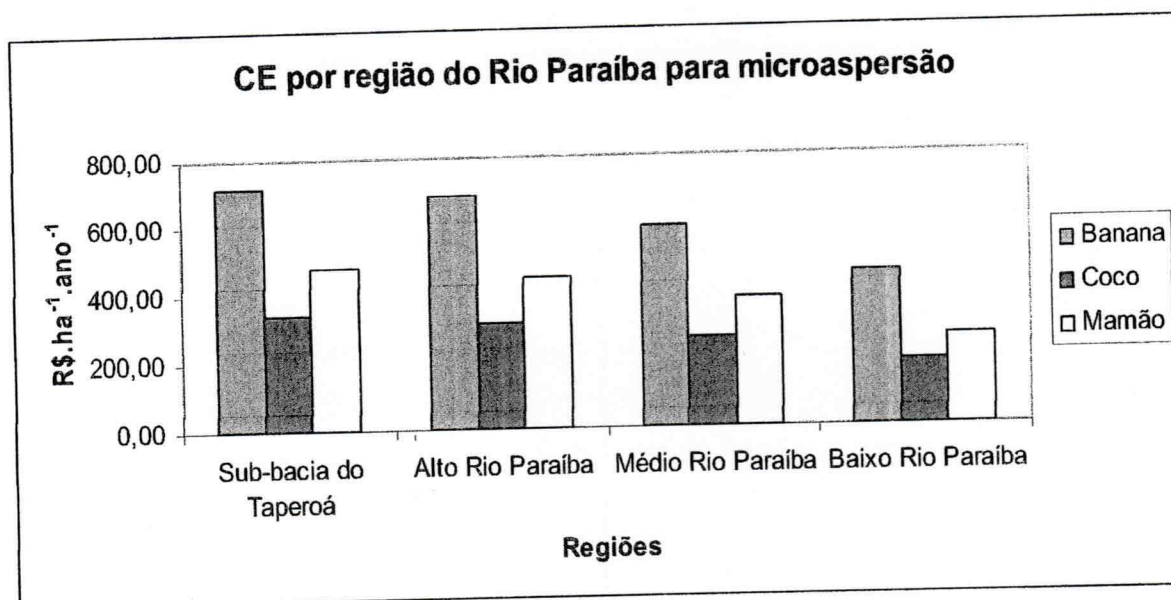


Figura 4.16. Avaliação do custo de energia por região da bacia do Rio Paraíba, referente às culturas do coco, mamão e banana

## 4.7. Custos das culturas irrigadas com inclusão do custo de energia

### 4.7.1. Irrigação localizada por microaspersão

Em um planejamento agrícola irrigado é necessário que sejam somados os valores de implantação e manutenção das culturas. O Banco do Nordeste – BNB é a instituição que mais financia projetos no meio agrícola, razão pela qual foram usadas as planilhas fornecidas pelo banco, com valores atualizados dos produtos agropecuários. Os valores de adubação foram estimados para o solo de média fertilidade, segundo o IPA (1998). Os custos considerados no trabalho são de manutenção e adubação das culturas, sendo R\$ 1.813,14 ha.ano<sup>-1</sup> para o coco; R\$ 5.038,59 ha.ano<sup>-1</sup> para o mamão e R\$ 7.607,30 ha.ano<sup>-1</sup> para a banana.

A Tabela 4.12 seguinte, foi construída com os valores de manutenção e adubação somados aos custos com energia elétrica.

Tabela 4.12. Custos de manutenção das culturas na fase adulta, para irrigação por microaspersão para as culturas do coco, mamão e banana

microaspersão	Banana( R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	%(*)	Coco	%(*)	Mamão	%(*)
Desterro	8.358,72	100	2.155,83	100,0	5.532,42	100,0
Taperoá	8.337,93	99,8	2.154,83	100,0	5.514,06	99,7
Cabaceiras	8.335,28	99,5	2.145,55	99,5	5.518,02	99,4
Soledade	8.261,50	98,3	2.109,66	97,9	5.463,98	98,2
Monteiro	8.300,32	97,6	2.126,78	98,7	5.488,05	97,4
Sumé	8.293,60	96,9	2.122,94	98,5	5.481,71	96,5
Caraúbas	8.275,66	95,9	2.117,43	98,2	5.476,58	95,5
Barra de Santana	8.282,93	95,0	2.120,46	98,4	5.480,61	94,6
Pocinhos	8.194,36	93,2	2.076,71	96,3	5.414,08	92,6
Campina Grande	8.032,16	89,5	1.993,48	92,5	5.293,17	88,6
Itabaiana	8.175,42	87,6	2.060,75	95,6	5.387,91	86,3
Ingá	8.123,36	85,1	2.034,65	94,4	5.351,41	83,5
Sapé	8.058,70	82,0	2.001,73	92,9	5.301,77	80,0
Santa Rita	7.979,46	78,3	1.967,43	91,3	5.254,06	76,0
João Pessoa	7.943,33	74,4	1.952,40	90,6	5.227,21	71,8
Média geral	8.261,50		2.109,66		5.463,98	
DP	138,03		69,88		102,82	
CV	1,67		3,31		1,88	

(\*) Percentual em relação ao município de maior custo de manutenção (Desterro)

Verifica-se que cultura da banana necessita de maior investimento financeiro para produzir um hectare da fruta, em que a diferença no município de Desterro (maior custo de manutenção), entre a cultura da banana em relação ao mamão é de R\$ 2.826,3 ha.ano<sup>-1</sup> e em relação ao coco de R\$ 6.202,89 ha.ano<sup>-1</sup>; o município de João Pessoa requer 71,8; 74,4 e 90,6% do valor necessário em Desterro para as culturas do mamão, banana e coco, respectivamente. Esses valores diferem devido às diferenças com os custos de energia elétrica entre as culturas.

#### 4.7.2. Irrigação localizada por aspersão

Analisando-se, os 15 municípios em conjunto verifica-se, na Tabela 4.13, que a cultura da banana obteve a maior média, com valor de R\$ 8.818,79 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, seguida da cultura do mamão com média de R\$ 5.812,18 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, e da cultura do coco com média de R\$ 2.702,70 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; no entanto, todas as culturas obtiveram coeficientes de variação baixos que podem ser utilizados em caso geral de estimativa de custos para as respectivas culturas, desde que sejam nas mesmas condições em que foram desenvolvidos os parâmetros desse estudo, sendo 2,71% para a banana, 3,24% para o mamão e 7,59% para a cultura do coco.

Para produzir um hectare da cultura do coco, do mamão e da banana em João Pessoa investem-se, respectivamente, 25,50%; 56,41% e 61,9% do valor empregado para produzir em Desterro; cujo fato comprova que é bem mais viável investir em cidades próximas ao litoral, por possuírem maiores médias de precipitação.

Tabela 4.13. Custos de manutenção das culturas na fase adulta, para irrigação por aspersão para as culturas do coco, mamão e banana

aspersão	Banana( R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	%(*)	Coco	%(*)	Mamão	%(*)
Desterro	8.985,45	100	2.841,21	100,00	5.936,62	100,00
Taperoá	8.949,80	99,6	2.807,08	98,80	5.903,24	99,44
Cabaceiras	8.945,26	99,2	2.810,36	97,73	5.910,44	99,00
Soledade	8.818,79	97,3	2.702,70	92,96	5.812,18	96,92
Monteiro	8.885,34	96,2	2.754,07	90,11	5.855,96	95,61
Sumé	8.873,82	95,0	2.742,54	86,98	5.844,43	94,12
Caraúbas	8.843,06	93,5	2.726,00	83,45	5.835,01	92,51
Barra de Santana	8.855,52	92,2	2.735,11	80,34	5.842,43	91,04
Pocinhos	8.703,70	89,3	2.603,85	73,63	5.721,46	87,74
Campina Grande	8.423,13	83,7	2.361,03	61,18	5.497,50	81,25
Itabaiana	8.660,41	80,7	2.557,64	55,08	5.673,87	77,66
Ingá	8.577,65	77,0	2.485,88	48,19	5.607,52	73,35
Sapé	8.458,60	72,5	2.381,56	40,39	5.510,57	68,09
Santa Rita	8.326,65	67,2	2.284,21	32,47	5.430,52	62,28
João Pessoa	8.273,35	61,9	2.230,91	25,50	5.377,22	56,41
Média geral	8.818,79		2.702,70		5.812,18	
DP	239,02		205,22		188,37	
CV	2,71		7,59		3,24	

(\*) Percentual em relação ao município de maior custo de manutenção (Desterro)

#### 4.7.3. Impacto econômico da cobrança de energia na manutenção das culturas

A Tabela 4.14, mostra a diferença percentual entre os dois sistemas de irrigação adotados no presente estudo. Constata-se que a irrigação por aspersão produz maior impacto nos custos de manutenção e adubação da cultura do coco, porém sem os custos de água, chegando a incrementar 36,2% no custo da cultura; o menor impacto obtido foi de 3,6% para o município de João Pessoa, na cultura do mamão por microaspersão.

Tabela 4.14. Incremento percentual do custo de energia para as culturas na fase adulta para os dois sistemas pressurizados adotados no estudo

Municípios	Banana%		Coco%		Mamão%	
	Microaspersão	aspersão	Microaspersão	Aspersão	Microaspersão	Aspersão
Desterro	9.0	14.3	15.9	36.2	8.9	15.1
Taperoá	8.8	14.0	15.9	35.4	8.6	14.6
Cabaceiras	8.7	14.0	15.5	35.5	8.7	14.8
Soledade	7.9	12.7	14.1	32.9	7.8	13.3
Monteiro	8.3	13.4	14.7	34.2	8.2	14.0
Sumé	8.3	13.3	14.6	33.9	8.1	13.8
Caraúbas	8.1	13.0	14.4	33.5	8.0	13.6
Barra de Santana	8.2	13.1	14.5	33.7	8.1	13.8
Pocinhos	7.2	11.6	12.7	30.4	6.9	11.9
Campina Grande	5.3	8.6	9.0	23.2	4.8	8.3
Itabaiana	6.9	11.1	12.0	29.1	6.5	11.2
Ingá	6.4	10.3	10.9	27.1	5.8	10.1
Sapé	5.6	9.0	9.4	23.9	5.0	8.6
Santa Rita	4.7	7.6	7.8	20.6	4.1	7.2
João Pessoa	4.2	7.0	7.1	18.7	3.6	6.3

#### 4.7.4. Avaliação dos custos de manutenção das culturas em comparação com o uso dos dois sistemas

Na Tabela 4.15, se encontram os valores com as diferenças entre os custos de manutenção e adubação das culturas sem o custo de água. Utilizando-se o sistema de irrigação por microaspersão, constata-se que a economia é significativa em relação ao sistema de irrigação por aspersão, diferença esta maior na cultura do coco, economizando R\$ 685,38 .ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> que para uma área de 4,75 ha, acarretaria uma economia de R\$ 3.255,5 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; tal fato ocorre devido à maior eficiência de aplicação da água, que é inerente ao sistema de irrigação por microaspersão, fazendo com que sejam necessários menos horas de bombeamento de água por ano, acarretando em um consumo menor de energia elétrica.

Tabela 4.15. Diferença de custo de manutenção quando se usa o sistema de microaspersão em relação ao sistema de aspersão para as culturas do coco, banana e mamão

Municípios	Banana (R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Coco	Mamão
Desterro	536,73	685,38	404,11
Taperoá	521,87	652,25	389,09
Cabaceiras	519,98	664,81	392,33
Soledade	467,29	593,04	348,11
Monteiro	495,02	627,29	367,82
Sumé	490,22	619,60	362,63
Caraúbas	477,40	608,57	358,34
Barra de Santana	482,59	614,65	361,73
Pocinhos	419,34	527,14	307,29
Campina Grande	300,97	367,55	204,24
Itabaiana	394,99	496,89	285,87
Ingá	364,29	451,23	256,02
Sapé	309,90	379,83	208,71
Santa Rita	257,19	316,78	176,37
João Pessoa	240,02	278,51	149,92

A cultura do mamão em um município como Desterro, que possui custos elevados, se obtém a diferença de R\$ 404,11 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> quando se troca o sistema de aspersão por microaspersão que para uma área de 5,42 ha, resulta em uma economia de R\$ 2.190,28 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>; para a cultura do coco é obtida uma diferença de R\$ 685,38 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, quando se troca de sistema que para uma área de 4,75 ha atinge uma economia de R\$ 3.255,55 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e para a cultura da banana quando se troca de aspersão para microaspersão a diferença é de R\$ 536,73 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, em uma área de 3,80 ha a economia chega a representar R\$.2.039,57 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; já para o município de João Pessoa, a economia não é tão expressiva que faça valer a pena à troca dos sistemas, porém se pode elevar o lucro com a ampliação da área a ser irrigada.

Comprova-se que as vantagens com a troca do sistema de aspersão por microaspersão nos municípios mais distantes do litoral paraibano são maiores, principalmente pela pouca disponibilidade de água nos referidos locais, sendo oportuno o uso racional deste bem precioso e tão escasso nesses municípios.

#### **4.7.4.1. Custos totais de manutenção do mamão havaí para os dois sistemas de irrigação**

Observa-se, comparando-se os custos da manutenção da cultura do mamão em relação aos dois sistemas de irrigação adotados no planejamento (Figura 4.17), que os custos do sistema de aspersão são superiores aos custos de microaspersão, em que o município de Desterro (localizado na sub-bacia do Taperoá), obteve a maior economia entre os sistemas de aspersão por microaspersão na ordem de R\$ 404,20 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, mas, o município de João Pessoa, apresentou menor economia entre os sistemas, na ordem de R\$ 150,01 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>; sendo assim a troca do sistema de aspersão para microaspersão (em João Pessoa) não é viável em virtude do alto custo de implementação do sistema de irrigação por microaspersão.

Verifica-se que os custos com energia são bastante elevados, tornando-se conveniente uma redução nesses custos tentando-se utilizar a tarifa do irrigante e/ou irrigar em horários em que a tarifa de energia seja mais viável e torne o produto agrícola irrigado mais competitivo.

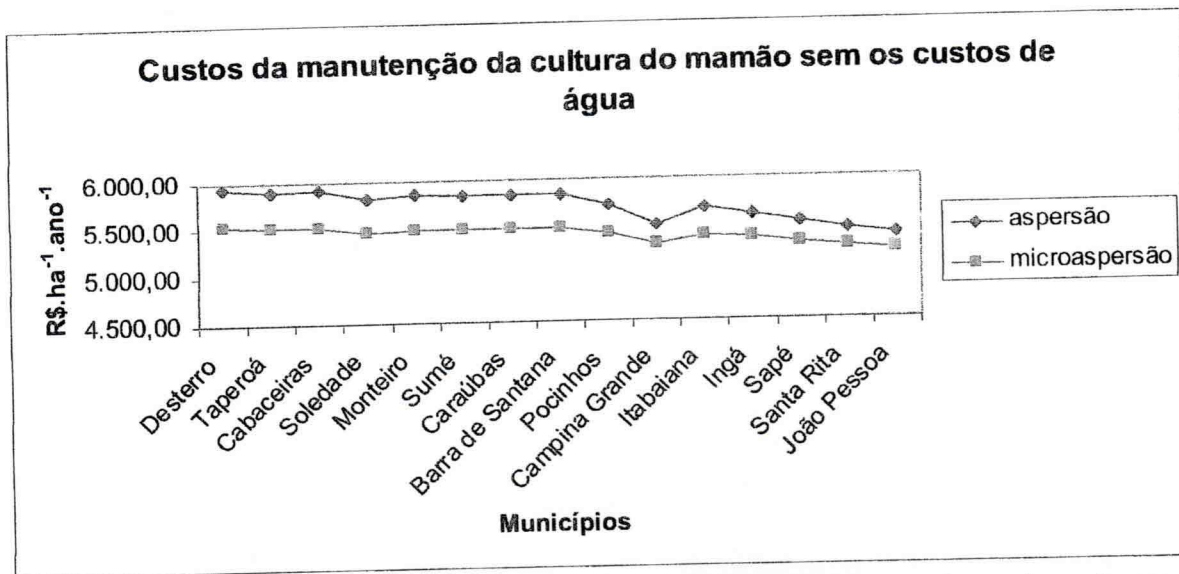


Figura 4.17. Custos de manutenção da cultura do mamão para o 3º ano, somados ao custo de energia, porém sem os custos de água

#### 4.7.4.2. Custos totais de manutenção do coco para os dois sistemas de irrigação

Constata-se, na Figura 4.18, que as curvas de custo estão de acordo com os municípios do estudo vindo do município de maior para o de menor custo, para a cultura do coco anão (segundo ano); esses valores foram gerados pelos dois sistemas de irrigação utilizados no projeto verificando-se que a cultura do coco anão por irrigação localizada é menor em qualquer município em estudo que a irrigação por aspersão.

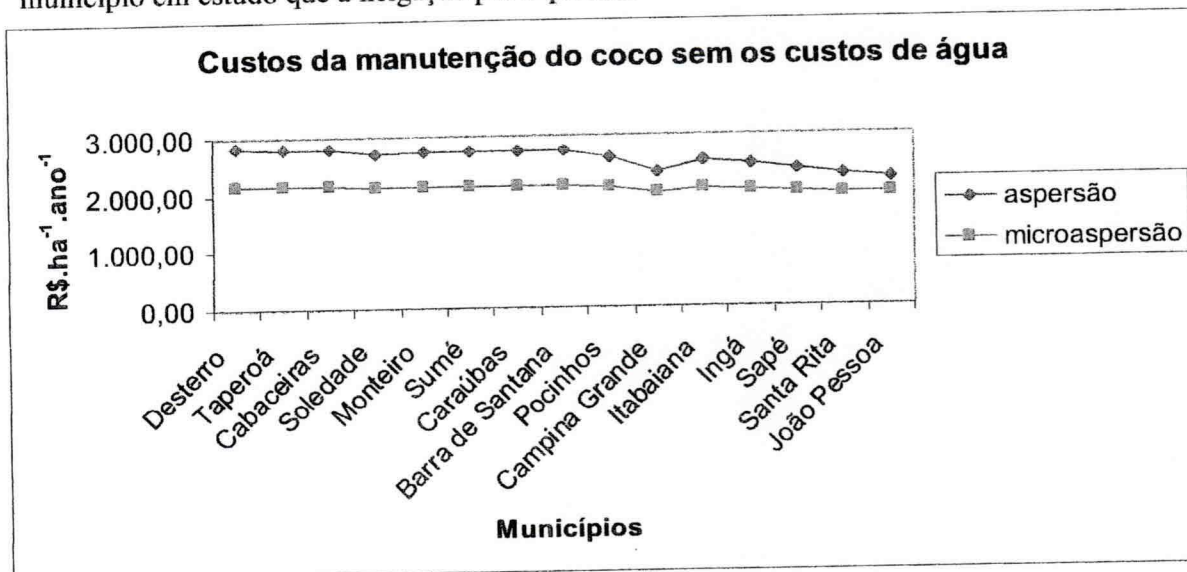


Figura 4.18. Custos de manutenção da cultura do coco para o 2º ano, somados ao custo de energia, porém sem os custos de água

De forma geral, assegura-se que a opção de irrigação e, conseqüentemente, sua eficiência de aplicação de água, podem promover grande diferença nos custos podendo inviabilizar um projeto agrícola devido à falta de competitividade de mercado devido aos elevados custos de manutenção de determinada cultura.

Confrontando os dois sistemas de irrigação utilizados para o município de Desterro (município de maior custo) para a cultura do coco na sua fase adulta, constata-se que a irrigação por aspersão obteve o valor de R\$ 2.841,21 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> enquanto a irrigação localizada por microaspersão, o valor de R\$ 2.155,83 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> gerando uma diferença de R\$ 685,38 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> que representa 24,1% de custo maior para a aspersão. Conclui-se, para o cultivo do coco anão sem consórcio, que optar pelo sistema de microaspersão é uma boa opção visto que reduz os custos de água e, em consequência de energia elétrica.

#### 4.7.4.3. Custos totais de manutenção da banana pacovã para os dois sistemas de irrigação

Tem-se na Figura 4.19, para a cultura da banana na sua fase adulta, o mesmo comportamento das outras duas culturas já discutidas, em que o sistema de irrigação por aspersão, somado aos custos de manutenção da cultura, foi mais elevado que o sistema de irrigação por microaspersão.

A cultura da banana obteve maiores custos que as culturas do coco e do mamão, devido à alta exigência de água, o que acarreta maior consumo de energia elétrica.

O sistema de microaspersão na cidade de João Pessoa (menor custo), obteve a média de R\$ 1.952,40 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> enquanto na aspersão a média obtida foi de R\$ 2.230,91 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, cuja diferença entre os dois sistemas de R\$ 278,51 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

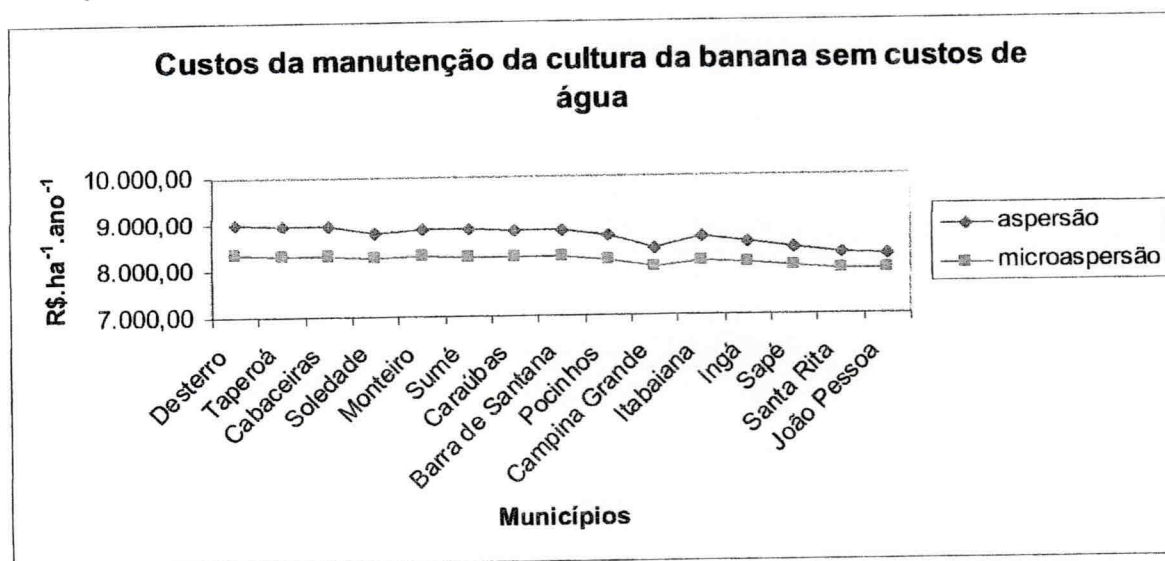


Figura 4.19. Custos de manutenção da cultura da banana para o 2<sup>o</sup>/3<sup>o</sup> anos, somados ao custo de energia, porém sem os custos de água



O município de João Pessoa carece, na irrigação localizada, de 61,9% do valor de que Desterro necessita para a cultura do coco anão e, para irrigação por aspersão essa diferença representa 74,4%, indicando a maior diferença de valor pela troca de sistema entre todas as culturas estudadas.

#### **4.8. Custo das culturas irrigadas com simulação de cobrança de água**

A Lei das Águas introduziu a cobrança pelo uso da água bruta no Brasil (BRASIL, 1997). Utilizada como instrumento de gestão, a cobrança deve arrecadar recursos para dar suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos e às ações definidas pelos planos de bacia hidrográfica; além disso, ela deve indicar, para a sociedade, que a água é um bem escasso, que possui valor, com a finalidade de que este recurso seja utilizado de forma racional e que o seu uso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável. Atualmente, é possível identificar inúmeras propostas e estudos teóricos sobre a aplicação da cobrança pelo uso da água bruta em bacias hidrográficas brasileiras; entretanto, existem poucos estudos no Brasil que avaliam a cobrança pelo uso da água bruta sobre o setor agrícola e, por outro lado, ocorre à impressão de que a agricultura não possui capacidade de absorver mais este custo em razão do baixo valor agregado dos bens produzidos por este setor. Dessa forma, visando contribuir para o debate sobre o tema, calculou-se o impacto da cobrança de água para a irrigação das culturas do mamão havaí, coco anão e banana, cultivados nos municípios que se encontram ao longo do Rio Paraíba.

##### **4.8.1. Custos totais de manutenção da cultura da banana para o II e III anos**

Encontra-se, na Tabela 4.16, a equação geral dos custos de manutenção total das culturas (CMT) em função da tarifa de água. ( $x$ ), utilizando-se dois preços para determinação (Equação 3.1); essas equações facilitam as simulações ou preço de tarifa real a ser cobrada nos municípios após determinação do valor real que será cobrado pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba.

Substituindo os valores da água na equação, verifica-se que o Município de João Pessoa obteve a diferença de custos entre as tarifas adotadas (0,005 e 0,01 R\$.m<sup>3</sup>), sendo de R\$ 31, 10 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e R\$ 53, 32 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e o município de Desterro, que possui a maior demanda de irrigação, obteve a diferença de R\$ 69,55 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e R\$ 119,23 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para a cultura da banana nos sistemas de microaspersão e aspersão, respectivamente.

Tabela 4.16. Equação do custo total de manutenção da cultura da banana (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação químico para o 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> anos, em função da tarifa de água em R\$.m<sup>3</sup>.

Municípios	Microaspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	Aspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
Desterro	CMT = 69,55x+ 8358,7	CMT = 119,23x+ 8895,5
Taperoá	CMT = 67,63x+ 8337,9	CMT = 115,93x+ 8859,8
Cabaceiras	CMT = 67,38x+ 8335,3	CMT = 115,51x+ 8855,3
Soledade	CMT = 60,55x+ 8261,5	CMT = 103,81x+ 8728,8
Monteiro	CMT = 64,15x+ 8300,3	CMT = 109,97x+ 8795,3
Sumé	CMT = 63,52x+ 8293,6	CMT = 108,90x+ 8795,3
Caraúbas	CMT = 61,90x+ 8275,7	CMT = 106,05x+ 8753,1
Barra de Santana	CMT = 62,54x+ 8282,9	CMT = 107,21x+ 8765,5
Pocinhos	CMT = 54,38x+ 8194,4	CMT = 93,15x+ 8613,7
Campina Grande	CMT = 45,28x+8032,2	CMT = 77,35x+ 8333,1
Itabaiana	CMT = 52,58x+ 8175,4	CMT = 89,15x+ 8570,4
Ingá	CMT = 47,77x+ 8123,4	CMT = 81,49x+ 8487,7
Sapé	CMT = 41,78x+ 8058,7	CMT = 70,47x+ 8368,6
Santa Rita	CMT = 34,45x+ 7979,5	CMT = 58,25x+ 8236,6
João Pessoa	CMT = 31,10x+7943,3	CMT = 53,32x+ 8183,3

Percebe-se, na Figura 4.20, que os custos de manutenção da cultura da banana se elevam em função do valor cobrado pela água; as duas curvas descritas no gráfico estão na seqüência dos municípios de maior demanda de irrigação, tanto por microaspersão quanto por aspersão, e mostram a elevação dos custos nos diferentes municípios, em função da tarifa de água.

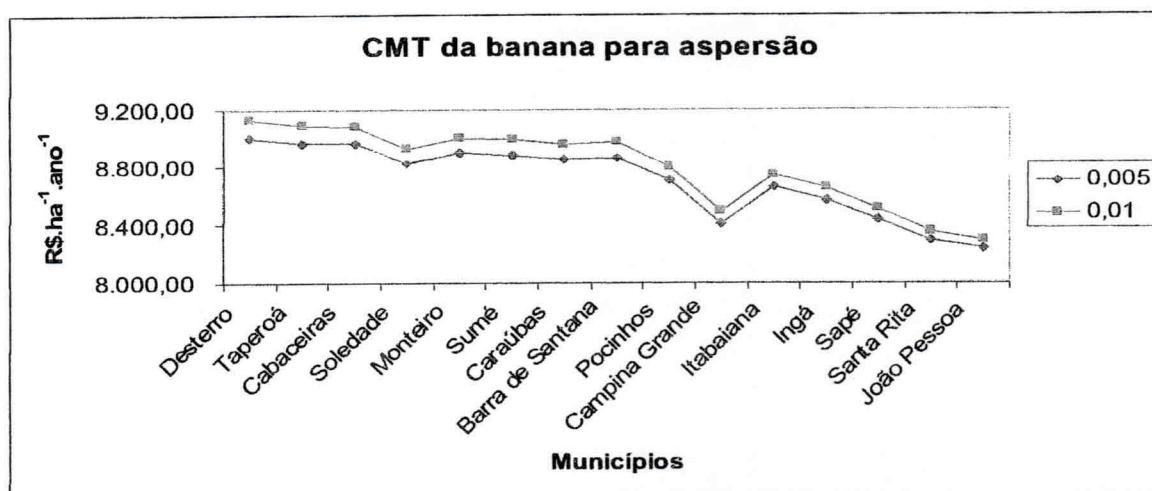


Figura 20. Custo de manutenção da cultura da banana (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para duas tarifas de água.

A cultura da banana foi a mais afetada na elevação dos preços de manutenção entre as culturas do estudo devido à inclusão da cobrança de água. Avaliando o incremento nos custos em virtude da simulação dos dois diferentes valores cobrados pela água, nota-se que o sistema de aspersão obteve a maior ascensão nos custos de manutenção em função da mudança unitária dos preços da água (Figura 4.20 e 4.21).

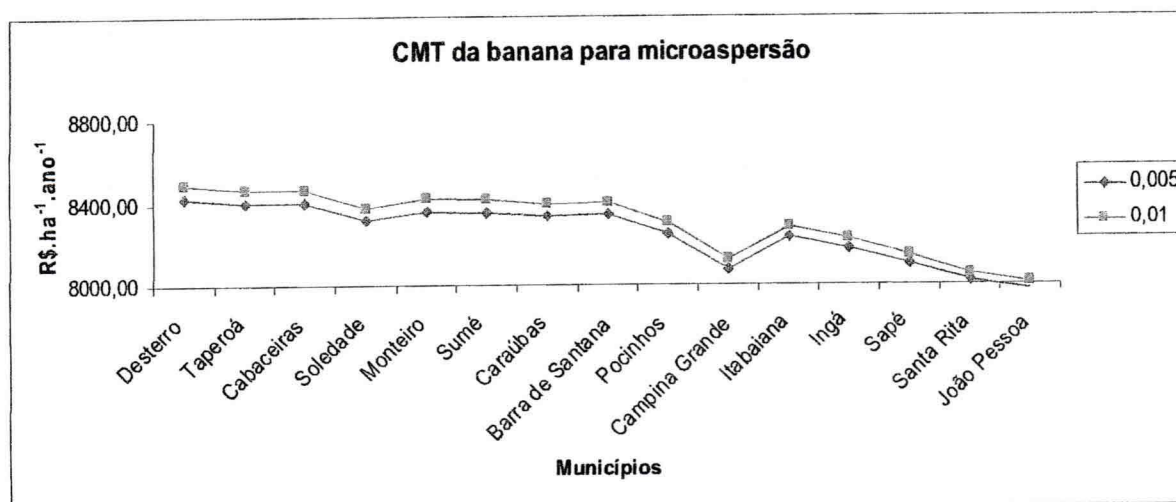


Figura 21. Custo de manutenção da cultura da banana (2º ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para duas tarifas de água.

#### 4.8.2. Custos totais de manutenção do coco anão no 2º ano da cultura

A Tabela 4.17, mostra a equação geral dos custos de manutenção da cultura do coco anão em função da tarifa de água.

Substituindo-se os valores estipulados para a cobrança de água pelo Comitê de bacia do Rio Paraíba (R\$ 0,005 e 0,01) percebe-se, para o município de João Pessoa, que a diferença entre os valores representa R\$ 38,67 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para o sistema de microaspersão e R\$ 95,16 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para aspersão, enquanto o município de Desterro obteve a diferença de R\$ 31,72 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> e R\$ 95,16 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, para a microaspersão e aspersão, respectivamente.

Tabela 4.17. Equação do custo total de manutenção da cultura do coco anão (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação química para o 2º ano, em função da tarifa de água em R\$.m<sup>3</sup>.

Municípios	Microaspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	Aspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
Desterro	CMT = 31,72x + 2.155,8	CMT = 95,16x + 2.841,2
Taperoá	CMT = 31,45x + 2.154,8	CMT = 92,00x + 2.807,1
Cabaceiras	CMT = 30,77x + 2.145,6	CMT = 92,30x + 2.810,4
Soledade	CMT = 27,45x + 2.109,7	CMT = 82,34x + 2.702,7
Monteiro	CMT = 29,03x + 2.126,8	CMT = 87,09x + 2.754,1
Sumé	CMT = 28,68x + 2.122,9	CMT = 86,03x + 2.742,5
Caraiúbas	CMT = 28,16x + 2.117,4	CMT = 84,50x + 2.726,0
Barra de Santana	CMT = 28,45x + 2.120,5	CMT = 85,34x + 2.735,1
Pocinhos	CMT = 24,40x + 2.076,7	CMT = 73,19x + 2.603,8
Campina Grande	CMT = 19,22x + 1.993,5	CMT = 58,39x + 2.361,0
Itabaiana	CMT = 22,92x + 2.060,8	CMT = 68,92x + 2.557,6
Ingá	CMT = 20,50x + 2.034,7	CMT = 62,27x + 2.485,9
Sapé	CMT = 17,46x + 2.001,8	CMT = 52,61x + 2.381,6
Santa Rita	CMT = 14,28x + 1.967,4	CMT = 43,60x + 2.284,2
João Pessoa	CMT = 12,89x + 1.952,4	CMT = 38,67x + 2.230,9

Nota-se, nas figuras 22 e 23, uma elevação nos custos de manutenção devido ao incremento da cobrança de água sendo, para a aspersão, um aumento maior nos custos e sendo a cultura do coco a menos afetada com a inclusão da cobrança de água.

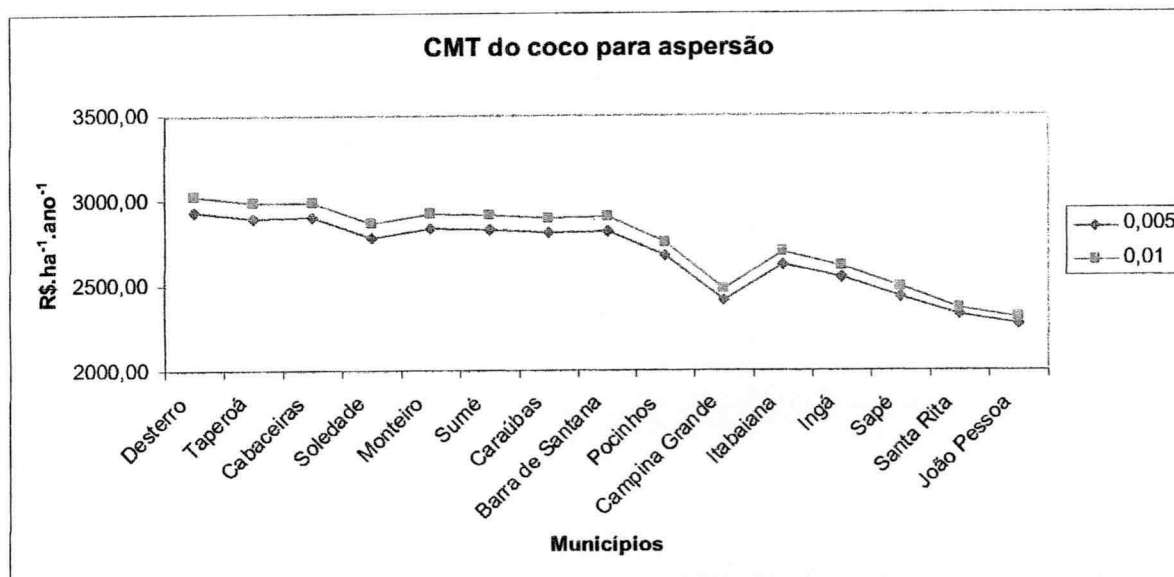


Figura 22. Custo de manutenção da cultura do coco (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para duas tarifas de água

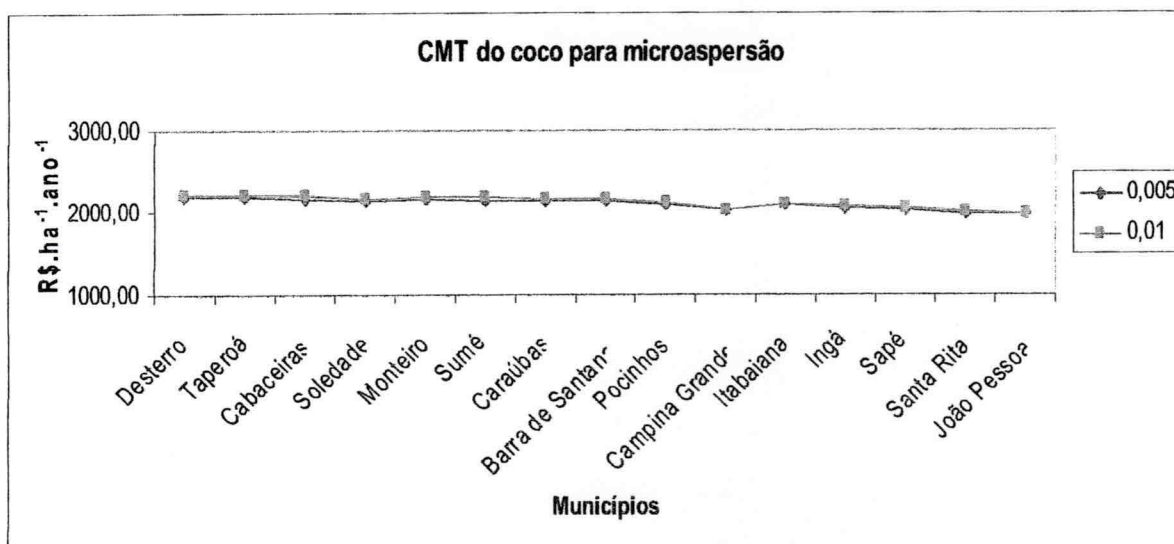


Figura 23. Custo de manutenção da cultura do coco (II ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para duas tarifas de água

#### 4.8.3. Custos totais de manutenção da cultura do mamão havaí anão para o 2º ano

A Tabela 4.18 apresenta, para cada município, a respectiva equação dos custos gerais da manutenção da cultura do mamão em função da tarifa de água adotadas nesse estudo; após a simulação dos custos de água, percebe-se que a cobrança de água eleva significativamente os

custos de manutenção, podendo comprometer a produção; para o município de João Pessoa o aumento relativo à cobrança, representa R\$ 12,89 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o sistema de microaspersão e R\$ 31,34 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para a aspersão; o município de Desterro obteve um aumento de R\$ 45,79 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para microaspersão e R\$ 83,12 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para aspersão.

Tabela 4.18. Equação do custo total de manutenção da cultura do mamão (CMT), incluindo energia para irrigação e adubação química para o 2<sup>o</sup> ano, em função da tarifa de água em R\$.m<sup>3</sup>.

Municípios	Microaspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	Aspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
Desterro	CMT = 45,72x + 5532,5	CMT = 83,12x + 5936,6
Taperoá	CMT = 44,02x + 5514,2	CMT = 80,03x + 5903,2
Cabaceiras	CMT = 44,38x + 5518,1	CMT = 80,70x + 5910,4
Soledade	CMT = 39,38x + 5464,1	CMT = 71,60x + 5812,2
Monteiro	CMT = 41,61x + 5488,1	CMT = 75,66x + 5856,0
Sumé	CMT = 41,02x + 5481,8	CMT = 74,59x + 5844,4
Caraúbas	CMT = 40,54x + 5476,7	CMT = 73,72x + 5835,0
Barra de Santana	CMT = 40,92x + 5480,7	CMT = 74,40x + 5842,4
Pocinhos	CMT = 34,76x + 5414,2	CMT = 63,21x + 5721,5
Campina Grande	CMT = 27,14x + 5293,3	CMT = 48,91x + 5497,5
Itabaiana	CMT = 32,34x + 5388,0	CMT = 58,80x + 5673,9
Ingá	CMT = 28,97x + 5351,5	CMT = 52,66x + 5607,5
Sapé	CMT = 24,37x + 5301,9	CMT = 43,69x + 5510,6
Santa Rita	CMT = 19,95x + 5254,2	CMT = 36,28x + 5430,5
João Pessoa	CMT = 17,47x + 5227,3	CMT = 31,34x + 5377,2

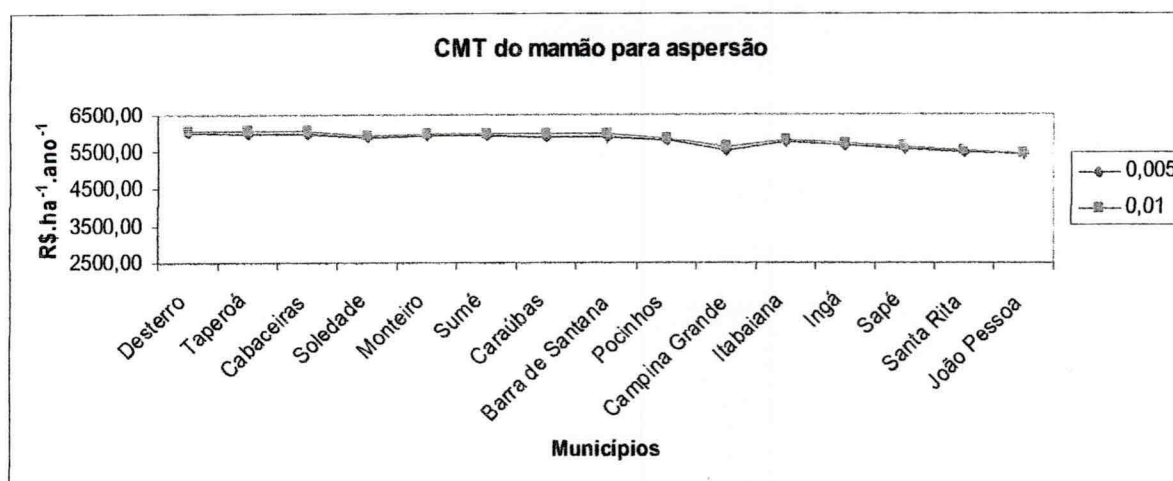


Figura 24. Custo de manutenção da cultura do mamão (II ano) para o sistema de irrigação por aspersão, com simulação para duas tarifas de água.

Observa-se, nas Figuras 24 e 25, que os custos de manutenção da cultura do mamão passam a ser elevados devido ao incremento do preço da água; as duas curvas do gráfico mostram o aumento dos custos em todos os municípios, em função da tarifa de água, nota-se que

a diferença entre os dois valores atribuídos para cobrança não chega a ser tão grande entre os dois métodos de irrigação avaliados sendo, portanto, o sistema de aspersão, o mais afetado com a inclusão dos custos com a água.

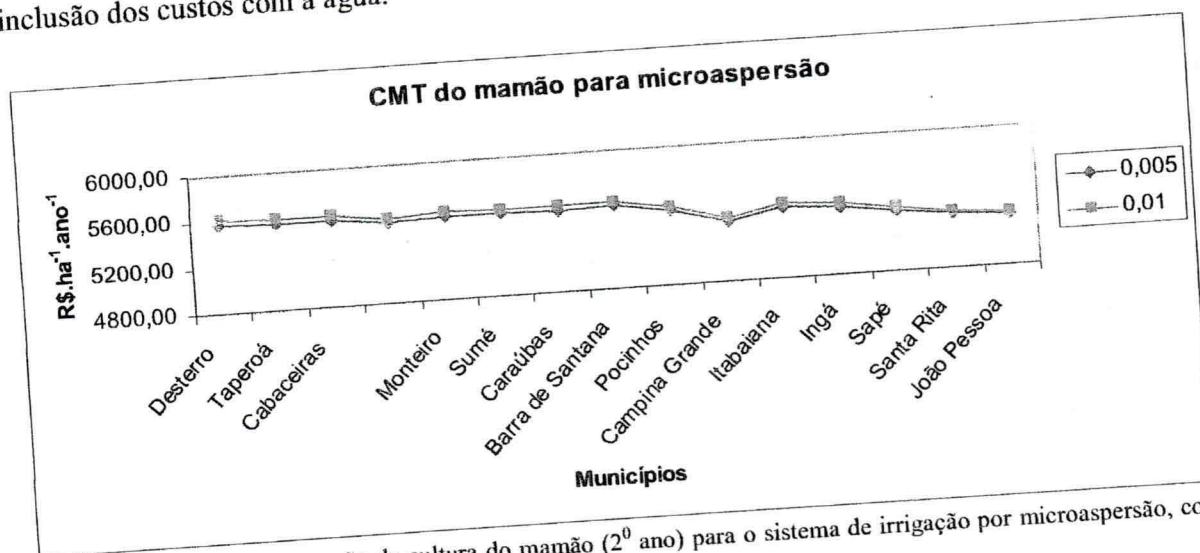


Figura 25. Custo de manutenção da cultura do mamão (2º ano) para o sistema de irrigação por microaspersão, com simulação para duas tarifas de água.

#### 4.9. Impacto econômico decorrente da cobrança de água

Valores para avaliação do impacto econômico foram avaliados em decorrência de duas tarifas de água que estão sendo cogitadas a serem cobradas na Bacia do Rio Paraíba e esses valores se acham na Tabela 4.19; comparando esses valores com o salário mínimo do final de 2007, de 380 reais (trezentos e oitenta reais), a tarifa da água bruta no valor de 0,01 para a irrigação por aspersão, chega a comprometer de 16,9 a 62,7 % do salário mínimo por hectare ano, e a irrigação por microaspersão compromete 6,8 a 36,6% do salário mínimo por hectare/ano, dependendo do local e da cultura.

Verifica-se que a cultura da banana, obteve os maiores custos nos dois sistemas de irrigação utilizados em razão da maior demanda de água; já a cultura do mamão apresentou os menores custos no sistema de aspersão; no entanto, para a microaspersão a cultura do coco mostrou os menores custos de água.

Tabela 4.19. Custo de água em R\$. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para as culturas da banana (B), coco (C) e mamão (M), para os locais do estudo, baseados em 2 tarifas de água.

Municípios	Código das culturas	Aspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>		microaspersão R\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	
		0,005	0,01	0,005	0,01
Desterro	C	95,16	190,32	31,72	63,44
	M	83,12	166,25	45,72	91,44
	B	119,23	238,47	69,55	139,11
Taperoá	C	92,00	184,00	31,45	62,89
	M	80,03	160,07	44,02	88,04
	B	115,93	231,87	67,63	135,26
Cabaceiras	C	92,30	184,61	30,77	61,54
	M	80,70	161,40	44,38	88,77
	B	115,51	231,03	67,38	134,77
Soledade	C	82,34	164,68	27,45	54,89
	M	71,60	143,21	39,38	78,77
	B	103,81	207,61	60,55	121,11
Monteiro	C	87,09	174,19	29,03	58,06
	M	75,66	151,31	41,61	83,22
	B	109,97	219,93	64,15	128,29
Sumé	C	86,03	172,05	28,68	57,35
	M	74,59	149,18	41,02	82,05
	B	108,90	217,80	63,53	127,05
Caraúbas	C	84,50	168,99	28,17	56,33
	M	73,72	147,43	40,54	81,09
	B	106,05	212,11	61,90	123,80
Barra de Santana	C	85,34	170,68	28,45	56,89
	M	74,40	148,81	40,92	81,85
	B	107,21	214,41	62,54	125,07
Pocinhos	C	73,19	146,38	24,40	48,79
	M	63,21	126,41	34,76	69,53
	B	93,15	186,31	54,38	108,77
Campina Grande	C	58,39	116,78	19,22	38,44
	M	48,91	97,81	27,14	54,28
	B	77,35	154,71	45,28	90,56
Itabaiana	C	68,92	137,83	22,92	45,84
	M	58,80	117,60	32,34	64,68
	B	89,15	178,29	52,59	105,17
Ingá	C	62,27	124,54	20,50	41,01
	M	52,66	105,32	28,96	57,93
	B	81,49	162,97	47,77	95,53
Sapé	C	52,61	105,23	17,46	34,91
	M	43,69	87,37	24,37	48,74
	B	70,47	140,93	41,78	83,56
Santa Rita	C	43,60	87,21	14,28	28,56
	M	36,28	72,55	19,95	39,91
	B	58,25	116,51	34,45	68,90
João Pessoa	C	38,67	77,34	12,89	25,78
	M	31,34	62,69	17,47	34,93
	B	53,32	106,64	31,10	62,21

UFCG-BIBLIOTECA

## 5.0. CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento da pesquisa, quando se analisou através de simulação o manejo de irrigação de 15 municípios através do planejamento agrícola irrigado para irrigação por microaspersão e aspersão convencional para as culturas do mamão, coco e banana, constatou-se que:

O município de Desterro, localizado na sub-bacia do Taperoá, apresentou a maior evapotranspiração anual e diária, combinada com as menores precipitações anuais, enquanto o município de João Pessoa, localizado no Baixo Rio Paraíba, indicou a menor média de evapotranspiração, combinado com boas médias de precipitação provável a nível de 75% de probabilidade de ocorrer; assim, o município de Desterro necessita de maior reposição de água para as plantas, o que acarreta maior custo com água e energia elétrica.

A demanda de água e energia elétrica aumenta na medida em que os municípios se afastam do litoral paraibano devido às características hidroclimáticas dos locais do estudo. A região do Baixo Rio Paraíba obteve as menores médias de demanda e a sub-bacia do Taperoá obteve as maiores médias de demanda de água e energia elétrica; desta forma, os maiores custos de água e energia elétrica ocorreram na sub-bacia do Taperoá e os menores custos, no Baixo Rio Paraíba.

Ao substituir o sistema de aspersão por microaspersão, percebe-se que a economia no custo de manutenção das culturas é significativa em relação ao sistema de irrigação por aspersão, diferença esta maior na cultura do coco, economizando R\$ 685,38 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> que, para uma área de 4,75 ha, acarretaria uma economia de R\$ 3.255,5 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A cultura do mamão em um município como Desterro, que possui custos elevados, obtém a diferença de R\$ 404,11 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> que para uma área de 5,42 ha, resulta em uma economia de R\$ 2.190,28 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e para a cultura da banana quando se troca de sistema a diferença é de R\$ 536,73 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, onde em uma área de 3,80 ha, a economia chega a representar R\$ 2.039,57 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

A cobrança de água causaria um impacto maior na cultura do coco, mesmo não sendo a cultura de maior consumo de água e energia, devido ao menor custo de manutenção da referida cultura.

Para a agricultura irrigada, a cobrança de água a ser implementada pelo Comitê de bacia do Rio Paraíba pode servir de incentivo, desde que sejam cobradas tarifas diferentes, isto é, implementar uma tarifa menor para os sistemas de irrigação mais eficientes. Acarretando assim maior economia no consumo de água e, conseqüentemente menor impacto na bacia, além de maior produção por hectare com o mesmo volume de água captado.



## 6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H.M. de. Projeto de Irrigação. Campina Grande, PB, PAPE/REECCT/UFPB, 1997, 167p.
- AESA, Agência estadual de saneamento ambiental, 2007.
- BASSOI, L.H., TEIXEIRA, A.H. de. Consumo de água e o coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4p.
- BASTOS, E.A. Distribuição de frequência da evapotranspiração potencial de Teresina-PI através do modelo de Gumbel. Engenharia Agrícola. Campinas-SP.v.14. p 99-104. 1994.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 611p.
- BERLATO, M.A.; MOLION, L.C.B. Evaporação e evapotranspiração. Porto Alegre, IPAGRO, 1981, 95p. (IPAGRO. Boletim técnico, 7).
- BNB - Banco do Nordeste do Brasil S.A, Planilha eletrônica Planilha de Investimento Rural, Fortaleza, CE, versão Julho 2005.
- BONOMO, R. Análise de irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais. 1999. 224p. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1999.
- BRASIL (1997). Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: Instituiu a Política Nacional e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF.
- CARDOSO, M. L. M. Desafios e Potencialidades dos Comitês de Bacias, 2003.
- CIRINO, C.G; GUERRA, H.O.C. Utilização das relações energia/umidade na caracterização físico-hídrica dos solos. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. v. 29. n. 12. p. 1973-1978. dez. 1994.
- CHRISTOFIDIS, D. Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil. Brasília: CDS – UnB, 2002.
- COSTA, M.B. Avaliação da Irrigação por pivô central na cultura do café (*Coffea canephora* L.) e na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no município de Pinheiros – ES. 2006. 82p. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2006.
- CUENCA, R.H. Irrigation system design: An engineering approach. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989. 552p.
- DOOREMBOS, J; PRUITT, W.O. Crop water requirements Irrigation and drainage. Paper 24. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome, 1977. 144p.

- DOOREMBOS, J; KASSAM, A .H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campinas Grande: UFPB. 1994. 360p. (Estudo FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- ESPERANCINI. M. S. T et al., Análise da eficiência da cobrança de água como instrumento de controle ambiental em algumas culturas irrigadas no estado de São Paulo, 2002.
- EMBRAPA, Recomendações técnicas para o cultivo da banana em Rondônia, 2003. Disponível no site: <http://www.cpafrro.embrapa.br/sisprod/banana/index.htm>. Acesso em março de 2007.
- EMBRAPA, Circular técnica. Manejo da irrigação do coqueiro anão, 2006.
- EMBRAPA, Circular técnica. Manejo da irrigação , 1974.
- FAO-Food and Agriculture Organization on the United Nations. 2003 - Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=13987](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=13987) - Consultado em 03-2007.
- FARIAS, S.A.R. Avaliação de custos de água e energia elétrica para frutíferas irrigadas no nordeste brasileiro. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande, PB. 2006.
- FREITAS, E.D. de. Notas de Aula- ACA 0429 – Agrometeorologia. São Paulo, SP, Ed. IAG-USP, 2005. 153p.
- FIERTZ. C. R, Estimativa da evapotranspiração de referência diária para a região de dourados, MS, pelos métodos Hargreaves-Samani e Camargo. XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006.
- FERNANDEZ, C.J; GARRIDO, R.J. Economia dos recursos hídricos. 1ª edição. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA. 458p 2002.
- FGV. Revista de Economia Agrícola da FGV - AGROANALYSIS. Vol. 18, nº 3. 1998. 80p.
- FRIZZONE, J.A. Irrigação por aspersão: Uniformidade e eficiência. Piracicaba: ESALQ/USP, 1992. 53p.
- GARRIDO, R.J. Bases Conceituais - considerações sobre a formação de preços para a cobrança pelo uso da água no Brasil. In: THAME, A. C. de M. et al.A Cobrança pelo Uso da Água. São Paulo, SP, IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração Ltda, 2000 256p.
- GONZAGA NETO, L. Produtividade e competitividade dependem do aumento de hectares irrigados. Revista dos Agrônomos, São Paulo, v.3, n.1, p.14-20, 2000
- GOMES, H.P. Engenharia de irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 3ª edição. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande-PB. 412p 1999.
- GUERRA, H.O.C. Física dos solos. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande/2000.

- HARGREAVES, G.H. Monthly Precipitation Probabilities for Northeast Brazil, Utah State University-E.U.A., Dept. of Agriculture and Irrigation Engineering (CUSUSWASH), 1973. 423p.
- HARGREAVES, G.H. Potential Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil, Utah State University-E.U.A., Dept. of Agriculture and Irrigation Engineering (CUSUSWASH), 1974a. 55p.
- HARGREAVES, G.H. Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil, Utah State University-E.U.A., EMBRAPA, 1974b. 123p.
- HARGREAVES, G.H. & SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering Agriculture, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- HERNANDEZ, F.B.T. Potencialidades da fertirrigação. In: Simpósio Brasileiro sobre Fertilizantes Fluidos, ESALQ-USP, Piracicaba, 1993. p. 199-210.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário de 2006.
- KELLER, J. Sprinkler Irrigation. Logan: Utah State University, 1984. 621p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acessado em 03/2007
- Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux - IRHO. Coconut - water supply and drought tolerance. Oleagineux, v.47, n.6, p.334-337. 1992.
- IPA- Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª Aproximação), por Cavalcanti, J. de A. Recife, PE, IPA, 1998, 198p
- LANNA, A. E. L., Estudo de tarifação pelo uso da água no Estado da Paraíba, Relatório Parcial. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais, João Pessoa, 2001. 121p.
- LEME, E.J.A. Otimização da irrigação da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) via coeficientes de cultura, função de produção e programação dinâmica. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2006.
- LIMA, J.E.F.W; FERREIRA, F.S.A; CHRISTOFIDIS, D. O estado das águas no Brasil/Organização Marcos Aurélio de Freitas. ANEEL, SIH; MMA. SRH; MME/Brasília – DF. Parte 3.p. 73-82. O uso da irrigação no Brasil. 1999.
- LIMA, J.E.F.W.; FERREIRA, R.S.A. & CHRISTOFSDIS, D. O uso da irrigação no Brasil, Campanha da Fraternidade, 2004, obtido pelo endereço. <http://www.cf.org.br/cf2004/irrigação.doc>
- LIMA, C.A de; MEIRELLES, M.L. Irrigação da bananeira. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.133, p.61-64, 1986.

MARTINS NETO, D. Evapotranspiração real da acerola (*Malpighia glabra L.*) durante o primeiro ano de implantação, nas condições climáticas de Fortaleza-CE. 1997. 48f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MARQUES, P.A.A. Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas, Piracicaba, SP, Ed. ESALQ/USP, 2005, 142p. (Tese de doutorado)

MERRIAN, J.L.; SHEARER, M.N; BURT, C.M. Evaluating irrigation systems and practices. In: JENSEN, M.E. Design and operation of farm irrigation systems. St Joseph. ASAE, 1983. p 721-762. (Monograph, 3).

MIRANDA, F. R.; MONTENEGRO, A. A. T.; LIMA, R. N.; ROSSETI, A. G.; FREITAS, J. A. D. Distribuição do sistema radicular de plantas jovens de coqueiro-anão sob diferentes freqüências de irrigação. Revista Ciência Agronômica, v.35, n.2, p.309-318, 2004.

MONTENEGRO, A. A. T. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do mamoeiro obtidos através do método do balanço hídrico para a região litorânea do Ceará. 2002. 76f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NORONHA, J.F., Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos. In. EMBRAPA, Planejamento da propriedade agrícola-modelos de decisão, Brasília, DF, 1984.

PEREIRA, J.S., LANNA, A.E. & CÁPENA, E.M. Desenvolvimento de um sistema de apoio à cobrança pelo uso da água: aplicação à bacia do rio dos Sinos, RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.4, n.1. 1999.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London, A, 193: 120-146, 1948.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental 110, Piracicaba, 1997.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990. 181p.

ROCHA, O.C. Performance de modelos de estimativa de evapotranspiração para o feijão irrigado no serrado. 90p. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE. 2000.

SALES, J.C. Avaliação de coeficientes de uniformidade de distribuição e perdas de água por aspersão convencional. 68p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande – PB. 2000.

SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2005.

SILVA, D.D; RAMOS, M.M; MARTINEZ, M.A; DENÍCULI, W. Uniformidade de distribuição de água em sistemas de aspersão, com utilização de aspersor fixo com placa defletora auxiliar. Engenharia Agrícola, v.5, n.4, p.281-292, 1997.

- SILVA, E. R da, O curso da água na história: simbologia, moralidade, e gestão de recursos hídricos. 1998. 165p (Tese de Doutorado em saúde pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1998.
- SOUZA, S.L. Estudo da evapotranspiração em cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*). 73 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande – PB.1983
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geograph. Ver.; Washington, 38; 55-94, 1948.
- VAREJAO-SILVA, M.A. Criterios climatológicos para a delimitação do Semi-Árido no Estado da Paraíba.- (versão preliminar), Campina Grande, PB, UFPB, 1981. 21p.
- ZOCOLER, J.L; FRIZZONE, J.A; VANZELA, L.S. Eficiência e adequabilidade da irrigação de um equipamento do tipo pivô central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30. 2001. Foz de Iguaçu. Irrigação: trabalhos. Foz de Iguaçu: CBIA, 2001. 1 CD-ROM.

## 7.0 APÊNDICE

Planilhas de cálculos de necessidade de irrigação localizada, dados básicos, concepção, manejo de irrigação e a análise técnico econômica para os 15 municípios do estado da Paraíba, para os dois sistemas de irrigação, sendo, microaspersão e aspersão projetados para as culturas do coco, banana e mamão.

Foi escolhido um município para representar cada região do Rio Paraíba no apêndice, isto é, foi colocado apenas uma cidade com os cálculos das três culturas do estudo para cada região do Rio Paraíba, devido aos cálculos serem bem semelhantes.

## Aspersão para banana em João Pessoa

dos do projeto

## Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:		Banana Pacovã 4 x 2 x 2m	
Distância entre aspersores (Ea)	12,00	m	
Distância entre laterais (EL)	18,00	m	
Área X EL	216,00	m <sup>2</sup>	
Vazão do aspersor	2,75	m <sup>3</sup> /h	
	1,00		
	1,00		
	75,00	%	
Velocidade méd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h	
	3,80	ha	
Consumo de energia:	5,52	Kw/h	
Tempo de trabalho (T.O.):	3,00	Unid. Oper.	
Tempo Sem Trab. :	6,00	dias	
Tempo de rega:	7,00	dias	
Coeficiente de Lixiviação:	-	%	
Tipo de Irrigação:	Aspersão convencional		

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	6,70	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	7,82	mm/dia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	78,17	m <sup>3</sup> /hadia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	104,22	m <sup>3</sup> /ha dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	22,00	m <sup>3</sup> /h
Precipitação do aspersor baseado na vazão	12,16	mm/hora
Número total de aspersores área(Nmtot)=	175,93	aspersores
Número de aspersores por Unidade	8,38	aspersores/UO
Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,63	m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	1,45	Kw.ha-1

## Quadro de necessidade de irrigação

	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
	4,9	151,90	1,00	151,90	31	120,90	1,00	120,90	120,90	1.209,00	4,90
	4,8	134,40	1,00	134,40	39	95,40	1,00	95,40	95,40	954,00	4,80
	4,5	139,50	1,00	139,50	90	49,50	1,00	49,50	49,50	495,00	4,50
	3,9	117,00	1,00	117,00	138		1,00	-	-	-	3,90
	3,1	96,10	1,00	96,10	182		1,00	-	-	-	3,10
	2,8	84,00	1,00	84,00	177		1,00	-	-	-	2,80
	2,9	89,90	1,00	89,90	149		1,00	-	-	-	2,90
	3,4	105,40	1,00	105,40	80	25,40	1,00	25,40	25,40	254,00	3,40
	4,1	123,00	1,00	123,00	31	92,00	1,00	92,00	92,00	920,00	4,10
	4,7	145,70	1,00	145,70	6	139,70	1,00	139,70	139,70	1.397,00	4,70
	4,9	147,00	1,00	147,00	10	137,00	1,00	137,00	137,00	1.370,00	4,90
	4,9	151,90	1,00	151,90	12	139,90	1,00	139,90	139,90	1.399,00	4,90
	4,08	1.485,80	1,00	1.485,80	945,00	799,80	1,00	799,80	799,80	7.998,00	4,08

## Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
40,02	53,36	8,64	11,52	4,19	12,57	1.612,00	6.125,60	278,44	1.536,97	330,89
39,20	52,27	8,47	11,29	4,11	12,32	1.272,00	4.833,60	219,71	1.212,79	261,10
36,75	49,00	7,94	10,58	3,85	11,55	660,00	2.508,00	114,00	629,28	135,48
31,85	42,47	6,88	9,17	3,34	10,01	-	-	-	-	-
25,32	33,76	5,47	7,29	2,65	7,95	-	-	-	-	-
22,87	30,49	4,94	6,59	2,39	7,18	-	-	-	-	-
23,68	31,58	5,12	6,82	2,48	7,44	-	-	-	-	-
27,77	37,02	6,00	8,00	2,91	8,72	338,67	1.286,93	58,50	322,90	69,52
33,48	44,64	7,23	9,64	3,51	10,52	1.226,67	4.601,33	211,80	1.160,27	251,80
38,38	51,18	8,29	11,05	4,02	12,06	1.862,67	7.075,13	321,75	1.775,97	382,45
40,02	53,36	8,64	11,52	4,19	12,57	1.826,67	6.941,33	315,52	1.741,64	374,96
40,02	53,36	8,64	11,52	4,19	12,57	1.865,33	7.088,27	322,19	1.778,51	382,90
33,28	44,37	7,19	9,58	3,49	10,40	10.664,00	40.523,20	1.841,96	10.167,64	2.188,99
						10.664,00			2.675,69	576,05
						m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Aspersão para coco em João Pessoa

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

<b>CULTURA:</b>	Coco anão 8 x 8 m	
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m
Ea X EL :	216,00	m <sup>2</sup>
Vazão do aspersor	2,20	m <sup>3</sup> /h
Kc=	0,80	
Ks/C=	1,00	
Ef:	75,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	4,75	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	3,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	7,00	dias

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	5,36	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	6,25	mm/dia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	62,53	m <sup>3</sup> /hadia
Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	83,38	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	22,00	m <sup>3</sup> /h
Precipitação do aspersor baseado na vazão	9,73	mm/hora
Número total de aspersores área(Nmtot)=	219,91	aspersores
Número de aspersores por Unidade	10,47	aspersores/UO
Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,10	m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	RS/kW
Relação de Energia por hectare	1,16	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	4,9	151,90	0,80	121,52	31	90,52	1,00	90,52	90,52	905,20	3,92
FEV	4,8	134,40	0,80	107,52	39	68,52	1,00	68,52	68,52	685,20	3,84
MAR	4,5	139,50	0,80	111,60	90	21,60	1,00	21,60	21,60	216,00	3,60
ABR	3,9	117,00	0,80	93,60	138		1,00	-	-	-	3,12
MAI	3,1	96,10	0,80	76,88	182		1,00	-	-	-	2,48
JUN	2,8	84,00	0,80	67,20	177		1,00	-	-	-	2,24
JUL	2,9	89,90	0,80	71,92	149		1,00	-	-	-	2,32
AGO	3,4	105,40	0,80	84,32	80	4,32	1,00	4,32	4,32	43,20	2,72
SET	4,1	123,00	0,80	98,40	31	67,40	1,00	67,40	67,40	674,00	3,28
OUT	4,7	145,70	0,80	116,56	6	110,56	1,00	110,56	110,56	1.105,60	3,76
NOV	4,9	147,00	0,80	117,60	10	107,60	1,00	107,60	107,60	1.076,00	3,92
DEZ	4,9	151,90	0,80	121,52	12	109,52	1,00	109,52	109,52	1.095,20	3,92
ANO	4,08	1.485,80	0,80	1.188,64	945,00	580,04	1,00	580,04	580,04	5.800,40	3,26

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	32,01	42,68	6,91	9,22	4,19	12,57	1.206,93	5.732,93	260,59	1.438,45	309,68
FEV	31,36	41,81	6,77	9,03	4,11	12,32	913,60	4.339,60	197,25	1.088,85	234,42
MAR	29,40	39,20	6,35	8,47	3,85	11,55	288,00	1.368,00	62,18	343,24	73,90
ABR	25,48	33,97	5,50	7,34	3,34	10,01	-	-	-	-	-
MAI	20,25	27,00	4,37	5,83	2,65	7,95	-	-	-	-	-
JUN	18,29	24,39	3,95	5,27	2,39	7,18	-	-	-	-	-
JUL	18,95	25,26	4,09	5,46	2,48	7,44	-	-	-	-	-
AGO	22,21	29,62	4,80	6,40	2,91	8,72	57,60	273,60	12,44	68,65	14,78
SET	26,79	35,72	5,79	7,71	3,51	10,52	898,67	4.268,67	194,03	1.071,05	230,59
OUT	30,71	40,94	6,63	8,84	4,02	12,06	1.474,13	7.002,13	318,28	1.756,90	378,24
NOV	32,01	42,68	6,91	9,22	4,19	12,57	1.434,67	6.814,67	309,76	1.709,86	368,12
DEZ	32,01	42,68	6,91	9,22	4,19	12,57	1.460,27	6.936,27	315,28	1.740,37	374,68
ANO	26,62	35,50	5,75	7,67	3,49	10,46	7.733,87	36.735,87	1.669,81	9.217,36	1.984,41
							7.733,87			1.940,50	417,77
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	RS/ha x ano



## Aspersão para mamão em João Pessoa

### Dados do projeto

CULTURA:	Mamão 4 x 2 x 2m	
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m
Ea X EL	216,00	m <sup>2</sup>
Vazão do aspersor	2,75	m <sup>3</sup> /h
Kc=	0,70	
Ks/C=	1,00	
Ef:	75,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	5,42	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	3,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	7,00	dias
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação:	Aspersão convencional	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	54,72	m <sup>3</sup> /hadia
Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	72,96	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,97	m <sup>3</sup> /h
Precipitação do aspersor baseado na vazão	8,52	mm/hora
Número total de aspersores área(Nmtot)=	250,93	aspersores
Número de aspersores por Unidade	11,95	aspersores/UO
Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	1,84	m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	1,02	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	4,9	151,90	0,70	106,33	31	75,33	1,00	75,33	75,33	753,30	3,43
FEV	4,8	134,40	0,70	94,08	39	55,08	1,00	55,08	55,08	550,80	3,36
MAR	4,5	139,50	0,70	97,65	90	7,65	1,00	7,65	7,65	76,50	3,15
ABR	3,9	117,00	0,70	81,90	138		1,00	-	-	-	2,73
MAI	3,1	96,10	0,70	67,27	182		1,00	-	-	-	2,17
JUN	2,8	84,00	0,70	58,80	177		1,00	-	-	-	1,96
JUL	2,9	89,90	0,70	62,93	149		1,00	-	-	-	2,03
AGO	3,4	105,40	0,70	73,78	80	(6,22)	1,00	(6,22)	(6,22)	(62,20)	2,38
SET	4,1	123,00	0,70	86,10	31	55,10	1,00	55,10	55,10	551,00	2,87
OUT	4,7	145,70	0,70	101,99	6	95,99	1,00	95,99	95,99	959,90	3,29
NOV	4,9	147,00	0,70	102,90	10	92,90	1,00	92,90	92,90	929,00	3,43
DEZ	4,9	151,90	0,70	106,33	12	94,33	1,00	94,33	94,33	943,30	3,43
ANO	4,08	1.485,80	0,70	1.040,06	945,00	470,16	1,00	470,16	470,16	4.701,60	2,85

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/Mês
JAN	28,01	37,35	6,05	8,07	2,93	8,80	1.004,40	5.443,85	247,45	1.365,91	294,07
FEV	27,44	36,59	5,93	7,90	2,87	8,62	734,40	3.980,45	180,93	998,73	215,02
MAR	25,73	34,30	5,56	7,41	2,69	8,08	102,00	552,84	25,13	138,71	29,86
ABR	22,30	29,73	4,82	6,42	2,33	7,00	-	-	-	-	-
MAI	17,72	23,63	3,83	5,10	1,86	5,57	-	-	-	-	-
JUN	16,01	21,34	3,46	4,61	1,68	5,03	-	-	-	-	-
JUL	16,58	22,10	3,58	4,77	1,74	5,21	-	-	-	-	-
AGO	19,44	25,92	4,20	5,60	2,04	6,11	(82,93)	(449,50)	(20,43)	(112,78)	(24,28)
SET	23,44	31,25	5,06	6,75	2,45	7,36	734,67	3.981,89	181,00	999,09	215,09
OUT	26,87	35,82	5,80	7,74	2,81	8,44	1.279,87	6.936,88	315,31	1.740,53	374,72
NOV	28,01	37,35	6,05	8,07	2,93	8,80	1.238,67	6.713,57	305,16	1.684,50	362,66
DEZ	28,01	37,35	6,05	8,07	2,93	8,80	1.257,73	6.816,91	309,86	1.710,43	368,24
ANO	23,30	31,06	5,03	6,71	2,44	7,32	6.268,80	33.976,90	1.544,40	8.525,11	1.835,37
							6.268,80			1.572,90	338,63
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

Aspersão para banana em Barra de Santana

Dados do projeto

Memória de cálculo para tomada de decisão

			Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	6,70	mm/dia
			Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	7,82	mm/dia
CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2m		Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	78,17	m3/hadia
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m	Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	104,22	m3/ha.dia
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Ea X EL :	216,00	m2	Vazão adequada para o tempo	22,00	m3/h
Vazão do aspersor	2,75	m3/h	Precipitação do aspersor baseado na vazão	12,16	mm/hora
Kc=	1,00		Número total de aspersores área(Nmtot)=	175,93	aspersores
Ks=	1,00		Número de aspersores por Unidade	8,38	aspersores/UO
Ef:	75,00	%	Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,63	m3/h
Qméd:	22,00	m3/h	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
At:	3,80	ha	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Cons.de energia:	5,52	Kwh	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
NUO:	3,00	Unid.Oper.	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Jom.Sem Trab. :	6,00	dias	Pmotor=	7,45	cv
Turno de rega. :	7,00	dias	Pcomercial=	7,50	cv
Nec.de Lixiv.:	-	%	Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Sist. de Irrigação:	Aspersão convencional		Relação de Energia por hectare	1,45	Kw.ha-1

Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	1,00	179,80	0	179,80	1,00	179,80	179,80	1.798,00	5,80
FEV	5,6	156,80	1,00	156,80	0	156,80	1,00	156,80	156,80	1.568,00	5,60
MAR	5,2	161,20	1,00	161,20	2	159,20	1,00	159,20	159,20	1.592,00	5,20
ABR	4,2	126,00	1,00	126,00	9	117,00	1,00	117,00	117,00	1.170,00	4,20
MAI	3,1	96,10	1,00	96,10	6	90,10	1,00	90,10	90,10	901,00	3,10
JUN	2,8	84,00	1,00	84,00	11	73,00	1,00	73,00	73,00	730,00	2,80
JUL	2,8	86,80	1,00	86,80	4	82,80	1,00	82,80	82,80	828,00	2,80
AGO	3,4	105,40	1,00	105,40	0	105,40	1,00	105,40	105,40	1.054,00	3,40
SET	4,3	129,00	1,00	129,00	0	129,00	1,00	129,00	129,00	1.290,00	4,30
OUT	5,3	164,30	1,00	164,30	0	164,30	1,00	164,30	164,30	1.643,00	5,30
NOV	5,8	174,00	1,00	174,00	0	174,00	1,00	174,00	174,00	1.740,00	5,80
DEZ	5,7	176,70	1,00	176,70	0	176,70	1,00	176,70	176,70	1.767,00	5,70
ANO	4,50	1.640,10	1,00	1.640,10	32,90	1.608,10	1,00	1.608,10	1.608,10	16.081,00	4,50

Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/Mês
JAN	47,37	63,16	10,23	13,64	4,96	14,88	2.397,33	9.109,87	414,08	2.285,75	492,10
FEV	45,73	60,98	9,88	13,17	4,79	14,37	2.090,67	7.944,53	361,12	1.993,36	429,15
MAR	42,47	56,62	9,17	12,23	4,45	13,34	2.122,67	8.066,13	366,64	2.023,87	435,72
ABR	34,30	45,73	7,41	9,88	3,59	10,78	1.560,00	5.928,00	269,45	1.487,39	320,22
MAI	25,32	33,76	5,47	7,29	2,65	7,95	1.201,33	4.565,07	207,50	1.145,42	246,60
JUN	22,87	30,49	4,94	6,59	2,39	7,18	973,33	3.698,67	168,12	928,03	199,80
JUL	22,87	30,49	4,94	6,59	2,39	7,18	1.104,00	4.195,20	190,69	1.052,61	226,62
AGO	27,77	37,02	6,00	8,00	2,91	8,72	1.405,33	5.340,27	242,74	1.339,92	288,47
SET	35,12	46,82	7,59	10,11	3,68	11,03	1.720,00	6.536,00	297,09	1.639,94	353,06
OUT	43,28	57,71	9,35	12,47	4,53	13,60	2.190,67	8.324,53	378,39	2.088,70	449,68
NOV	47,37	63,16	10,23	13,64	4,96	14,88	2.320,00	8.816,00	400,73	2.212,01	476,22
DEZ	46,55	62,07	10,05	13,41	4,88	14,63	2.356,00	8.952,80	406,95	2.246,34	483,61
ANO	36,75	49,00	7,94	10,58	3,85	11,55	21.441,33	81.477,07	3.703,50	20.443,34	4.401,25
							21.441,33			5.379,83	1.158,22
							m3/haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Aspersão para coco em Barra de Santana

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:	Coco anão 8 x 8 m	
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m
Ea X EL :	216,00	m <sup>2</sup>
Vazão do aspersor	2,20	m <sup>3</sup> /h
Kc=	0,80	
Ks/C=	1,00	
Ef: :	75,00	%
Qméd.: :	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	4,75	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	3,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	7,00	dias

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	5,36	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	6,25	mm/dia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	62,53	m <sup>3</sup> /hadia
Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	83,38	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	22,00	m <sup>3</sup> /h
Precipitação do aspersor baseado na vazão	9,73	mm/hora
Número total de aspersores área(Nmtot)=	219,91	aspersores
Número de aspersores por Unidade	10,47	aspersores/UO
Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,10	m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
Relação de Energia por hectare	1,16	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	0,80	143,84	0	143,84	1,00	143,84	143,84	1.438,40	4,64
FEV	5,6	156,80	0,80	125,44	0	125,44	1,00	125,44	125,44	1.254,40	4,48
MAR	5,2	161,20	0,80	128,96	2	126,96	1,00	126,96	126,96	1.269,60	4,16
ABR	4,2	126,00	0,80	100,80	9	91,80	1,00	91,80	91,80	918,00	3,36
MAI	3,1	96,10	0,80	76,88	6	70,88	1,00	70,88	70,88	708,80	2,48
JUN	2,8	84,00	0,80	67,20	11	56,20	1,00	56,20	56,20	562,00	2,24
JUL	2,8	86,80	0,80	69,44	4	65,44	1,00	65,44	65,44	654,40	2,24
AGO	3,4	105,40	0,80	84,32	0	84,32	1,00	84,32	84,32	843,20	2,72
SET	4,3	129,00	0,80	103,20	0	103,20	1,00	103,20	103,20	1.032,00	3,44
OUT	5,3	164,30	0,80	131,44	0	131,44	1,00	131,44	131,44	1.314,40	4,24
NOV	5,8	174,00	0,80	139,20	0	139,20	1,00	139,20	139,20	1.392,00	4,64
DEZ	5,7	176,70	0,80	141,36	0	141,36	1,00	141,36	141,36	1.413,60	4,56
ANO	4,50	1.640,10	0,80	1.312,08	32,00	1.280,08	1,00	1.280,08	1.280,08	12.800,80	3,60

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/Mês
JAN	37,89	50,52	8,18	10,91	4,96	14,88	1.917,87	9.109,87	414,08	2.285,75	492,10
FEV	36,59	48,78	7,90	10,54	4,79	14,37	1.672,53	7.944,53	361,12	1.993,36	429,15
MAR	33,97	45,30	7,34	9,78	4,45	13,34	1.692,80	8.040,80	365,49	2.017,51	434,35
ABR	27,44	36,59	5,93	7,90	3,59	10,78	1.224,00	5.814,00	264,27	1.458,79	314,06
MAI	20,25	27,00	4,37	5,83	2,65	7,95	945,07	4.489,07	204,05	1.126,35	242,49
JUN	18,29	24,39	3,95	5,27	2,39	7,18	749,33	3.559,33	161,79	893,07	192,27
JUL	18,29	24,39	3,95	5,27	2,39	7,18	872,53	4.144,53	188,39	1.039,90	223,88
AGO	22,21	29,62	4,80	6,40	2,91	8,72	1.124,27	5.340,27	242,74	1.339,92	288,47
SET	28,09	37,46	6,07	8,09	3,68	11,03	1.376,00	6.536,00	297,09	1.639,94	353,06
OUT	34,63	46,17	7,48	9,97	4,53	13,60	1.752,53	8.324,53	378,39	2.088,70	449,68
NOV	37,89	50,52	8,18	10,91	4,96	14,88	1.856,00	8.816,00	400,73	2.212,01	476,22
DEZ	37,24	49,65	8,04	10,73	4,88	14,63	1.884,80	8.952,80	406,95	2.246,34	483,61
ANO	29,40	39,20	6,35	8,47	3,85	11,55	17.067,73	81.071,73	3.685,08	20.341,63	4.379,35
							17.067,73			4.282,45	921,97

## Aspersão para mamão em Barra de Santana

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA: Mamão 4 x 2 x 2m			Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	54,72	m3/hadia
Ea X EL	216,00	m2	Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	72,96	m3/ha.dia
Vazão do aspersor	2,75	m3/h	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=	0,70		Vazão adequada para o tempo	21,97	m3/h
Ks/C=	1,00		Precipitação do aspersor baseado na vazão	8,52	mm/hora
Ef:	75,00	%	Número total de aspersores área(Nmtot)=	250,93	aspersores
Qméd.:	22,00	m3/h	Número de aspersores por Unidade	11,95	aspersores/UO
At:	5,42	ha	Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	1,84	m3/h
Cons.de energia:	5,52	Kw/h	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:	3,00	Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jom.Sem. Trab. :	6,00	dias	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:	7,00	dias	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Nec.de Lixiv.:	-	%	Pmotor=	7,45	cv
Sist.de Irrigação: Aspersão convencional			Pcomercial=	7,50	cv
			Tarifa rural trifásica no município	0,21529	RS/kW
			Relação de Energia por hectare	1,02	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	0,70	125,86	0	125,86	1,00	125,86	125,86	1.258,60	4,06
FEV	5,6	156,80	0,70	109,76	0	109,76	1,00	109,76	109,76	1.097,60	3,92
MAR	5,2	161,20	0,70	112,84	2	110,84	1,00	110,84	110,84	1.108,40	3,64
ABR	4,2	126,00	0,70	88,20	9	79,20	1,00	79,20	79,20	792,00	2,94
MAI	3,1	96,10	0,70	67,27	6	61,27	1,00	61,27	61,27	612,70	2,17
JUN	2,8	84,00	0,70	58,80	11	47,80	1,00	47,80	47,80	478,00	1,96
JUL	2,8	86,80	0,70	60,76	4	56,76	1,00	56,76	56,76	567,60	1,96
AGO	3,4	105,40	0,70	73,78	0	73,78	1,00	73,78	73,78	737,80	2,38
SET	4,3	129,00	0,70	90,30	0	90,30	1,00	90,30	90,30	903,00	3,01
OUT	5,3	164,30	0,70	115,01	0	115,01	1,00	115,01	115,01	1.150,10	3,71
NOV	5,8	174,00	0,70	121,80	0	121,80	1,00	121,80	121,80	1.218,00	4,06
DEZ	5,7	176,70	0,70	123,69	0	123,69	1,00	123,69	123,69	1.236,90	3,99
ANO	4,50	1.540,10	0,70	1.148,07	32,00	1.116,07	1,00	1.116,07	1.116,07	11.160,70	3,15

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	33,16	44,21	7,16	9,55	3,47	10,42	1.678,13	9.095,48	413,43	2.282,14	491,32
FEV	32,01	42,68	6,91	9,22	3,35	10,06	1.463,47	7.931,99	360,54	1.990,21	428,47
MAR	29,73	39,64	6,42	8,56	3,11	9,34	1.477,87	8.010,04	364,09	2.009,79	432,69
ABR	24,01	32,01	5,19	6,91	2,51	7,54	1.056,00	5.723,52	260,16	1.436,08	309,17
MAI	17,72	23,63	3,83	5,10	1,86	5,57	816,93	4.427,78	201,26	1.110,97	239,18
JUN	16,01	21,34	3,46	4,61	1,68	5,03	637,33	3.454,35	157,02	866,73	186,60
JUL	16,01	21,34	3,46	4,61	1,68	5,03	756,80	4.101,86	186,45	1.029,19	221,57
AGO	19,44	25,92	4,20	5,60	2,04	6,11	983,73	5.331,83	242,36	1.337,81	288,02
SET	24,58	32,78	5,31	7,08	2,57	7,72	1.204,00	6.525,68	296,62	1.637,35	352,51
OUT	30,30	40,40	6,54	8,73	3,17	9,52	1.533,47	8.311,39	377,79	2.085,40	448,97
NOV	33,16	44,21	7,16	9,55	3,47	10,42	1.624,00	8.802,08	400,09	2.208,52	475,47
DEZ	32,59	43,45	7,04	9,38	3,41	10,24	1.649,20	8.938,66	406,30	2.242,79	482,85
ANO	25,73	34,30	5,56	7,41	2,69	8,08	14.880,93	80.654,66	3.666,12	20.236,99	4.356,82
							14.880,93			3.733,76	803,84

## Aspersão para banana em Monteiro

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:			Banana Pacovã 4 x 2 x 2m		
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m	Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	6,70	mm/dia
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	7,82	mm/dia
Ea X EL	216,00	m <sup>2</sup>	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	78,17	m <sup>3</sup> /hadia
Vazão do aspersor	2,75	m <sup>3</sup> /h	Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	104,22	m <sup>3</sup> /ha.dia
Kc=	1,00		Jornada Diária Máxima para irrigação (Tmáx)=	18,00	horas/dia
Ks=	1,00		Vazão adequada para o tempo	22,00	m <sup>3</sup> /h
Ef:	75,00	%	Precipitação do aspersor baseado na vazão	12,16	mm/hora
Qméd:	22,00	m <sup>3</sup> /h	Número total de aspersores área (Nmtot)=	175,93	aspersores
At:	3,80	ha	Número de aspersores por Unidade	8,38	aspersores/UO
Cons.de energia:	5,52	Kw/h	Vazão ideal do aspersor no projeto (qadeq)=	2,63	m <sup>3</sup> /h
NUO:	3,00	Unid.Oper.	Altura manométrica atribuída (Hm)=	45,00	mca
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias	Potencia requerida pela bomba (Pi)=	6,21	cv
Turno de rega:	7,00	dias	Rend. Bomba atribuída (Rb)=	65,00	
Nec.de Liviv.:	-	%	Rend. Motor atribuído (Rm)=	1,20	
Sist. de Irrigação:	Aspersão convencional		Pmotor=	7,45	cv
			Pcomercial=	7,50	cv
			Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
			Relação de Energia por hectare	1,45	Kw.ha-l

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	1,00	173,60	0	173,60	1,00	173,60	173,60	1.736,00	5,60
FEV	4,8	134,40	1,00	134,40	4	130,40	1,00	130,40	130,40	1.304,00	4,80
MAR	3,8	117,80	1,00	117,80	31	86,80	1,00	86,80	86,80	868,00	3,80
ABR	3,8	114,00	1,00	114,00	17	97,00	1,00	97,00	97,00	970,00	3,80
MAI	3,5	108,50	1,00	108,50	12	96,50	1,00	96,50	96,50	965,00	3,50
JUN	3,6	108,00	1,00	108,00	2	106,00	1,00	106,00	106,00	1.060,00	3,60
JUL	3,9	120,90	1,00	120,90	0	120,90	1,00	120,90	120,90	1.209,00	3,90
AGO	4,7	145,70	1,00	145,70	0	145,70	1,00	145,70	145,70	1.457,00	4,70
SET	5,3	159,00	1,00	159,00	0	159,00	1,00	159,00	159,00	1.590,00	5,30
OUT	5,7	176,70	1,00	176,70	0	176,70	1,00	176,70	176,70	1.767,00	5,70
NOV	5,8	174,00	1,00	174,00	0	174,00	1,00	174,00	174,00	1.740,00	5,80
DEZ	5,9	182,90	1,00	182,90	0	182,90	1,00	182,90	182,90	1.829,00	5,90
ANO	4,70	1.715,50	1,00	1.715,50	66,00	1.649,50	1,00	1.649,50	1.649,50	16.495,00	4,70

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	45,73	60,98	9,88	13,17	4,79	14,37	2.314,67	8.795,73	399,81	2.206,93	475,13
FEV	39,20	52,27	8,47	11,29	4,11	12,32	1.738,67	6.606,93	300,32	1.657,74	356,89
MAR	31,03	41,38	6,70	8,94	3,25	9,75	1.157,33	4.397,87	199,90	1.103,46	237,56
ABR	31,03	41,38	6,70	8,94	3,25	9,75	1.293,33	4.914,67	223,39	1.233,13	265,48
MAI	28,58	38,11	6,17	8,23	2,99	8,98	1.286,67	4.889,33	222,24	1.226,78	264,11
JUN	29,40	39,20	6,35	8,47	3,08	9,24	1.413,33	5.370,67	244,12	1.347,55	290,11
JUL	31,85	42,47	6,88	9,17	3,34	10,01	1.612,00	6.125,60	278,44	1.536,97	330,89
AGO	38,38	51,18	8,29	11,05	4,02	12,06	1.942,67	7.382,13	335,55	1.852,24	398,77
SET	43,28	57,71	9,35	12,47	4,53	13,60	2.120,00	8.056,00	366,18	2.021,32	435,17
OUT	46,55	62,07	10,05	13,41	4,88	14,63	2.356,00	8.952,80	406,95	2.246,34	483,61
NOV	47,37	63,16	10,23	13,64	4,96	14,88	2.320,00	8.816,00	400,73	2.212,01	476,22
DEZ	48,18	64,24	10,41	13,88	5,05	15,14	2.438,67	9.266,93	421,22	2.325,16	500,58
ANO	38,38	51,18	8,29	11,05	4,02	12,06	21.993,33	83.574,67	3.798,85	20.969,64	4.514,55
							21.993,33			5.518,33	1.188,04
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Aspersão para coco em Monteiro

### Dados do projeto

CULTURA:	Coco anão 8 x 8 m	
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m
Ea X EL	216,00	m <sup>2</sup>
Vazão do aspersor	2,20	m <sup>3</sup> /h
Kc=	0,80	
Ks/C=	1,00	
Ef:	75,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	4,75	ha
Cons.de energia:	5,52	Kwh
NUO:	3,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	7,00	dias

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	5,36	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	6,25	mm/dia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	62,53	m <sup>3</sup> /hadia
Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	83,38	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	22,00	m <sup>3</sup> /h
Precipitação do aspersor baseado na vazão	9,73	mm/hora
Número total de aspersores área(Nmtot)=	219,91	aspersores
Número de aspersores por Unidade	10,47	aspersores/UO
Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,10	m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	1,16	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	0,80	138,88	0	138,88	1,00	138,88	138,88	1.388,80	4,48
FEV	4,8	134,40	0,80	107,52	4	103,52	1,00	103,52	103,52	1.035,20	3,84
MAR	3,8	117,80	0,80	94,24	31	63,24	1,00	63,24	63,24	632,40	3,04
ABR	3,8	114,00	0,80	91,20	17	74,20	1,00	74,20	74,20	742,00	3,04
MAI	3,5	108,50	0,80	86,80	12	74,80	1,00	74,80	74,80	748,00	2,80
JUN	3,6	108,00	0,80	86,40	2	84,40	1,00	84,40	84,40	844,00	2,88
JUL	3,9	120,90	0,80	96,72	0	96,72	1,00	96,72	96,72	967,20	3,12
AGO	4,7	145,70	0,80	116,56	0	116,56	1,00	116,56	116,56	1.165,60	3,76
SET	5,3	159,00	0,80	127,20	0	127,20	1,00	127,20	127,20	1.272,00	4,24
OUT	5,7	176,70	0,80	141,36	0	141,36	1,00	141,36	141,36	1.413,60	4,56
NOV	5,8	174,00	0,80	139,20	0	139,20	1,00	139,20	139,20	1.392,00	4,64
DEZ	5,9	182,90	0,80	146,32	0	146,32	1,00	146,32	146,32	1.463,20	4,72
ANO	4,70	1.715,50	0,80	1.372,40	66,00	1.306,40	1,00	1.306,40	1.306,40	13.064,00	3,76

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/Mês
JAN	36,59	48,78	7,90	10,54	4,79	14,37	1.851,73	8.795,73	399,81	2.206,93	475,
FEV	31,36	41,81	6,77	9,03	4,11	12,32	1.380,27	6.556,27	298,01	1.645,03	354,
MAR	24,83	33,10	5,36	7,15	3,25	9,75	843,20	4.005,20	182,05	1.004,94	216,
ABR	24,83	33,10	5,36	7,15	3,25	9,75	989,33	4.699,33	213,61	1.179,11	253,
MAI	22,87	30,49	4,94	6,59	2,99	8,98	997,33	4.737,33	215,33	1.188,64	255,
JUN	23,52	31,36	5,08	6,77	3,08	9,24	1.125,33	5.345,33	242,97	1.341,19	288,
JUL	25,48	33,97	5,50	7,34	3,34	10,01	1.289,60	6.125,60	278,44	1.536,97	330,
AGO	30,71	40,94	6,63	8,84	4,02	12,06	1.554,13	7.382,13	335,55	1.852,24	398,
SET	34,63	46,17	7,48	9,97	4,53	13,60	1.696,00	8.056,00	366,18	2.021,32	435,
OUT	37,24	49,65	8,04	10,73	4,88	14,63	1.884,80	8.952,80	406,95	2.246,34	483,
NOV	37,89	50,52	8,18	10,91	4,96	14,88	1.856,00	8.816,00	400,73	2.212,01	476,
DEZ	38,55	51,40	8,33	11,10	5,05	15,14	1.950,93	9.266,93	421,22	2.325,16	500,
ANO	30,71	40,94	6,63	8,84	4,02	12,06	17.418,67	82.738,67	3.760,85	20.759,88	4.469,
							17.418,67			4.370,50	940,
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x an

## Aspersão para mamão em Monteiro

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:			Mamão 4 x 2 x 2m	Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Espaçamento entre aspersores (Ea)			12,00 m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Espaçamento entre laterais (EL)			18,00 m	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	54,72	m3/hadia
Ea X EL			216,00 m <sup>2</sup>	Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	72,96	m3/ha.dia
Vazão do aspersor			2,75 m <sup>3</sup> /h	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=			0,70	Vazão adequada para o tempo	21,97	m3/h
Ks/C=			1,00	Precipitação do aspersor baseado na vazão	8,52	mm/hora
Ef=			75,00 %	Número total de aspersores área(Nmtot)=	250,93	aspersores
Qméd.:			22,00 m <sup>3</sup> /h	Número de aspersores por Unidade	11,95	aspersores/UO
At:			5,42 ha	Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	1,84	m3/h
Cons.de energia:			5,52 Kw/h	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:			3,00 Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jorn.Sem. Trab. :			6,00 dias	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:			7,00 dias	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Nec.de Lixiv.:			- %	Pmotor=	7,45	cv
Sist. de Irrigação::			Aspersão convencional	Pcomercial=	7,50	cv
				Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
				Relação de Energia por hectare	1,02	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	0,70	121,52	0	121,52	1,00	121,52	121,52	1.215,20	3,92
FEV	4,8	134,40	0,70	94,08	4	90,08	1,00	90,08	90,08	900,80	3,36
MAR	3,8	117,80	0,70	82,46	31	51,46	1,00	51,46	51,46	514,60	2,66
ABR	3,8	114,00	0,70	79,80	17	62,80	1,00	62,80	62,80	628,00	2,66
MAI	3,5	108,50	0,70	75,95	12	63,95	1,00	63,95	63,95	639,50	2,45
JUN	3,6	108,00	0,70	75,60	2	73,60	1,00	73,60	73,60	736,00	2,52
JUL	3,9	120,90	0,70	84,63	0	84,63	1,00	84,63	84,63	846,30	2,73
AGO	4,7	145,70	0,70	101,99	0	101,99	1,00	101,99	101,99	1.019,90	3,29
SET	5,3	159,00	0,70	111,30	0	111,30	1,00	111,30	111,30	1.113,00	3,71
OUT	5,7	176,70	0,70	123,69	0	123,69	1,00	123,69	123,69	1.236,90	3,99
NOV	5,8	174,00	0,70	121,80	0	121,80	1,00	121,80	121,80	1.218,00	4,06
DEZ	5,9	182,90	0,70	128,03	0	128,03	1,00	128,03	128,03	1.280,30	4,13
ANO	4,70	1.715,50	0,70	1.200,95	66,00	1.134,85	1,00	1.134,85	1.134,85	11.348,59	3,29

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/Mês
JAN	32,01	42,68	6,91	9,22	3,35	10,06	1.620,27	8.781,85	399,17	2.203,44	474,38
FEV	27,44	36,59	5,93	7,90	2,87	8,62	1.201,07	6.509,78	295,90	1.633,36	351,65
MAR	21,72	28,96	4,69	6,26	2,28	6,83	686,13	3.718,84	169,04	933,09	200,89
ABR	21,72	28,96	4,69	6,26	2,28	6,83	837,33	4.538,35	206,29	1.138,71	245,15
MAI	20,01	26,68	4,32	5,76	2,10	6,29	852,67	4.621,45	210,07	1.159,56	249,64
JUN	20,58	27,44	4,45	5,93	2,16	6,47	981,33	5.318,83	241,76	1.334,54	287,31
JUL	22,30	29,73	4,82	6,42	2,33	7,00	1.128,40	6.115,93	278,00	1.534,54	330,37
AGO	26,87	35,82	5,80	7,74	2,81	8,44	1.359,87	7.370,48	335,02	1.849,32	398,14
SET	30,30	40,40	6,54	8,73	3,17	9,52	1.484,00	8.043,28	365,60	2.018,13	434,48
OUT	32,59	43,45	7,04	9,38	3,41	10,24	1.649,20	8.938,66	406,30	2.242,79	482,85
NOV	33,16	44,21	7,16	9,55	3,47	10,42	1.624,00	8.802,08	400,09	2.208,52	475,47
DEZ	33,73	44,97	7,29	9,71	3,53	10,60	1.707,07	9.252,30	420,56	2.321,49	499,79
ANO	26,87	35,82	5,80	7,74	2,81	8,44	15.131,33	82.011,83	3.727,81	20.577,51	4.430,13
							15.131,33			3.796,59	817,37
							m3/haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Aspersão para banana em Desterro

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

		Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	6,70	mm/dia
		Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	7,82	mm/dia
		Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	78,17	m3/hadia
		Volume Bruta Diária Máx. c/Jornada	104,22	m3/ha.dia
		Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
		Vazão adequada para o tempo	22,00	m3/h
		Precipitação do aspersor baseado na vazão	12,16	mm/hora
		Número total de aspersores área(Nmtot)=	175,93	aspersores
		Número de aspersores por Unidade	8,38	aspersores/UO
		Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,63	m3/h
		Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
		Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
		Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
		Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
		Pmotor=	7,45	cv
		Pcomercial=	7,50	cv
		Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
		Relação de Energia por hectare	1,45	Kw.ha-1

CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2m			
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m		
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m		
Ea X EL :	216,00	m2		
Vazão do aspersor	2,75	m3/h		
Kc=	1,00			
Ks=	1,00			
EF:	75,00	%		
Qméd.:	22,00	m3/h		
At:	3,80	ha		
Cons.de energia:	5,52	Kwh		
NUO:	3,00	Unid.Oper.		
Jom.Sem Trab. :	6,00	dias		
Turno de rega:	7,00	dias		
Nec.de Lixiv.:	-	%		
Sist.de Irrigação:	Aspersão convencional			

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes
JAN	6,4	198,40	1,00	198,40	0	198,40	1,00	198,40	198,40	1.984,00
FEV	5,7	159,60	1,00	159,60	0	159,60	1,00	159,60	159,60	1.596,00
MAR	4,8	148,80	1,00	148,80	15	133,80	1,00	133,80	133,80	1.338,00
ABR	3,8	114,00	1,00	114,00	2	112,00	1,00	112,00	112,00	1.120,00
MAI	3,2	99,20	1,00	99,20	0	99,20	1,00	99,20	99,20	992,00
JUN	2,9	87,00	1,00	87,00	0	87,00	1,00	87,00	87,00	870,00
JUL	3,2	99,20	1,00	99,20	0	99,20	1,00	99,20	99,20	992,00
AGO	4,2	130,20	1,00	130,20	0	130,20	1,00	130,20	130,20	1.302,00
SET	5,4	162,00	1,00	162,00	0	162,00	1,00	162,00	162,00	1.620,00
OUT	6,4	198,40	1,00	198,40	0	198,40	1,00	198,40	198,40	1.984,00
NOV	6,7	201,00	1,00	201,00	0	201,00	1,00	201,00	201,00	2.010,00
DEZ	6,7	207,70	1,00	207,70	0	207,70	1,00	207,70	207,70	2.077,00
ANO	4,95	1.805,50	1,00	1.805,50	17,00	1.788,50	1,00	1.788,50	1.788,50	17.885,00

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	52,27	69,69	11,29	15,05	5,47	16,42	2.645,33	10.052,27	456,92	2.522,21	543,01
FEV	46,55	62,07	10,05	13,41	4,88	14,63	2.128,00	8.086,40	367,56	2.028,95	436,81
MAR	39,20	52,27	8,47	11,29	4,11	12,32	1.784,00	6.779,20	308,15	1.700,96	366,20
ABR	31,03	41,38	6,70	8,94	3,25	9,75	1.493,33	5.674,67	257,94	1.423,83	306,54
MAI	26,13	34,84	5,64	7,53	2,74	8,21	1.322,67	5.026,13	228,46	1.261,10	271,50
JUN	23,68	31,58	5,12	6,82	2,48	7,44	1.160,00	4.408,00	200,36	1.106,01	238,11
JUL	26,13	34,84	5,64	7,53	2,74	8,21	1.322,67	5.026,13	228,46	1.261,10	271,50
AGO	34,30	45,73	7,41	9,88	3,59	10,78	1.736,00	6.596,80	299,85	1.655,20	356,35
SET	44,10	58,80	9,53	12,70	4,62	13,86	2.160,00	8.208,00	373,09	2.059,46	443,38
OUT	52,27	69,69	11,29	15,05	5,47	16,42	2.645,33	10.052,27	456,92	2.522,21	543,01
NOV	54,72	72,96	11,82	15,76	5,73	17,19	2.680,00	10.184,00	462,91	2.555,26	550,12
DEZ	54,72	72,96	11,82	15,76	5,73	17,19	2.769,33	10.523,47	478,34	2.640,43	568,46
ANO	40,43	53,90	8,73	11,64	4,23	12,70	23.846,67	90.617,33	4.118,97	22.736,71	4.894,99
							23.846,67			4.983,33	1.288,15
							m3/haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano



## Aspersão para coco em Desterro

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:	Coco anão 8 x 8 m		Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	5,36	mm/dia
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	6,25	mm/dia
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	62,53	m3/hadia
Ea X EL :	216,00	m2	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	83,38	m3/ha.dia
Vazão do aspersor	2,20	m3/h	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=	0,80		Vazão adequada para o tempo	22,00	m3/h
Ks/C=	1,00		Precipitação do aspersor baseado na vazão	9,73	mm/hora
Ef::	75,00	%	Número total de aspersores área(Nmtot)=	219,91	aspersores
Qméd.:	22,00	m3/h	Número de aspersores por Unidade	10,47	aspersores/UO
At:	4,75	ha	Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	2,10	m3/h
Cons.de energia:	5,52	Kwh	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:	3,00	Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:	7,00	dias	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
			Pmotor=	7,45	cv
			Pcomercial=	7,50	cv
			Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
			Relação de Energia por hectare	1,16	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	6,4	198,40	0,80	158,72	0	158,72	1,00	158,72	158,72	1.587,20	5,12
FEV	5,7	159,60	0,80	127,68	0	127,68	1,00	127,68	127,68	1.276,80	4,56
MAR	4,8	148,80	0,80	119,04	15	104,04	1,00	104,04	104,04	1.040,40	3,84
ABR	3,8	114,00	0,80	91,20	2	89,20	1,00	89,20	89,20	892,00	3,04
MAI	3,2	99,20	0,80	79,36	0	79,36	1,00	79,36	79,36	793,60	2,56
JUN	2,9	87,00	0,80	69,60	0	69,60	1,00	69,60	69,60	696,00	2,32
JUL	3,2	99,20	0,80	79,36	0	79,36	1,00	79,36	79,36	793,60	2,56
AGO	4,2	130,20	0,80	104,16	0	104,16	1,00	104,16	104,16	1.041,60	3,36
SET	5,4	162,00	0,80	129,60	0	129,60	1,00	129,60	129,60	1.296,00	4,32
OUT	6,4	198,40	0,80	158,72	0	158,72	1,00	158,72	158,72	1.587,20	5,12
NOV	6,7	201,00	0,80	160,80	0	160,80	1,00	160,80	160,80	1.608,00	5,36
DEZ	6,7	207,70	0,80	166,16	0	166,16	1,00	166,16	166,16	1.661,60	5,36
ANO	4,95	1.805,50	0,80	1.444,40	17,00	1.427,40	1,00	1.427,40	1.427,40	14.274,00	3,96

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	41,81	55,75	9,03	12,04	5,47	16,42	2.116,27	10.052,27	456,92	2.522,21	543,01
FEV	37,24	49,65	8,04	10,73	4,88	14,63	1.702,40	8.086,40	367,56	2.028,95	436,81
MAR	31,36	41,81	6,77	9,03	4,11	12,32	1.387,20	6.589,20	299,51	1.653,29	355,94
ABR	24,83	33,10	5,36	7,15	3,25	9,75	1.189,33	5.649,33	256,79	1.417,47	305,17
MAI	20,91	27,88	4,52	6,02	2,74	8,21	1.058,13	5.026,13	228,46	1.261,10	271,50
JUN	18,95	25,26	4,09	5,46	2,48	7,44	928,00	4.408,00	200,36	1.106,01	238,11
JUL	20,91	27,88	4,52	6,02	2,74	8,21	1.058,13	5.026,13	228,46	1.261,10	271,50
AGO	27,44	36,59	5,93	7,90	3,59	10,78	1.388,80	6.596,80	299,85	1.655,20	356,35
SET	35,28	47,04	7,62	10,16	4,62	13,86	1.728,00	8.208,00	373,09	2.059,46	443,38
OUT	41,81	55,75	9,03	12,04	5,47	16,42	2.116,27	10.052,27	456,92	2.522,21	543,01
NOV	43,77	58,36	9,46	12,61	5,73	17,19	2.144,00	10.184,00	462,91	2.555,26	550,12
DEZ	43,77	58,36	9,46	12,61	5,73	17,19	2.215,47	10.523,47	478,34	2.640,43	568,46
ANO	32,34	43,12	6,99	9,31	4,23	12,70	19.032,00	90.402,00	4.109,18	22.682,68	4.883,35
							19.032,00	90.402,00	4.109,18	4.775,30	1.028,07
							m3/haxano		Kw/ha x ano	R\$/ha x ano	

Aspersão para mamão em Desterro

Dados do projeto

Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:		Mamão 4 x 2 x 2m	Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Espaçamento entre aspersores (Ea)	12,00	m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Espaçamento entre laterais (EL)	18,00	m	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	54,72	m3/hadia
Ea X EL :	216,00	m2	Volume Bruto Diária Máx. c/Jornada	72,96	m3/ha.dia
Vazão do aspersor	2,75	m3/h	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=	0,70		Vazão adequada para o tempo	21,97	m3/h
Ks/C=	1,00		Precipitação do aspersor baseado na vazão	8,52	mm/hora
Ef: :	75,00	%	Número total de aspersores área(Nmtot)=	250,93	aspersores
Qméd.:	22,00	m3/h	Número de aspersores por Unidade	11,95	aspersores/UO
At:	5,42	ha	Vazão ideal do aspersor no projeto(qadeq)=	1,84	m3/h
Cons.de energia:	5,52	Kw/h	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:	3,00	Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jom.Sem. Trab. :	6,00	dias	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:	7,00	dias	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Nec.de Lixiv.:	-	%	Pmotor=	7,45	cv
Sist.de Irrigação::	Aspersão convencional		Pcomercial=	7,50	cv
			Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
			Relação de Energia por hectare	1,02	Kw.ha-1

Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	6,4	198,40	0,70	138,88	0	138,88	1,00	138,88	138,88	1.388,80	4,48
FEV	5,7	159,60	0,70	111,72	0	111,72	1,00	111,72	111,72	1.117,20	3,99
MAR	4,8	148,80	0,70	104,16	15	89,16	1,00	89,16	89,16	891,60	3,36
ABR	3,8	114,00	0,70	79,80	2	77,80	1,00	77,80	77,80	778,00	2,66
MAI	3,2	99,20	0,70	69,44	0	69,44	1,00	69,44	69,44	694,40	2,24
JUN	2,9	87,00	0,70	60,90	0	60,90	1,00	60,90	60,90	609,00	2,03
JUL	3,2	99,20	0,70	69,44	0	69,44	1,00	69,44	69,44	694,40	2,24
AGO	4,2	130,20	0,70	91,14	0	91,14	1,00	91,14	91,14	911,40	2,94
SET	5,4	162,00	0,70	113,40	0	113,40	1,00	113,40	113,40	1.134,00	3,78
OUT	6,4	198,40	0,70	138,88	0	138,88	1,00	138,88	138,88	1.388,80	4,48
NOV	6,7	201,00	0,70	140,70	0	140,70	1,00	140,70	140,70	1.407,00	4,69
DEZ	6,7	207,70	0,70	145,39	0	145,39	1,00	145,39	145,39	1.453,90	4,69
ANO	4,95	1.805,50	0,70	1.263,85	17,90	1.246,85	1,00	1.246,85	1.246,85	12.468,50	3,47

Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	36,59	48,78	7,90	10,54	3,83	11,49	1.851,73	10.036,39	456,20	2.518,22	542,15
FEV	32,59	43,45	7,04	9,38	3,41	10,24	1.489,60	8.073,63	366,98	2.025,75	436,12
MAR	27,44	36,59	5,93	7,90	2,87	8,62	1.188,80	6.443,30	292,88	1.616,68	348,06
ABR	21,72	28,96	4,69	6,26	2,28	6,83	1.037,33	5.622,35	255,56	1.410,70	303,71
MAI	18,29	24,39	3,95	5,27	1,92	5,75	925,87	5.018,20	228,10	1.259,11	271,07
JUN	16,58	22,10	3,58	4,77	1,74	5,21	812,00	4.401,04	200,05	1.104,26	237,74
JUL	18,29	24,39	3,95	5,27	1,92	5,75	925,87	5.018,20	228,10	1.259,11	271,07
AGO	24,01	32,01	5,19	6,91	2,51	7,54	1.215,20	6.586,38	299,38	1.652,58	355,78
SET	30,87	41,16	6,67	8,89	3,23	9,70	1.512,00	8.195,04	372,50	2.056,21	442,68
OUT	36,59	48,78	7,90	10,54	3,83	11,49	1.851,73	10.036,39	456,20	2.518,22	542,15
NOV	38,30	51,07	8,27	11,03	4,01	12,03	1.876,00	10.167,92	462,18	2.551,22	549,25
DEZ	38,30	51,07	8,27	11,03	4,01	12,03	1.938,53	10.506,85	477,58	2.636,26	567,56
ANO	28,30	37,73	6,11	8,15	2,96	8,89	16.624,67	90.105,69	4.095,71	22.608,34	4.867,35
							16.624,67			4.171,28	898,03
							m3/haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Microaspersão para banana em João Pessoa

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2 m			Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	m		Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Espaçamento entre plantas	2,00	m		Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	54,72	m3/ha.dia
E1 X E2 :	6,00	m2		Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	60,80	m3/ha.dia
n x q :	12,19	l x pl x hora		Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=	1,00			Vazão adequada para o tempo	21,95	m3/h
Ks/C=	0,70			Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Ef:.	90,00	%		Número total de micro na área(Nmtot)=	2.708,00	micros
Qméd.:.	22,00	m3/h		Número de micros por Unidade	451,33	micros/UO
At:	6,50	ha		Vazão ideal do Microaspersor no	48,64	l/h
Cons.de energia:	5,52	Kw/h		Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:	6,00	Unid.Oper.		Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias		Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:	1,00	dia		Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Nec.de Lixiv.:	-	%		Pmotor=	7,45	cv
Sist. de Irrigação:.	Microaspersão			Pcomercial=	7,50	cv
				Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
				Relação de Energia por hectare	0,85	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	4,9	151,90	1,00	151,90	31	120,90	0,70	84,63	84,63	846,30	3,43
FEV	4,8	134,40	1,00	134,40	39	95,40	0,70	66,78	66,78	667,80	3,36
MAR	4,5	139,50	1,00	139,50	90	49,50	0,70	34,65	34,65	346,50	3,15
ABR	3,9	117,00	1,00	117,00	138		0,70	-	-	-	2,73
MAI	3,1	96,10	1,00	96,10	182		0,70	-	-	-	2,17
JUN	2,8	84,00	1,00	84,00	177		0,70	-	-	-	1,96
JUL	2,9	89,90	1,00	89,90	149		0,70	-	-	-	2,03
AGO	3,4	105,40	1,00	105,40	80	25,40	0,70	17,78	17,78	177,80	2,38
SET	4,1	123,00	1,00	123,00	31	92,00	0,70	64,40	64,40	644,00	2,87
OUT	4,7	145,70	1,00	145,70	6	139,70	0,70	97,79	97,79	977,90	3,29
NOV	4,9	147,00	1,00	147,00	10	137,00	0,70	95,90	95,90	959,00	3,43
DEZ	4,9	151,90	1,00	151,90	12	139,90	0,70	97,93	97,93	979,30	3,43
ANO	4,08	1.485,80	1,00	1.485,80	945,00	799,80	0,70	559,86	559,86	5.598,60	2,85

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	4,00	4,45	24,01	26,68	2,19	13,14	940,33	6.112,17	277,83	1.533,60	330,17
FEV	3,92	4,36	23,52	26,13	2,14	12,87	742,00	4.823,00	219,23	1.210,13	260,53
MAR	3,68	4,08	22,05	24,50	2,01	12,06	385,00	2.502,50	113,75	627,90	135,18
ABR	3,19	3,54	19,11	21,23	1,74	10,45	-	-	-	-	-
MAI	2,53	2,81	15,19	16,88	1,39	8,31	-	-	-	-	-
JUN	2,29	2,54	13,72	15,24	1,25	7,51	-	-	-	-	-
JUL	2,37	2,63	14,21	15,79	1,30	7,77	-	-	-	-	-
AGO	2,78	3,09	16,66	18,51	1,52	9,11	197,56	1.284,11	58,37	322,20	69,37
SET	3,35	3,72	20,09	22,32	1,83	10,99	715,56	4.651,11	211,41	1.167,01	251,24
OUT	3,84	4,26	23,03	25,59	2,10	12,60	1.086,56	7.062,61	321,03	1.772,07	381,51
NOV	4,00	4,45	24,01	26,68	2,19	13,14	1.065,56	6.926,11	314,82	1.737,82	374,14
DEZ	4,00	4,45	24,01	26,68	2,19	13,14	1.088,11	7.072,72	321,49	1.774,61	382,06
ANO	3,33	3,70	19,97	22,19	1,82	10,92	6.220,67	40.434,33	1.837,92	10.145,34	2.184,19
							6.220,67	40.434,33	1.837,92	10.145,34	2.184,19
							m3/haxano	Kw/haxano	Kw/hax ano	R\$/ha x ano	336,03

## Microaspersão para coco em João Pessoa

### Dados do projeto

<b>CULTURA:</b>	Coco anão 8 x 8 m	
Espaçamento Média entre fileiras	8,00	m
Espaçamento entre plantas	8,00	m
E1 X E2	64,00	m <sup>2</sup>
n x q	39,59	l x pl x hora
Kc=	0,80	
Ks=	0,40	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	14,23	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	4,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação.:	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	2,14	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	2,50	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	25,01	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	27,79	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,97	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	1,00	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.223,00	micros
Número de micros por Unidade	555,75	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	39,54	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Peomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	0,39	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	4,9	151,90	0,80	121,52	31	90,52	0,40	36,21	36,21	362,08	1,57
FEV	4,8	134,40	0,80	107,52	39	68,52	0,40	27,41	27,41	274,08	1,54
MAR	4,5	139,50	0,80	111,60	90	21,60	0,40	8,64	8,64	86,40	1,44
ABR	3,9	117,00	0,80	93,60	138		0,40	-	-	-	1,25
MAI	3,1	96,10	0,80	76,88	182		0,40	-	-	-	0,99
JUN	2,8	84,00	0,80	67,20	177		0,40	-	-	-	0,90
JUL	2,9	89,90	0,80	71,92	149		0,40	-	-	-	0,93
AGO	3,4	105,40	0,80	84,32	80	4,32	0,40	1,73	1,73	17,28	1,09
SET	4,1	123,00	0,80	98,40	31	67,40	0,40	26,96	26,96	269,60	1,31
OUT	4,7	145,70	0,80	116,56	6	110,56	0,40	44,22	44,22	442,24	1,50
NOV	4,9	147,00	0,80	117,60	10	107,60	0,40	43,04	43,04	430,40	1,57
DEZ	4,9	151,90	0,80	121,52	12	109,52	0,40	43,81	43,81	438,08	1,57
<b>ANO</b>	<b>4,08</b>	<b>1.485,80</b>	<b>0,80</b>	<b>1.188,64</b>	<b>945,00</b>	<b>580,04</b>	<b>0,40</b>	<b>232,02</b>	<b>232,02</b>	<b>2.320,16</b>	<b>1,30</b>

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	1,83	2,03	117,08	130,09	3,29	13,14	402,31	5.724,89	260,22	1.436,43	309,25
FEV	1,79	1,99	114,69	127,43	3,22	12,88	304,53	4.333,51	196,98	1.087,32	234,09
MAR	1,68	1,87	107,52	119,47	3,02	12,07	96,00	1.366,08	62,09	342,76	73,79
ABR	1,46	1,62	93,18	103,54	2,62	10,46	-	-	-	-	-
MAI	1,16	1,29	74,07	82,30	2,08	8,32	-	-	-	-	-
JUN	1,05	1,16	66,90	74,33	1,88	7,51	-	-	-	-	-
JUL	1,08	1,20	69,29	76,99	1,94	7,78	-	-	-	-	-
AGO	1,27	1,41	81,24	90,26	2,28	9,12	19,20	273,22	12,42	68,55	14,76
SET	1,53	1,70	97,96	108,85	2,75	11,00	299,56	4.262,68	193,76	1.069,54	230,26
OUT	1,75	1,95	112,30	124,78	3,15	12,61	491,38	6.992,31	317,83	1.754,43	377,71
NOV	1,83	2,03	117,08	130,09	3,29	13,14	478,22	6.805,10	309,32	1.707,46	367,60
DEZ	1,83	2,03	117,08	130,09	3,29	13,14	486,76	6.926,53	314,84	1.737,93	374,16
<b>ANO</b>	<b>1,52</b>	<b>1,69</b>	<b>97,37</b>	<b>108,18</b>	<b>2,73</b>	<b>10,93</b>	<b>2.577,96</b>	<b>36.684,31</b>	<b>1.667,47</b>	<b>9.204,43</b>	<b>1.981,62</b>
							<b>2.577,96</b>			<b>646,83</b>	<b>139,26</b>
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/hax ano

## Microaspersão para mamão em João Pessoa

### Dados do projeto

CULTURA:	Mamão 4 x 2 x 2 m	
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	m
Espaçamento entre plantas	2,00	m
E1 X E2 :	6,00	m <sup>2</sup>
n x q :	10,71	l x pl x hora
Kc=	0,70	
Ks/C=	0,66	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	9,86	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	8,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist.de Irrigação:	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	3,10	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	3,61	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	36,11	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	40,13	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,98	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	4.108,00	micros
Número de micros por Unidade	513,50	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	42,80	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
Relação de Energia por hectare	0,56	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	4,9	151,90	0,70	106,33	31	75,33	0,66	49,72	49,72	497,18	2,26
FEV	4,8	134,40	0,70	94,08	39	55,08	0,66	36,35	36,35	363,53	2,22
MAR	4,5	139,50	0,70	97,65	90	7,65	0,66	5,05	5,05	50,49	2,08
ABR	3,9	117,00	0,70	81,90	138		0,66	-	-	-	1,80
MAI	3,1	96,10	0,70	67,27	182		0,66	-	-	-	1,43
JUN	2,8	84,00	0,70	58,80	177		0,66	-	-	-	1,29
JUL	2,9	89,90	0,70	62,93	149		0,66	-	-	-	1,34
AGO	3,4	105,40	0,70	73,78	80		0,66	-	-	-	1,57
SET	4,1	123,00	0,70	86,10	31	55,10	0,66	36,37	36,37	363,66	1,89
OUT	4,7	145,70	0,70	101,99	6	95,99	0,66	63,35	63,35	633,53	2,17
NOV	4,9	147,00	0,70	102,90	10	92,90	0,66	61,31	61,31	613,14	2,26
DEZ	4,9	151,90	0,70	106,33	12	94,33	0,66	62,26	62,26	622,58	2,26
ANO	4,08	1.485,80	0,70	1.040,06	945,00	476,38	0,66	314,41	314,41	3.144,11	1,88

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA Kw/Mês	energia RS/MÊS
JAN	2,64	2,93	15,85	17,61	1,64	13,15	552,42	5.446,86	247,58	1.366,67	294,23
FEV	2,59	2,87	15,52	17,25	1,61	12,88	403,92	3.982,65	181,03	999,28	215,14
MAR	2,43	2,70	14,55	16,17	1,51	12,08	56,10	553,15	25,14	138,79	29,88
ABR	2,10	2,34	12,61	14,01	1,31	10,47	-	-	-	-	-
MAI	1,67	1,86	10,03	11,14	1,04	8,32	-	-	-	-	-
JUN	1,51	1,68	9,06	10,06	0,94	7,51	-	-	-	-	-
JUL	1,56	1,74	9,38	10,42	0,97	7,78	-	-	-	-	-
AGO	1,83	2,04	11,00	12,22	1,14	9,13	-	-	-	-	-
SET	2,21	2,46	13,26	14,73	1,38	11,00	404,07	3.984,10	181,10	999,65	215,21
OUT	2,53	2,81	15,20	16,89	1,58	12,61	703,93	6.940,72	315,49	1.741,49	374,93
NOV	2,64	2,93	15,85	17,61	1,64	13,15	681,27	6.717,29	305,33	1.685,43	362,86
DEZ	2,64	2,93	15,85	17,61	1,64	13,15	691,75	6.820,69	310,03	1.711,37	368,44
ANO	2,20	2,44	13,18	14,64	1,37	10,94	3.493,48	34.445,45	1.565,70	8.642,68	1.860,68
							3.493,48			876,54	188,71
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	RS/ha x ano

## Microaspersão para banana em Barra de Santana

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2 m	Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Espaçamento Média entre fileiras	3,00 m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Espaçamento entre plantas	2,00 m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	54,72	m3/ha.dia
E1 X E2	6,00 m2	Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	60,80	m3/ha.dia
n x q	12,19 l x pl x hora	Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Kc=	1,00	Vazão adequada para o tempo	21,95	m3/h
Ks/C=	0,70	Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
EF:	90,00 %	Número total de micro na área(Nmtot)=	2.708,00	micros
Qméd.:	22,00 m3/h	Número de micros por Unidade	451,33	micros/UO
At:	6,50 ha	Vazão ideal do Microaspersor no	48,64	l/h
Cons.de energia:	5,52 Kw/h	Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
NUO:	6,00 Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jorn.Sem. Trab. :	6,00 dias	Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Turno de rega:	1,00 dia	Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Nec.de Lixiv.:	-	Pmotor=	7,45	cv
Sist. de Irrigação::	Microaspersão	Pcomercial=	7,50	cv
		Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
		Relação de Energia por hectare	0,85	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m3/haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	1,00	179,80	0	179,80	0,70	125,86	125,86	1.258,60	4,06
FEV	5,6	156,80	1,00	156,80	0	156,80	0,70	109,76	109,76	1.097,60	3,92
MAR	5,2	161,20	1,00	161,20	2	159,20	0,70	111,44	111,44	1.114,40	3,64
ABR	4,2	126,00	1,00	126,00	9	117,00	0,70	81,90	81,90	819,00	2,94
MAI	3,1	96,10	1,00	96,10	6	90,10	0,70	63,07	63,07	630,70	2,17
JUN	2,8	84,00	1,00	84,00	11	73,00	0,70	51,10	51,10	511,00	1,96
JUL	2,8	86,80	1,00	86,80	4	82,80	0,70	57,96	57,96	579,60	1,96
AGO	3,4	105,40	1,00	105,40	0	105,40	0,70	73,78	73,78	737,80	2,38
SET	4,3	129,00	1,00	129,00	0	129,00	0,70	90,30	90,30	903,00	3,01
OUT	5,3	164,30	1,00	164,30	0	164,30	0,70	115,01	115,01	1.150,10	3,71
NOV	5,8	174,00	1,00	174,00	0	174,00	0,70	121,80	121,80	1.218,00	4,06
DEZ	5,7	176,70	1,00	176,70	0	176,70	0,70	123,69	123,69	1.236,90	3,99
ANO	4,50	1.640,10	1,00	1.640,10	32,00	1.608,10	0,70	1.125,67	1.125,67	11.256,70	3,15

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m3/haxmes	VOLUME m3/mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	4,74	5,26	28,42	31,58	2,59	15,55	1.398,44	9.089,89	413,18	2.280,74	491,02
FEV	4,57	5,08	27,44	30,49	2,50	15,01	1.219,56	7.927,11	360,32	1.988,98	428,21
MAR	4,25	4,72	25,48	28,31	2,32	13,94	1.238,22	8.048,44	365,84	2.019,43	434,76
ABR	3,43	3,81	20,58	22,87	1,88	11,26	910,00	5.915,00	268,86	1.484,13	319,52
MAI	2,53	2,81	15,19	16,88	1,39	8,31	700,78	4.555,06	207,05	1.142,90	246,06
JUN	2,29	2,54	13,72	15,24	1,25	7,51	567,78	3.690,56	167,75	925,99	199,36
JUL	2,29	2,54	13,72	15,24	1,25	7,51	644,00	4.186,00	190,27	1.050,31	226,12
AGO	2,78	3,09	16,66	18,51	1,52	9,11	819,78	5.328,56	242,21	1.336,98	287,84
SET	3,51	3,90	21,07	23,41	1,92	11,53	1.003,33	6.521,67	296,44	1.636,35	352,29
OUT	4,33	4,81	25,97	28,86	2,37	14,21	1.277,89	8.306,28	377,56	2.084,12	448,69
NOV	4,74	5,26	28,42	31,58	2,59	15,55	1.353,33	8.796,67	399,85	2.207,16	475,18
DEZ	4,66	5,17	27,93	31,03	2,55	15,28	1.374,33	8.933,17	406,05	2.241,41	482,55
ANO	3,63	4,03	22,05	24,50	2,01	12,00	12.507,44	81.298,39	3.695,38	20.398,50	4.391,59
							12.507,44			3.138,23	675,63
							m3/haxano			Kw/ha x ano	RS/ha x ano

## Microaspersão para coco em Barra de Santana

### Dados do projeto

CULTURA:	Côco anão	8 x 8 m
Espaçamento Média entre fileiras	8,00	m
Espaçamento entre plantas	8,00	m
EI X E2	64,00	m <sup>2</sup>
n x q	39,59	l x pl x hora
Kc=	0,80	
Ks=	0,40	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	14,23	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	4,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação:	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	2,14	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	2,50	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	25,01	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	27,79	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,97	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	1,00	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.223,00	micros
Número de micros por Unidade	555,75	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	39,54	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	0,39	Kw.ha-l

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	0,80	143,84	0	143,84	0,40	57,54	57,54	575,36	1,86
FEV	5,6	156,80	0,80	125,44	0	125,44	0,40	50,18	50,18	501,76	1,79
MAR	5,2	161,20	0,80	128,96	2	126,96	0,40	50,78	50,78	507,84	1,66
ABR	4,2	126,00	0,80	100,80	9	91,80	0,40	36,72	36,72	367,20	1,34
MAI	3,1	96,10	0,80	76,88	6	70,88	0,40	28,35	28,35	283,52	0,99
JUN	2,8	84,00	0,80	67,20	11	56,20	0,40	22,48	22,48	224,80	0,90
JUL	2,8	86,80	0,80	69,44	4	65,44	0,40	26,18	26,18	261,76	0,90
AGO	3,4	105,40	0,80	84,32	0	84,32	0,40	33,73	33,73	337,28	1,09
SET	4,3	129,00	0,80	103,20	0	103,20	0,40	41,28	41,28	412,80	1,38
OUT	5,3	164,30	0,80	131,44	0	131,44	0,40	52,58	52,58	525,76	1,70
NOV	5,8	174,00	0,80	139,20	0	139,20	0,40	55,68	55,68	556,80	1,86
DEZ	5,7	176,70	0,80	141,36	0	141,36	0,40	56,54	56,54	565,44	1,82
ANO	4,50	1.640,10	0,80	1.312,08	32,00	1.280,08	0,40	512,03	512,03	5.130,32	1,44

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/pxdia	NIB l/pxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	2,17	2,41	138,58	153,98	3,89	15,56	639,29	9.097,08	413,50	2.282,54	491,41
FEV	2,09	2,32	133,80	148,67	3,76	15,02	557,51	7.933,38	360,61	1.990,56	428,55
MAR	1,94	2,16	124,25	138,05	3,49	13,95	564,27	8.029,51	364,98	2.014,68	433,74
ABR	1,57	1,74	100,35	111,50	2,82	11,27	408,00	5.805,84	263,90	1.456,74	313,62
MAI	1,16	1,29	74,07	82,30	2,08	8,32	315,02	4.482,77	203,76	1.124,77	242,15
JUN	1,05	1,16	66,90	74,33	1,88	7,51	249,78	3.554,34	161,56	891,82	192,00
JUL	1,05	1,16	66,90	74,33	1,88	7,51	290,84	4.138,72	188,12	1.038,44	223,57
AGO	1,27	1,41	81,24	90,26	2,28	9,12	374,76	5.332,77	242,40	1.338,04	288,07
SET	1,61	1,78	102,74	114,16	2,88	11,54	458,67	6.526,83	296,67	1.637,64	352,57
OUT	1,98	2,20	126,63	140,71	3,55	14,22	584,18	8.312,85	377,86	2.085,77	449,05
NOV	2,17	2,41	138,58	153,98	3,89	15,56	618,67	8.803,63	400,16	2.208,91	475,56
DEZ	2,13	2,36	136,19	151,32	3,82	15,29	628,27	8.940,23	406,37	2.243,19	482,94
ANO	1,68	1,87	107,52	119,47	3,02	12,07	5.689,24	80.957,95	3.679,91	20.513,09	4.373,20
							5.689,24			1.427,48	307,32
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Microaspersão para mamão em Barra de Santana

### Dados do projeto

CULTURA:	Mamão 4 x 2 x 2 m	
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	m
Espaçamento entre plantas	2,00	m
E1 X E2	6,00	m <sup>2</sup>
n x q	10,71	l x pl x hora
Kc=	0,70	
Ks/C=	0,66	
Ef=	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	9,86	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	8,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação::	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	3,10	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	3,61	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	36,11	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	40,13	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,98	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	4.108,00	micros
Número de micros por Unidade	513,50	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	42,80	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	0,56	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,8	179,80	0,70	125,86	0	125,86	0,66	83,07	83,07	830,68	2,68
FEV	5,6	156,80	0,70	109,76	0	109,76	0,66	72,44	72,44	724,42	2,59
MAR	5,2	161,20	0,70	112,84	2	110,84	0,66	73,15	73,15	731,54	2,40
ABR	4,2	126,00	0,70	88,20	9	79,20	0,66	52,27	52,27	522,72	1,94
MAI	3,1	96,10	0,70	67,27	6	61,27	0,66	40,44	40,44	404,38	1,43
JUN	2,8	84,00	0,70	58,80	11	47,80	0,66	31,55	31,55	315,48	1,29
JUL	2,8	86,80	0,70	60,76	4	56,76	0,66	37,46	37,46	374,62	1,29
AGO	3,4	105,40	0,70	73,78	0	73,78	0,66	48,69	48,69	486,95	1,57
SET	4,3	129,00	0,70	90,30	0	90,30	0,66	59,60	59,60	595,98	1,99
OUT	5,3	164,30	0,70	115,01	0	115,01	0,66	75,91	75,91	759,07	2,45
NOV	5,8	174,00	0,70	121,80	0	121,80	0,66	80,39	80,39	803,88	2,68
DEZ	5,7	176,70	0,70	123,69	0	123,69	0,66	81,64	81,64	816,35	2,63
ANO	4,50	1.640,10	0,70	1.143,07	32,00	1.116,07	0,66	736,61	736,61	7.366,06	2,08

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	3,13	3,47	18,76	20,84	1,95	15,57	922,97	9.100,52	413,66	2.283,40	491,59
FEV	3,02	3,35	18,11	20,12	1,88	15,03	804,91	7.936,38	360,74	1.991,31	428,71
MAR	2,80	3,11	16,82	18,69	1,74	13,96	812,83	8.014,47	364,29	2.010,90	432,93
ABR	2,26	2,52	13,58	15,09	1,41	11,27	580,80	5.726,69	260,30	1.436,88	309,35
MAI	1,67	1,86	10,03	11,14	1,04	8,32	449,31	4.430,23	201,37	1.111,58	239,31
JUN	1,51	1,68	9,06	10,06	0,94	7,51	350,53	3.456,26	157,10	867,21	186,70
JUL	1,51	1,68	9,06	10,06	0,94	7,51	416,24	4.104,13	186,55	1.029,76	221,70
AGO	1,83	2,04	11,00	12,22	1,14	9,13	541,05	5.334,79	242,49	1.338,55	288,18
SET	2,32	2,58	13,91	15,45	1,44	11,54	662,20	6.529,29	296,79	1.638,26	352,70
OUT	2,86	3,17	17,14	19,04	1,78	14,22	843,41	8.315,99	378,00	2.086,56	449,21
NOV	3,13	3,47	18,76	20,84	1,95	15,57	893,20	8.806,95	400,32	2.209,74	475,74
DEZ	3,07	3,41	18,43	20,48	1,91	15,30	907,06	8.943,61	406,53	2.244,03	483,12
ANO	2,43	2,70	14,55	16,17	1,51	12,03	8.184,51	80.699,30	3.668,15	20.248,19	4.359,23
							8.184,51			2.053,57	442,11
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano



## Microaspersão para banana em Monteiro

### Dados do projeto

CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2 m	
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	m
Espaçamento entre plantas	2,00	m
E1 X E2	6,00	m <sup>2</sup>
n x q	12,19	l x pl x hora
Kc=	1,00	
Ks/C=	0,70	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	6,50	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	6,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação.:	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	54,72	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	60,80	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,95	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.708,00	micros
Número de micros por Unidade	451,33	micros/UO
Vazão ideal do Micropersor no	48,64	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	0,85	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /ha/mes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	1,00	173,60	0	173,60	0,70	121,52	121,52	1.215,20	3,92
FEV	4,8	134,40	1,00	134,40	4	130,40	0,70	91,28	91,28	912,80	3,36
MAR	3,8	117,80	1,00	117,80	31	86,80	0,70	60,76	60,76	607,60	2,66
ABR	3,8	114,00	1,00	114,00	17	97,00	0,70	67,90	67,90	679,00	2,66
MAI	3,5	108,50	1,00	108,50	12	96,50	0,70	67,55	67,55	675,50	2,45
JUN	3,6	108,00	1,00	108,00	2	106,00	0,70	74,20	74,20	742,00	2,52
JUL	3,9	120,90	1,00	120,90	0	120,90	0,70	84,63	84,63	846,30	2,73
AGO	4,7	145,70	1,00	145,70	0	145,70	0,70	101,99	101,99	1.019,90	3,29
SET	5,3	159,00	1,00	159,00	0	159,00	0,70	111,30	111,30	1.113,00	3,71
OUT	5,7	176,70	1,00	176,70	0	176,70	0,70	123,69	123,69	1.236,90	3,99
NOV	5,8	174,00	1,00	174,00	0	174,00	0,70	121,80	121,80	1.218,00	4,06
DEZ	5,9	182,90	1,00	182,90	0	182,90	0,70	128,03	128,03	1.280,30	4,13
ANO	4,70	1.715,50	1,00	1.715,50	66,00	1.649,50	0,70	1.154,65	1.154,65	11.546,50	3,29

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /ha/mes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	4,57	5,08	27,44	30,49	2,50	15,01	1.350,22	8.776,44	398,93	2.202,09	474,09
FEV	3,92	4,36	23,52	26,13	2,14	12,87	1.014,22	6.592,44	299,66	1.654,10	356,11
MAR	3,10	3,45	18,62	20,69	1,70	10,19	675,11	4.388,22	199,46	1.101,04	237,04
ABR	3,10	3,45	18,62	20,69	1,70	10,19	754,44	4.903,89	222,90	1.230,43	264,90
MAI	2,86	3,18	17,15	19,06	1,56	9,38	750,56	4.878,61	221,76	1.224,09	263,53
JUN	2,94	3,27	17,64	19,60	1,61	9,65	824,44	5.358,89	243,59	1.344,59	289,48
JUL	3,19	3,54	19,11	21,23	1,74	10,45	940,33	6.112,17	277,83	1.533,60	330,17
AGO	3,84	4,26	23,03	25,59	2,10	12,60	1.133,22	7.365,94	334,82	1.848,18	397,90
SET	4,33	4,81	25,97	28,86	2,37	14,21	1.236,67	8.038,33	365,38	2.016,89	434,22
OUT	4,66	5,17	27,93	31,03	2,55	15,28	1.374,33	8.933,17	406,05	2.241,41	482,55
NOV	4,74	5,26	28,42	31,58	2,59	15,55	1.353,33	8.796,67	399,85	2.207,16	475,18
DEZ	4,82	5,35	28,91	32,12	2,64	15,82	1.422,56	9.246,61	420,30	2.320,06	499,49
ANO	3,84	4,26	23,03	25,59	2,10	12,60	12.829,44	83.391,39	3.790,52	20.923,66	4.504,65
							12.829,44			3.790,52	693,02
							m <sup>3</sup> /ha x ano			Kw/ha x ano	RS/ha x ano

## Microaspersão para coco em Monteiro

### Dados do projeto

CULTURA:	Cêco anão 8 x 8 m	
Espaçamento Média entre fileiras	8,00	m
Espaçamento entre plantas	8,00	m
E1 X E2	64,00	m <sup>2</sup>
n x q	39,59	l x pl x hora
Kc=	0,80	
Ks=	0,40	
EF=	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	14,23	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	4,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação::	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	2,14	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	2,50	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	25,01	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	27,79	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,97	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	1,00	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.223,00	micros
Número de micros por Unidade	555,75	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	39,54	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
Relação de Energia por hectare	0,39	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	0,80	138,88	0	138,88	0,40	55,55	55,55	555,52	1,79
FEV	4,8	134,40	0,80	107,52	4	103,52	0,40	41,41	41,41	414,08	1,54
MAR	3,8	117,80	0,80	94,24	31	63,24	0,40	25,30	25,30	252,96	1,22
ABR	3,8	114,00	0,80	91,20	17	74,20	0,40	29,68	29,68	296,80	1,22
MAI	3,5	108,50	0,80	86,80	12	74,80	0,40	29,92	29,92	299,20	1,12
JUN	3,6	108,00	0,80	86,40	2	84,40	0,40	33,76	33,76	337,60	1,15
JUL	3,9	120,90	0,80	96,72	0	96,72	0,40	38,69	38,69	386,88	1,25
AGO	4,7	145,70	0,80	116,56	0	116,56	0,40	46,62	46,62	466,24	1,50
SET	5,3	159,00	0,80	127,20	0	127,20	0,40	50,88	50,88	508,80	1,70
OUT	5,7	176,70	0,80	141,36	0	141,36	0,40	56,54	56,54	565,44	1,82
NOV	5,8	174,00	0,80	139,20	0	139,20	0,40	55,68	55,68	556,80	1,86
DEZ	5,9	182,90	0,80	146,32	0	146,32	0,40	58,53	58,53	585,28	1,89
ANO	4,70	1.715,50	0,80	1.372,40	66,00	1.306,40	0,40	522,56	522,56	5.225,60	1,50

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia R\$/MÊS
JAN	2,09	2,32	133,80	148,67	3,76	15,02	617,24	8.783,39	399,24	2.203,83	474,46
FEV	1,79	1,99	114,69	127,43	3,22	12,88	460,09	6.547,06	297,59	1.642,72	353,66
MAR	1,42	1,58	90,79	100,88	2,55	10,19	281,07	3.999,58	181,80	1.003,53	216,05
ABR	1,42	1,58	90,79	100,88	2,55	10,19	329,78	4.692,74	213,31	1.177,45	253,49
MAI	1,31	1,45	83,63	92,92	2,35	9,39	332,44	4.730,68	215,03	1.186,97	255,54
JUN	1,34	1,49	86,02	95,57	2,41	9,66	375,11	5.337,83	242,63	1.339,31	288,34
JUL	1,46	1,62	93,18	103,54	2,62	10,46	429,87	6.117,00	278,05	1.534,81	330,43
AGO	1,75	1,95	112,30	124,78	3,15	12,61	518,04	7.371,77	335,08	1.849,64	398,21
SET	1,98	2,20	126,63	140,71	3,55	14,22	565,33	8.044,69	365,67	2.018,49	434,56
OUT	2,13	2,36	136,19	151,32	3,82	15,29	628,27	8.940,23	406,37	2.243,19	482,94
NOV	2,17	2,41	138,58	153,98	3,89	15,56	618,67	8.803,63	400,16	2.208,91	475,56
DEZ	2,20	2,45	140,97	156,63	3,96	15,83	650,31	9.253,93	420,63	2.321,89	499,88
ANO	1,75	1,95	112,30	124,78	3,15	12,61	5.806,22	82.622,54	3.755,57	20.730,75	4.463,12
							5.806,22	82.622,54	3.755,57	1.456,83	313,64
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Microaspersão para mamão em Monteiro

### Dados do projeto

CULTURA:	Mamão 4 x 2 x 2 m	
Espaçamento Média entre fileiras	3,00	m
Espaçamento entre plantas	2,00	m
E1 X E2	6,00	m <sup>2</sup>
n x q	10,71	l x pl x hora
Kc=	0,70	
Ks/C=	0,66	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	9,86	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	8,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação:	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	3,10	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	3,61	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	36,11	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	40,13	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,98	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	4.108,00	micros
Número de micros por Unidade	513,50	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	42,80	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
Relação de Energia por hectare	0,56	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	5,6	173,60	0,70	121,52	0	121,52	0,66	80,20	80,20	802,03	2,59
FEV	4,8	134,40	0,70	94,08	4	90,08	0,66	59,45	59,45	594,53	2,22
MAR	3,8	117,80	0,70	82,46	31	51,46	0,66	33,96	33,96	339,64	1,76
ABR	3,8	114,00	0,70	79,80	17	62,80	0,66	41,45	41,45	414,48	1,76
MAI	3,5	108,50	0,70	75,95	12	63,95	0,66	42,21	42,21	422,07	1,62
JUN	3,6	108,00	0,70	75,60	2	73,60	0,66	48,58	48,58	485,76	1,66
JUL	3,9	120,90	0,70	84,63	0	84,63	0,66	55,86	55,86	558,56	1,80
AGO	4,7	145,70	0,70	101,99	0	101,99	0,66	67,31	67,31	673,13	2,17
SET	5,3	159,00	0,70	111,30	0	111,30	0,66	73,46	73,46	734,58	2,45
OUT	5,7	176,70	0,70	123,69	0	123,69	0,66	81,64	81,64	816,35	2,63
NOV	5,8	174,00	0,70	121,80	0	121,80	0,66	80,39	80,39	803,88	2,68
DEZ	5,9	182,90	0,70	128,03	0	128,03	0,66	84,50	84,50	845,00	2,73
ANO	4,70	1.715,50	0,70	1.200,85	66,80	1.134,85	0,66	749,80	749,80	7.498,01	2,17

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	3,02	3,35	18,11	20,12	1,88	15,03	891,15	8.786,71	399,40	2.204,66	474,64
FEV	2,59	2,87	15,52	17,25	1,61	12,88	660,59	6.513,38	296,06	1.634,27	351,84
MAR	2,05	2,28	12,29	13,65	1,27	10,20	377,37	3.720,90	169,13	933,61	201,00
ABR	2,05	2,28	12,29	13,65	1,27	10,20	460,53	4.540,86	206,40	1.139,34	245,29
MAI	1,89	2,10	11,32	12,58	1,17	9,39	468,97	4.624,01	210,18	1.160,21	249,78
JUN	1,94	2,16	11,64	12,94	1,21	9,66	539,73	5.321,77	241,90	1.335,28	287,47
JUL	2,10	2,34	12,61	14,01	1,31	10,47	620,62	6.119,31	278,15	1.535,39	330,55
AGO	2,53	2,81	15,20	16,89	1,58	12,61	747,93	7.374,56	335,21	1.850,34	398,36
SET	2,86	3,17	17,14	19,04	1,78	14,22	816,20	8.047,73	365,81	2.019,25	434,72
OUT	3,07	3,41	18,43	20,48	1,91	15,30	907,06	8.943,61	406,53	2.244,03	483,12
NOV	3,13	3,47	18,76	20,84	1,95	15,57	893,20	8.806,95	400,32	2.209,74	475,74
DEZ	3,18	3,53	19,08	21,20	1,98	15,83	938,89	9.257,42	420,79	2.322,77	500,07
ANO	2,53	2,81	15,20	16,89	1,58	12,61	8.322,23	82.057,22	3.729,87	20.588,90	4.432,58
							8.322,23			2.088,12	449,55
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/hax ano	RS/ha x ano

## Microaspersão para banana em Desterro

### Dados do projeto

CULTURA:	Banana Pacovã 4 x 2 x 2 m
Espaçamento Média entre fileiras	3,00 m
Espaçamento entre plantas	2,00 m
E1 X E2	6,00 m <sup>2</sup>
n x q	12,19 l x pl x hora
Kc=	1,00
Ks/C=	0,70
Ef:.	90,00 %
Qméd.:	22,00 m <sup>3</sup> /h
At:	6,50 ha
Cons.de energia:	5,52 Kw/h
NUO:	6,00 Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00 dias
Turno de rega:	1,00 dia
Nec.de Lixiv.:	- %
Sist. de Irrigação:.	Microaspersão

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	4,69	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	5,47	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	54,72	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	60,80	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,95	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.708,00	micros
Número de micros por Unidade	451,33	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	48,64	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
Relação de Energia por hectare	0,85	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	6,4	198,40	1,00	198,40	0	198,40	0,70	138,88	138,88	1.388,80	4,48
FEV	5,7	159,60	1,00	159,60	0	159,60	0,70	111,72	111,72	1.117,20	3,99
MAR	4,8	148,80	1,00	148,80	15	133,80	0,70	93,66	93,66	936,60	3,36
ABR	3,8	114,00	1,00	114,00	2	112,00	0,70	78,40	78,40	784,00	2,66
MAI	3,2	99,20	1,00	99,20	0	99,20	0,70	69,44	69,44	694,40	2,24
JUN	2,9	87,00	1,00	87,00	0	87,00	0,70	60,90	60,90	609,00	2,03
JUL	3,2	99,20	1,00	99,20	0	99,20	0,70	69,44	69,44	694,40	2,24
AGO	4,2	130,20	1,00	130,20	0	130,20	0,70	91,14	91,14	911,40	2,94
SET	5,4	162,00	1,00	162,00	0	162,00	0,70	113,40	113,40	1.134,00	3,78
OUT	6,4	198,40	1,00	198,40	0	198,40	0,70	138,88	138,88	1.388,80	4,48
NOV	6,7	201,00	1,00	201,00	0	201,00	0,70	140,70	140,70	1.407,00	4,69
DEZ	6,7	207,70	1,00	207,70	0	207,70	0,70	145,39	145,39	1.453,90	4,69
ANO	4,95	1.805,50	1,00	1.805,50	17,00	1.788,50	0,70	1.251,95	1.251,95	12.519,50	3,47

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/Mês
JAN	5,23	5,81	31,36	34,84	2,86	17,16	1.543,11	10.030,22	455,92	2.516,67	541,81
FEV	4,66	5,17	27,93	31,03	2,55	15,28	1.241,33	8.068,67	366,76	2.024,50	435,85
MAR	3,92	4,36	23,52	26,13	2,14	12,87	1.040,67	6.764,33	307,47	1.697,23	365,40
ABR	3,10	3,45	18,62	20,69	1,70	10,19	871,11	5.662,22	257,37	1.420,70	305,86
MAI	2,61	2,90	15,68	17,42	1,43	8,58	771,56	5.015,11	227,96	1.258,34	270,91
JUN	2,37	2,63	14,21	15,79	1,30	7,77	676,67	4.398,33	199,92	1.103,58	237,59
JUL	2,61	2,90	15,68	17,42	1,43	8,58	771,56	5.015,11	227,96	1.258,34	270,91
AGO	3,43	3,81	20,58	22,87	1,88	11,26	1.012,67	6.582,33	299,20	1.651,57	355,57
SET	4,41	4,90	26,46	29,40	2,41	14,48	1.260,00	8.190,00	372,27	2.054,95	442,41
OUT	5,23	5,81	31,36	34,84	2,86	17,16	1.543,11	10.030,22	455,92	2.516,67	541,81
NOV	5,47	6,08	32,83	36,48	2,99	17,96	1.563,33	10.161,67	461,89	2.549,65	548,92
DEZ	5,47	6,08	32,83	36,48	2,99	17,96	1.615,44	10.500,39	477,29	2.634,64	567,21
ANO	4,04	4,49	24,26	26,95	2,21	13,27	13.910,56	90.418,61	4.109,94	22.686,85	4.884,25
							13.910,56 m <sup>3</sup> /ha x ano		4.109,94 Kw/ha x ano	22.686,85 RS/ha x ano	4.884,25 RS/ha x ano

## Microaspersão para coco em Desterro

### Dados do projeto

CULTURA:	Côco anão 8 x 8 m	
Espaçamento Média entre fileiras	8,00	m
Espaçamento entre plantas	8,00	m
E1 X E2	64,00	m <sup>2</sup>
n x q	39,59	l x pl x hora
Kc=	0,80	
Ks=	0,40	
Ef:	90,00	%
Qméd.:	22,00	m <sup>3</sup> /h
At:	14,23	ha
Cons.de energia:	5,52	Kw/h
NUO:	4,00	Unid.Oper.
Jorn.Sem. Trab. :	6,00	dias
Turno de rega:	1,00	dia
Nec.de Lixiv.:	-	%
Sist. de Irrigação::	Microaspersão	

### Memória de cálculo para tomada de decisão

Lâmina Líquida diária máxima (LLDmáx)=	2,14	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	2,50	mm/dia
Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	25,01	m <sup>3</sup> /ha.dia
Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	27,79	m <sup>3</sup> /ha.dia
Jornada Diária Máxima para irrigação(Tmáx)=	18,00	horas/dia
Vazão adequada para o tempo	21,97	m <sup>3</sup> /h
Quantidade de micros por planta(n)=	1,00	micro/planta
Número total de micro na área(Nmtot)=	2.223,00	micros
Número de micros por Unidade	555,75	micros/UO
Vazão ideal do Microaspersor no	39,54	l/h
Altura manométrica atribuída(Hm)=	45,00	mca
Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Rend. Bomba atribuída(Rb)=	65,00	
Rend. Motor atribuído(Rm)=	1,20	
Pmotor=	7,45	cv
Pcomercial=	7,50	cv
Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kw
Relação de Energia por hectare	0,39	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	6,4	198,40	0,80	158,72	0	158,72	0,40	63,49	63,49	634,88	2,05
FEV	5,7	159,60	0,80	127,68	0	127,68	0,40	51,07	51,07	510,72	1,82
MAR	4,8	148,80	0,80	119,04	15	104,04	0,40	41,62	41,62	416,16	1,54
ABR	3,8	114,00	0,80	91,20	2	89,20	0,40	35,68	35,68	356,80	1,22
MAI	3,2	99,20	0,80	79,36	0	79,36	0,40	31,74	31,74	317,44	1,02
JUN	2,9	87,00	0,80	69,60	0	69,60	0,40	27,84	27,84	278,40	0,93
JUL	3,2	99,20	0,80	79,36	0	79,36	0,40	31,74	31,74	317,44	1,02
AGO	4,2	130,20	0,80	104,16	0	104,16	0,40	41,66	41,66	416,64	1,34
SET	5,4	162,00	0,80	129,60	0	129,60	0,40	51,84	51,84	518,40	1,73
OUT	6,4	198,40	0,80	158,72	0	158,72	0,40	63,49	63,49	634,88	2,05
NOV	6,7	201,00	0,80	160,80	0	160,80	0,40	64,32	64,32	643,20	2,14
DEZ	6,7	207,70	0,80	166,16	0	166,16	0,40	66,46	66,46	664,64	2,14
ANO	4,93	1.805,50	0,80	1.444,40	17,00	1.427,40	0,40	570,96	570,96	5.709,60	1,88

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/plxdia	NIB l/plxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM h/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/Mês
JAN	2,39	2,65	152,92	169,91	4,29	17,17	705,42	10.038,16	456,28	2.518,67	542,24
FEV	2,13	2,36	136,19	151,32	3,82	15,29	567,47	8.075,05	367,05	2.026,10	436,20
MAR	1,79	1,99	114,69	127,43	3,22	12,88	462,40	6.579,95	299,09	1.650,97	355,44
ABR	1,42	1,58	90,79	100,88	2,55	10,19	396,44	5.641,40	256,43	1.415,48	304,74
MAI	1,19	1,33	76,46	84,95	2,15	8,58	352,71	5.019,08	228,14	1.259,33	271,12
JUN	1,08	1,20	69,29	76,99	1,94	7,78	309,33	4.401,81	200,08	1.104,45	237,78
JUL	1,19	1,33	76,46	84,95	2,15	8,58	352,71	5.019,08	228,14	1.259,33	271,12
AGO	1,57	1,74	100,35	111,50	2,82	11,27	462,93	6.587,54	299,43	1.652,87	355,85
SET	2,02	2,24	129,02	143,36	3,62	14,49	576,00	8.196,48	372,57	2.056,57	442,76
OUT	2,39	2,65	152,92	169,91	4,29	17,17	705,42	10.038,16	456,28	2.518,67	542,24
NOV	2,50	2,78	160,09	177,87	4,49	17,97	714,67	10.169,71	462,26	2.551,67	549,35
DEZ	2,50	2,78	160,09	177,87	4,49	17,97	738,49	10.508,70	477,67	2.636,73	567,66
ANO	1,85	2,05	118,27	131,41	3,32	13,28	6.344,00	90.275,12	4.103,41	22.650,85	4.876,50
							6.344,00			1.591,77	342,69
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	R\$/ha x ano

## Microaspersão para mamão em Desterro

### Dados do projeto

### Memória de cálculo para tomada de decisão

CULTURA:	Mamão 4 x 2 x 2 m	Lâmina Líquida diária máxima (LLD <sub>máx</sub> )=	3,10	mm/dia
Espaçamento Média entre fileiras	3,00 m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	3,61	mm/dia
Espaçamento entre plantas	2,00 m	Lâmina Líquida Diária Máx. c/Jornada	36,11	m <sup>3</sup> /ha.dia
E1 X E2 :	6,00 m <sup>2</sup>	Lâmina Bruta Diária Máx. c/Jornada	40,13	m <sup>3</sup> /ha.dia
n x q :	10,71 l x pl x hora	Jornada Diária Máxima para irrigação(T <sub>máx</sub> )=	18,00	horas/dia
Kc=	0,70	Vazão adequada para o tempo	21,98	m <sup>3</sup> /h
Ks/C=	0,66	Quantidade de micros por planta(n)=	0,25	micro/planta
Ef: :	90,00 %	Número total de micro na área(N <sub>mtot</sub> )=	4.108,00	micros
Q <sub>méd.</sub> :	22,00 m <sup>3</sup> /h	Número de micros por Unidade	513,50	micros/UO
At:	9,86 ha	Vazão ideal do Micropersor no	42,80	l/h
Cons.de energia:	5,52 Kw/h	Altura manométrica atribuída(H <sub>m</sub> )=	45,00	mca
NUO:	8,00 Unid.Oper.	Potencia requerida pela bomba(Pi)=	6,21	cv
Jorn.Sem. Trab. :	6,00 dias	Rend. Bomba atribuída(R <sub>b</sub> )=	65,00	
Turno de rega:	1,00 dia	Rend. Motor atribuído(R <sub>m</sub> )=	1,20	
Nec.de Lixiv.:	- %	Pmotor=	7,45	cv
Sist. de Irrigação::	Microaspersão	Pcomercial=	7,50	cv
		Tarifa rural trifásica no município	0,21529	R\$/kW
		Relação de Energia por hectare	0,56	Kw.ha-1

### Quadro de necessidade de irrigação

MES	ETP mm/dia	ETP mm/mes	Kc	Uc mm/mes	PP(75%) mm/mes	DEF mm/mes	Ks	NIL mm/mes	NIL c/LIX mm/mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /haxmes	LLD mm/dia
JAN	6,4	198,40	0,70	138,88	0	138,88	0,66	91,66	91,66	916,61	2,96
FEV	5,7	159,60	0,70	111,72	0	111,72	0,66	73,74	73,74	737,35	2,63
MAR	4,8	148,80	0,70	104,16	15	89,16	0,66	58,85	58,85	588,46	2,22
ABR	3,8	114,00	0,70	79,80	2	77,80	0,66	51,35	51,35	513,48	1,76
MAI	3,2	99,20	0,70	69,44	0	69,44	0,66	45,83	45,83	458,30	1,48
JUN	2,9	87,00	0,70	60,90	0	60,90	0,66	40,19	40,19	401,94	1,34
JUL	3,2	99,20	0,70	69,44	0	69,44	0,66	45,83	45,83	458,30	1,48
AGO	4,2	130,20	0,70	91,14	0	91,14	0,66	60,15	60,15	601,52	1,94
SET	5,4	162,00	0,70	113,40	0	113,40	0,66	74,84	74,84	748,44	2,49
OUT	6,4	198,40	0,70	138,88	0	138,88	0,66	91,66	91,66	916,61	2,96
NOV	6,7	201,00	0,70	140,70	0	140,70	0,66	92,86	92,86	928,62	3,10
DEZ	6,7	207,70	0,70	145,39	0	145,39	0,66	95,96	95,96	959,57	3,10
ANO	4,95	1.805,50	0,70	1.263,85	17,00	1.246,85	0,66	822,92	822,92	8.229,21	2,29

### Quadro de manejo de irrigação e análise técnica-econômica

MES	LA mm	LAB mm	NID l/pxdia	NIB l/pxdia	Ti horas	T horas	DMB m <sup>3</sup> /haxmes	VOLUME m <sup>3</sup> /mes	HBM l/mes	DEMANDA KW/Mês	energia RS/MÊS
JAN	3,45	3,83	20,70	23,00	2,15	17,18	1.018,45	10.041,95	456,45	2.519,62	542,45
FEV	3,07	3,41	18,43	20,48	1,91	15,30	819,28	8.078,10	367,19	2.026,87	436,36
MAR	2,59	2,87	15,52	17,25	1,61	12,88	653,84	6.446,86	293,04	1.617,58	348,25
ABR	2,05	2,28	12,29	13,65	1,27	10,20	570,53	5.625,46	255,70	1.411,48	303,88
MAI	1,72	1,92	10,35	11,50	1,07	8,59	509,23	5.020,97	228,23	1.259,81	271,22
JUN	1,56	1,74	9,38	10,42	0,97	7,78	446,60	4.403,48	200,16	1.104,87	237,87
JUL	1,72	1,92	10,35	11,50	1,07	8,59	509,23	5.020,97	228,23	1.259,81	271,22
AGO	2,26	2,52	13,58	15,09	1,41	11,27	668,36	6.590,03	299,55	1.653,50	355,98
SET	2,91	3,23	17,46	19,40	1,81	14,49	831,60	8.199,58	372,71	2.057,35	442,93
OUT	3,45	3,83	20,70	23,00	2,15	17,18	1.018,45	10.041,95	456,45	2.519,62	542,45
NOV	3,61	4,01	21,67	24,08	2,25	17,98	1.031,80	10.173,55	462,43	2.552,64	549,56
DEZ	3,61	4,01	21,67	24,08	2,25	17,98	1.066,19	10.512,67	477,85	2.637,72	567,88
ANO	2,67	2,96	16,01	17,79	1,66	13,29	9.143,57	90.155,57	4.097,98	22.629,85	4.870,04
							9.143,57			2.294,20	493,92
							m <sup>3</sup> /haxano			Kw/ha x ano	RS/ha x ano