



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA  
DIVISÃO DE AGRICULTURA  
CURSO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA AGRÍCOLA E ÁGUA RURAL**

**Monografia Científica**

**Estudo do desempenho da rega por microaspersão na cultura de banana  
no posto Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá**

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em  
Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural

**Autor:** Flatogénio Aurélio Manhique

**Tutor:** Eng<sup>o</sup> Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc.

Lionde, Setembro de 2017



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

Monografia de investigação sobre *Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto Administrativo de Chivonguene no Distrito de Guijá* ao Curso de Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Hidráulica Agrícola e Água Rural.

**Tutor:** Eng<sup>o</sup> Lateiro Salvador de Sousa, MEngSc.

Lionde, Setembro de 2017



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA DECLARAÇÃO**

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Setembro de 2017

---

(Flatogénio Aurélio Manhique)

## **DEDICATÓRIA**

À minha mãe Safira Eugênio Macuácuá

### **DEDICO**

Aos meus avós Eugênio Macuácuá e Edida Cuinica

Aos irmãos Helder Orcídio e Helton Gerson

A prima Ilda Bila

Aos meus padrinhos Mário Muchavo e Alice

Á instrutora Cheli Mathe

### **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela sua presença, dando-me saúde e força para chegar até aqui.

Agradeço ao meu supervisor Eng<sup>o</sup> Lateiro Salvador de Sousa, pela ajuda prestada e pela sua orientação cuidadosa ao longo dos dias de trabalho e pelos tantos e valiosos ensinamentos e discussões que sem dúvida ajudarão para além de minha vida académica.

Agradeço a Empresa The African Food Company, pela disponibilidade e aceitação para que possa fazer o trabalho investigativo com sucesso.

Agradeço aos meus amigos e colegas Galízio Bendane, Xavier Tindio ... e restantes não mencionados, suas capacidades em trabalhar em equipe contribuíram bastante na minha formação.

Agradeço aos meus familiares que directa e indirectamente contribuíram para a minha formação, sua bondade e seu modo de vida me fizeram crescer moral, intelectual e socialmente.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁG.</b>
<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problema de Estudo .....	2
1.2. Objectivos:.....	3
1.3. Localização da área de estudo e suas características .....	4
1.3.1. Solos e Clima.....	5
<b>II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Eficiência de irrigação .....	6
2.1.1. Microaspersão.....	6
2.1.2. Características hidráulicas do microaspersor .....	11
2.2. Caracterização da cultura da banana .....	12
2.2.1. Aspectos fisiológicos da cultura .....	12
2.2.2. Exigências edafoclimáticas.....	13
2.2.3. Demanda hídrica.....	13
2.3. Parâmetros importantes na rega por microaspersão e sua determinação.....	14
2.3.1. Infiltração da água no solo .....	14
2.3.2. Cálculo da velocidade de infiltração básica VIB.....	17
2.3.2. Coeficiente de uniformidade de Christiansen.....	17
2.3.3. Coeficiente de uniformidade de distribuição.....	19
2.3.4. Coeficiente de uniformidade estatístico .....	20
2.4. Qualidade da água para irrigação .....	20
2.4.1. Entupimento dos emissores .....	21
2.4.2. Causas do entupimento dos emissores .....	22
2.5. Necessidades de rega da cultura de banana .....	23
<b>III. METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
3.1. Determinação da textura do solo .....	24

3.2. Teste de uniformidade em rega por microaspersão .....	25
3.2.1. Caudal do emissor (microaspersor) .....	25
3.3. Medição da pressão .....	28
3.4. Análises laboratoriais para a qualidade da água.....	28
<b>IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1. Infiltração.....	30
4.2. Textura do solo nos blocos .....	31
4.3. Coeficiente de Uniformidade .....	32
4.4. Necessidade de água de rega .....	34
4.5. Pressão .....	34
<b>V. CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1:</b> Taxa de infiltração para os diferentes tipos de solo .....	15
<b>Tabela 2.2:</b> Classificação do solo a partir do VIB.....	17
<b>Tabela 2.3:</b> Classificação dos valores de CUC, segundo metodologia proposta por Mantovani (2001), para sistemas pressurizados de irrigação .....	18
<b>Tabela 2.4:</b> Classificação dos valores de CUD, segundo metodologia de Merriam e Keller (1978) para sistemas pressurizados de irrigação .....	19
<b>Tabela 2.5:</b> Influência da qualidade de água em criar problemas de entupimento nos sistemas de irrigação localizada.....	22
<b>Tabela 2.6:</b> Coeficiente de evapotranspiração ( $K_c$ ) para a cultura de bananeira nos diferentes meses pós-plantio .....	23
<b>Tabela 4.1:</b> Classificação da textura do solo através da VIB e $K_o$ do solo.....	32
<b>Tabela 4.2:</b> Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 1. ....	32
<b>Tabela 4.3:</b> Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 33. ....	33
<b>Tabela 4.4:</b> Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do Projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 56. ....	33
<b>Tabela 4.5:</b> Valores de evapotranspiração ( $ET_o$ ), constata da cultura ( $K_c$ ) e lamina real necessária (LRN). ....	34

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização .....	4
<b>Figura 2.1:</b> Esquema do sistema de rega por microaspersão usado na TAFC. ....	8
<b>Figura 2.2:</b> Filtro de areia.....	9
<b>Figura 2.3:</b> Filtros de disco.....	9
<b>Figura 2.4:</b> Microaspersor .....	10
<b>Figura 2.5:</b> Esquema de distribuição típica dos microaspersores na cultura da bananeira irrigada por microaspersão, Segundo Da Costa et al (1999).....	11
<b>Figura 2.6:</b> Bananeiras com problemas de crescimento no Bloco 56 .....	13
<b>Figura 2.7:</b> Entupimento em tubulação por ferro (A) e em detalhe (B). Fonte: Biscaro (2014)..	22
<b>Figura 3.1:</b> Teste de infiltração do solo medido no campo .....	24
<b>Figura 3.2:</b> Figurino das garrafas plásticas (pluviômetros) usados .....	26
<b>Figura 3.3:</b> Instalação dos pluviômetros no campo.....	26
<b>Figura 3.4:</b> Esquema da determinação da uniformidade de rega por microaspersão, proposto por Keller & Karmeli (1975) .....	27
<b>Figura 3.5:</b> Manómetro.....	28

## LISTA DE GRÁFICO

<b>Gráfico 4.1:</b> Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 1. ....	30
<b>Gráfico 4.2:</b> Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 33. ....	31
<b>Gráfico 4.3:</b> Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 56. ....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>LRN</b>	Lâmina Real Necessária
<b>PEDDG</b>	Plano Estratégico do Desenvolvimento do Distrito de Guija
<b>Etc</b>	Evapotranspiração da cultura
<b>Kc</b>	Constante da cultura
<b>Eto</b>	Evapotranspiração de referência
<b>pH</b>	Potencial de hidrogénio
<b>TR</b>	Turno de rega
<b>TAFC</b>	The African Food Company
<b>CUC</b>	Coefficiente de Uniformidade de Christiansen
<b>CUD</b>	Coefficiente de Uniformidade de Distribuição
<b>CUE</b>	Coefficiente de Uniformidade Estatística
<b>kpa</b>	Kilo pascal
<b>FAEF</b>	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
<b>cm/h</b>	Centímetro por hora
<b>mm/h</b>	Milímetro por hora
<b>n°max.mg/L</b>	Número máximo em miligramas por litro
<b>l/h</b>	Litros por hora

## **RESUMO**

A rega por microaspersão carece de constante verificação por forma a aferir se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo. Para isso, deve-se avaliar as condições de pressão, caudal e lâminas de água aplicadas as culturas, pois, para que a irrigação localizada seja eficiente, é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Para o efeito, o estudo teve como objectivo principal avaliar o desempenho de rega por microaspersão na cultura de banana no Distrito de Guijá, realizado na empresa The African Food Company, onde foram realizados testes de infiltração dos solos em três blocos por forma a conhecer a capacidade de infiltração do campo de produção; recolha de amostras de água para o laboratório por forma a conhecer-se a qualidade e sua influência no entupimento dos microaspersores; o desempenho dos microaspersores foi medido usando pluviómetros, e a pressão de serviço foi conhecido usando manómetros de pressão para a sua leitura. Após o processamento e discussão dos resultados do presente trabalho, as seguintes eficiências foram encontradas: eficiências de distribuição variando de 42% a 89.53%. As necessidades da água de rega variam de 2.81 a 17.95 mm/mês nos meses de Junho a Dezembro respectivamente, tendo um ciclo de 15 meses. Os solos apresentam textura média a alta, isto é, franco-limo-argiloso a franco-arenoso. Para que o desempenho de rega melhore substancialmente, recomenda-se um redimensionamento do sistema.

**Palavras-chaves:** eficiência, irrigação, microaspersão

## I. INTRODUÇÃO

A irrigação na agricultura deve ser entendida não somente como um seguro contra secas, mas como uma técnica que dê condições para que o material genético expresse em campo todo o seu potencial produtivo (Hernandez, 2004). Ainda segundo o mesmo autor, constitui um conjunto de operações necessárias ao atendimento das necessidades de água para as plantas

De acordo com Bernardo (2003), por meio da irrigação, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de culturas, uma vez que esta prática permite uma produção na contrastação. Além disso, a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o agente económico (irrigante) contra a irregularidade das chuvas.

De acordo com Rassini (2002), na agricultura, a irrigação é necessária para eliminar o risco de deficiência hídrica nas culturas, aumentar a produtividade, garantir a produção de alimentos e intensificar o uso da terra.

Um bom sistema de irrigação deve aplicar água no solo uniformemente, até determinada profundidade, proporcionando humidade necessária ao desenvolvimento normal das espécies vegetais (Dantas Neto *et al.*, 1997). De acordo com Bernardo (1995), um dos principais parâmetros para avaliação de um sistema de irrigação é a determinação da uniformidade de aplicação de água sobre a área irrigada.

Para Rassini (2002), a elevada demanda de água em projeto de irrigação exige racionalização no seu uso através de novas alternativas que proporcionem maior eficiência na sua aplicação.

A crescente necessidade de se obter um melhor rendimento no sector de agricultura para colocar produtos em competitividade com o mercado globalizado e a constante preocupação em economizar recursos hídricos tem levado inúmeros pesquisadores a trabalhar com afinco em linhas de pesquisas para esse tema (Mazzer, 2006).

### **1.1 Problema de estudo**

Segundo Silva & Silva (2005), uma vez instalado um projecto de irrigação, é necessário verificar se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo, devendo-se avaliar as condições de pressão, caudal e lâminas de água aplicadas as culturas, pois, para que a irrigação localizada seja eficiente, é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água.

Em Moçambique, um dos métodos mais usados para a prática da agricultura irrigada na cultura de banana, é a irrigação por microaspersão. Entretanto, poucos estudos foram feitos com ênfase na avaliação da eficiência de irrigação por microaspersão. A pouca informação que existe sobre avaliação da eficiência de irrigação deste método, não abrange os campos de produção da empresa The African Food Company. Sendo a irrigação por microaspersão o único método de rega da cultura de banana produzida pela empresa T AFC, o seu uso não tem sido acompanhado de estudos sobre o seu desempenho hidráulico, pois desde a sua instalação nunca tenha-se feito a sua avaliação do desempenho da rega.

O fraco crescimento e a conseqüente baixa produção das bananeiras em algumas áreas do campo de produção, constitui preocupação para a empresa, daí a necessidade do conhecimento das características da textura do solo do campo de produção para melhor manejo da água de irrigação e a qualidade da água usada por forma a aferir a sua influência na baixa pressão da água de rega em algumas zonas do campo.

Tendo em vista esta importância o presente trabalho terá como objetivo:

**1.2. Objectivos:**

**1.2.1. Geral:**

- ✓ Avaliar o desempenho da rega por microaspersão na cultura de banana no Distrito de Guija.

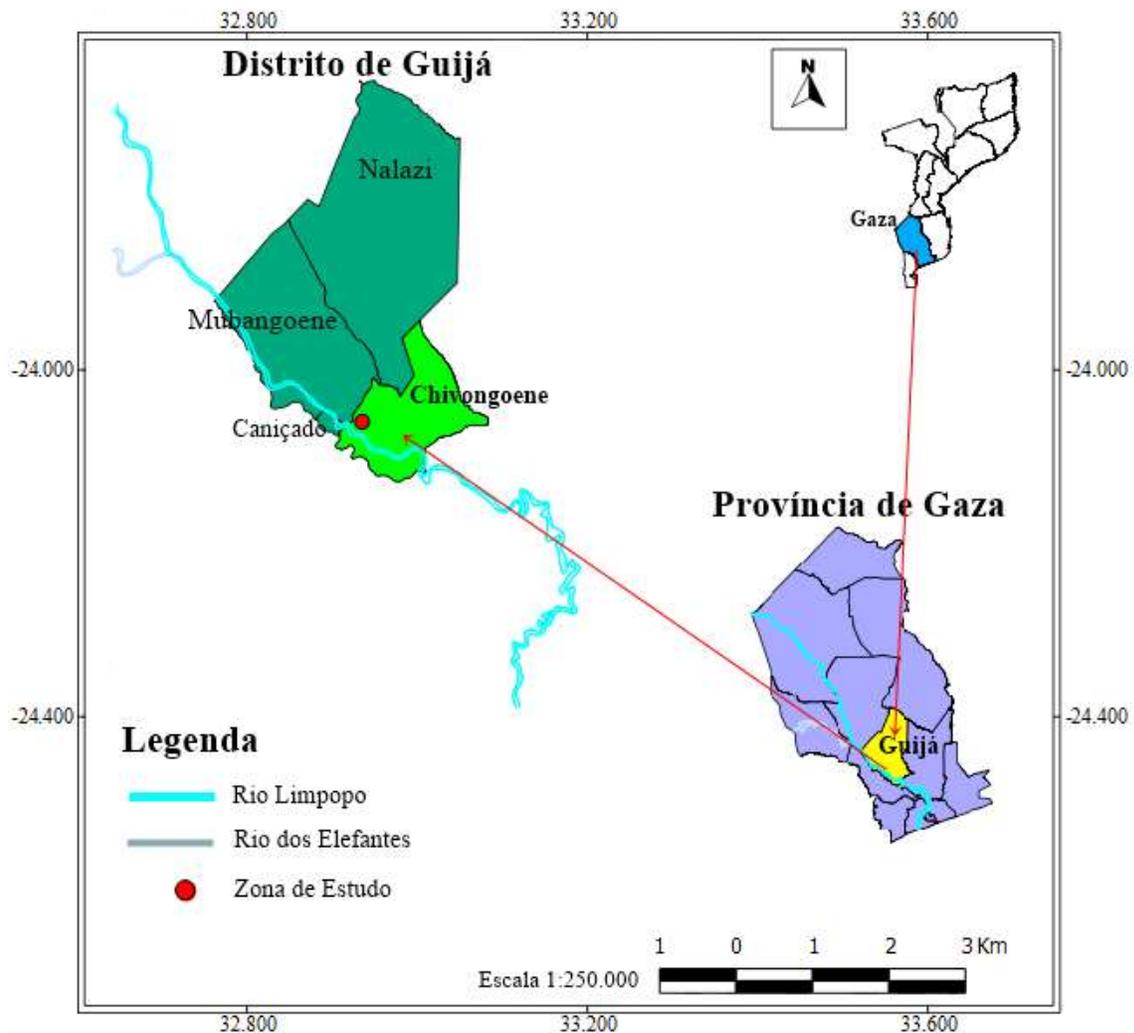
**1.2.2. Específicos:**

- ✓ Determinar a textura do solo nos campos de produção;
- ✓ Determinar as necessidades hídricas da cultura;
- ✓ Determinar os coeficientes de uniformidade;
- ✓ Avaliar a qualidade da água de rega.

### 1.3. Localização da área de estudo e suas características

O Distrito de Guijá com 3.1589 km<sup>2</sup> de superfície, correspondente a 5.6% de toda a área da Província, está localizado a Sudoeste da Província de Gaza, entre as latitudes 23°50' e 24°50'S, e entre as longitudes 32°25' e 33°40'E. O Distrito é limitado a Norte pelo Distrito de Chigubo, a noroeste pelo Distrito de Mabalane, a Sul pelo Distrito de Chókwè e a Sul pelo Distrito de Chibuto.

A área de estudo, localiza-se no distrito de Guijá, na província de Gaza, no Posto administrativo de Chivonguene à 20 quilómetros da vila de Caniçado e a 5 quilómetros, para a esquerda, da estrada nacional n° 208 em direcção ao distrito de Chibuto.



**Figura 1.1:** Mapa de localização da área de estudo.

### **1.3.1. Solos e Clima**

Os solos do Distrito são quase de aluviões argilosos com cobertura arenosa de espessura variável (mananga). Ao longo do rio Limpopo ocorrem solos de aluviões estratificados de textura grossa ou media, verificando-se areias um pouco a norte da vila de caniçado (Mubanguene), e argilas plásticas e vermelhas na sua parte sudeste em Chivonguene (PEDDG, 2012).

O Distrito apresenta um clima semiárido seco, com temperatura média anual entre 24-26C. É caracterizado por precipitação baixa e irregular, cuja média anual situa-se entre 400mm a 600mm, mostrando aumento relativo de pluviosidade de noroeste (Posto Administrativo de Nalazi), para sudoeste (Posto Administrativo de Chivonguene), tornando a agricultura em sequeiro numa actividade de risco. Devido a sua localização, o Distrito é susceptível a calamidades naturais tais como secas, cheias e vendavais (PEDDG, 2012).

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Eficiência de irrigação

A eficiência de aplicação refere-se a relação entre o volume de água disponível para a cultura e o volume aplicado pelo microaspersor (Bernardo, 2006). Em geral, a baixa eficiência nos projetos de irrigação esta relacionada com não uniformidade de distribuição da água. Segundo Frizzone (1992) a eficiência de aplicação incorpora a eficiência de distribuição e a eficiência em potencial de aplicação, dando ideia das perdas de água por percolação e por evaporação.

Dentre os sistemas de irrigação, a localizada apresenta maiores valores de eficiência de aplicação, da ordem de 80 a 90%, bem superiores as faixas de 60 a 80%, e de 50 a 70%, dos sistemas por aspersão e superfície, respectivamente (Keller & Bliesner 1990).

Nos sistemas de aspersão, microaspersão e gota-á-gota, os valores de eficiência de aplicação variam normalmente de 80% a 90%. Isso quer dizer que entre 80% e 90% do volume de água aplicado ficara disponível para a planta. Se a eficiência for baixa haverá a necessidade de se aplicar um volume maior para compensar as perdas, significando um desperdício de água e energia (Keller & Bliesner 1990).

#### 2.1.1. Microaspersão

A irrigação localizada caracteriza-se, basicamente, pela aplicação da agua numa fração do volume do solo, explorado pelas raízes da planta, de forma pontual ou em faixa continua, geralmente com distribuição pressurizada por meio de pequenos caudais e curtos intervalos de rega, mantendo níveis de umidade ideais para a cultura (Bernardo, 1995).

De acordo com Dantas Neto (1997), entre os métodos de irrigação existentes, a localizada vem sendo a mais utilizada nas regiões de maior escassez de água. Para Souza et al. (2005), o grande interesse despertado pelo sistema de irrigação localizada deve-se ao facto da sua aplicação, que molha apenas uma fração do sistema radicular das plantas e assim favorece a economia de água e o aumento na produção.

A irrigação localizada caracteriza-se pela aplicação de água, com pequenas caudais e alta frequência, de modo a manter um conteúdo adequado de humidade no volume de solo molhado (Lopez et al., 1992).

Segundo Lima e Azevedo (1991), a água é filtrada e conduzida ao solo através dos microaspersores, sendo em forma de gotas, filetes de água, pequenos jactos. A irrigação localizada tem potencial para apresentar maior eficiência de aplicação que os outros métodos, como de aspersão e superfície.

Segundo Paes (1985), os emissores constituem um dos componentes de maior importância, tanto no dimensionamento como no manuseio dos sistemas de irrigação, é de grande importância o conhecimento das suas características hidráulicas.

#### **2.1.1.1. Vantagens e Desvantagens**

✓ **Vantagens:**

- ❖ A irrigação não dificulta as outras operações de cultivo;
- ❖ Economia de mão-de-obra;
- ❖ Maior eficiência no uso da água;
- ❖ Maior controle da irrigação;
- ❖ Controle mais fácil de ervas daninhas;
- ❖ Economia de água e energia;
- ❖ Possibilidade de automação.

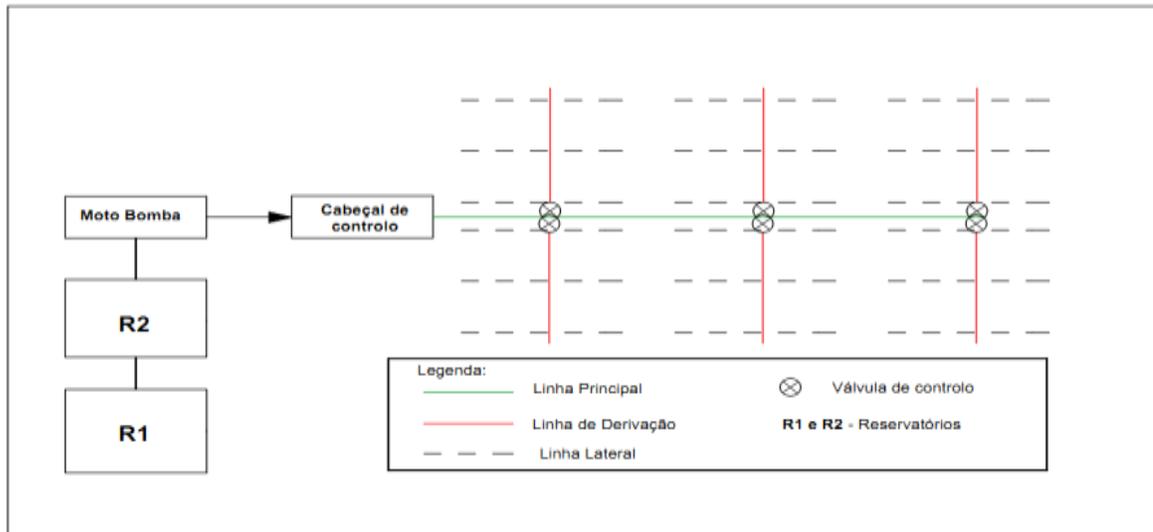
✓ **Desvantagens:**

- ❖ Sensibilidade à obstrução;
- ❖ Desenvolvimento radicular demasiadamente limitado;
- ❖ Custo de implantação.

#### **2.1.1.2. Componentes do sistema**

Os sistemas de irrigação por microaspersão normalmente é constituído de estação de bombeamento, cabeçal de controlo (filtros principais, injeção de fertilizantes, medição, proteção,

comando e controle), linha principal de distribuição, válvulas de controle, linhas de derivação de água, linhas laterais e microaspersores (**Fig. 2.1**).



**Figura 2.1:** Esquema do sistema de rega por microaspersão usado na TAFC. Fonte: Autor

#### a) Motobomba

Normalmente são utilizadas bombas centrífugas. Como a irrigação localizada consome menos água e energia, são utilizadas motobombas com potências pequenas, quando comparadas com a irrigação por aspersão.

#### b) Cabeçal de controle

O cabeçal de controle fica após a motobomba, no início da linha principal. O cabeçal de controle é constituído por: medidores de vazão, filtro de areia, tela ou disco, injetor de fertilizante, registros, manômetros.

#### c) Filtros

Os filtros são de três tipos mais comuns: de areia, de tela e de disco. O de areia é usado para reter o material orgânico e partículas maiores e, por isso, é o primeiro do sistema. Sua limpeza é feita com a retrolavagem, recomendada a cada aumento de 10 a 20 % da perda de carga normal do filtro, quando limpo (aproximadamente 2 mca). Atualmente, em função do grande desenvolvimento na área de sistemas automáticos de filtragem é comum a não utilização do filtro de areia (Miranda, 2003).



**Figura 2.2:** Filtro de areia. Fonte: Miranda (2003)

O filtro de tela tem grande eficiência na retenção de pequenas partículas sólidas, como areia fina, porém entopem facilmente com algas. A tela usada apresenta orifícios que podem variar de 0,074 mm (200 mesh ou malhas por polegada) até 0,2 mm (80 mesh) (Miranda, 2003). No filtro de disco o elemento filtrante é um conjunto de discos ranhurados que se comprimem umas contra as outras ao se enroscar a carcaça, formando um cilindro de filtragem. Os filtros de disco têm forma cilíndrica e são inseridos em série com a tubulação em posição horizontal. A água é filtrada ao passar pelos pequenos condutos formados entre os anéis consecutivos.



**Figura2.3:** Filtros de disco. Fonte: Miranda (2003)

Os elementos filtrantes são compostos de numerosos discos plásticos finos, que são armazenados num núcleo telescópico. Ambos os lados dos discos são ranhurados e as ranhuras atravessam uma as outras quando empilhadas e comprimidas juntas. O elemento filtrante do disco permite uma filtração profunda com alta capacidade de reter matéria orgânica.

A semelhança do filtro de areia, o filtro de disco possui volume de filtragem, com uma alta eficiência na separação de sólidos, graças ao grande número de capas filtrantes (em comparação

com a capa única do filtro de malha). O grau de filtragem depende do número de ranhuras existentes nos discos e oscila entre 0,42 e 0,11 mm. Existem várias cores para diferenciar os discos em função do número de ranhuras.

Uma vantagem destes filtros é que a limpeza é realizada facilmente abrindo a carcaça e aplicando nos discos um jato de água. Sua limpeza também pode ser automática, basta inverter o sentido do fluxo de água, o que tem popularizado o seu uso.

#### **d) Tubulações**

As tubulações utilizadas podem ser dos mais diferentes materiais. A linha de recalque e a linha principal são normalmente enterradas, e o material mais utilizado é o PVC. A linha de derivação, também normalmente é enterrada, apresenta inúmeras saídas para as linhas laterais e por isso são de polietileno, material que facilita a perfuração do tubo. As linhas laterais, em maior quantidade, são exclusivamente de polietileno, com diâmetros mais comuns de 3/8" e 1/2" para gotejamento e 1/2" e 3/4" para microaspersão (Miranda, 2003).

#### **e) Emissores**

Os gotejadores e microaspersores são as principais peças do sistema. Os microaspersores são pequenos aspersores de plástico, conectados diretamente sobre tubulações de pequeno diâmetro (13 a 19 mm). Oferecem mais vantagens para culturas de maior espaçamento e grande expansão do sistema radicular, como banana, limão, manga, etc. Diferem do gotejador por apresentar vazões mais elevadas. Em relação aos gotejadores, os microaspersores são menos susceptíveis ao entupimento, exigindo uma filtragem mais simples. O maior raio molhado dos microaspersores também tem sido uma vantagem comparativa (Miranda, 2003).



**Figura2.4:** Microaspersor, Fonte: Autor

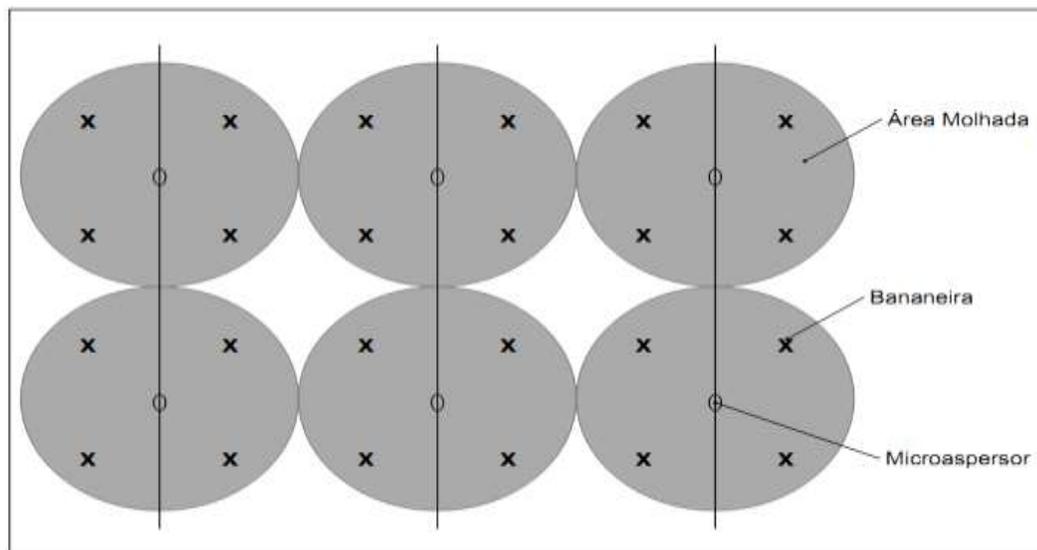
### 2.1.2. Características hidráulicas do microaspersor

O desempenho hidráulico de um emissor é determinado, dentre outros fatores, pela relação vazão e pressão. Segundo Botrel (1984), a relação entre vazão e pressão na entrada do emissor, a perda de carga localizada na inserção da linha lateral, o alcance do jato, o diâmetro, a forma dos bocais e a intensidade de precipitação constituem as principais características hidráulicas do microaspersor.

Segundo Nascimento *et al.* (1999), a relação vazão versus pressão e a uniformidade de fabricação, estão entre os fatores para se determinar as características hidráulicas de emissores de água em irrigação localizada.

De acordo com Keller e Bliesner (1990), os emissores devem apresentar descarga constante e uniforme, suficiente abertura para não provocar entupimentos, robustez, homogeneidade e serem de baixo custo.

Segundo Da Costa *et al* (1999), a área molhada pelo microaspersor deveria cobrir toda a zona radicular da cultura, isto é, o raio de precipitação do microaspersor é maior que a distância que o separa da cultura.



**Figura 2.5:** Esquema de distribuição típica dos microaspersores na cultura da bananeira irrigada por microaspersão. Fonte: Da Costa et al (1999).

Por mais precisos que sejam os processos de fabricação destes, é impossível se fabricar duas peças exatamente iguais. As pequenas diferenças entre dois emissores podem causar variações significativas na vazão do sistema. De acordo com Dantas Neto *et al.* (1997), pequenas diferenças entre dois emissores aparentemente idênticos podem causar variações significativas na vazão do sistema. Para Von Bernuth & Solomom (1986) essas variações são decorrentes dos vários processos envolvidos na fase de fabricação. Por mais esmerados que sejam tais processos, sempre ocorrem variações e, como a área de escoamento dos emissores é de milímetros quadrados, qualquer variação poderá afetar as vazões dos emissores a uma mesma pressão (Costa, 1994).

## **2.2. Caracterização da cultura da banana**

A banana é a principal fruta no comércio internacional e a mais popular no mundo. Em termos de volume é a primeira fruta exportada, perdendo apenas para as frutas cítricas em termos de valor, além de representar segurança alimentar para muitos países em desenvolvimento. Segundo informações da FAO, a produção de banana para exportação se faz principalmente no nível local e regional estimando-se que as exportações mundiais superem US\$5 bilhões por ano, o que a torna uma fonte vital de renda para muitos países (Unctad, 2003).

### **2.2.1. Aspectos fisiológicos da cultura**

Segundo Soto (1992) as bananeiras são plantas herbáceas com pseudocaule aéreo, que se originam de rizomas nos quais se desenvolvem numerosas gemas laterais ou “filhos”.

As folhas possuem uma distribuição helicoidal e as bases circundam o caule dando origem ao pseudocaule. A inflorescência é terminal e cresce através do centro do pseudocaule até alcançar a superfície. A bananeira apresenta crescimento lento até o quarto mês, com pequena absorção de nutrientes e demanda por água. No entanto, do quarto mês até o florescimento (sétimo ao décimo mês) o crescimento é intenso, com acúmulo significativo de matéria seca e, conseqüentemente, de nutrientes (Borges *et al.*, 1997).

A demanda da bananeira por nutrientes e água é a partir do primeiro ano de cultivo, quando passam a conviver três plantas de idades diferentes na mesma cova, e é ditada pela que estiver na fase mais exigente ou pelo somatório de todas.



**Figura 2.6:** Bananeiras com problemas de crescimento no Bloco 56, Fonte: Autor

### **2.2.2. Exigências edafoclimáticas**

A maioria das cultivares de bananeira é originária do continente asiático além de centros secundários na África (Dantas et al., 1997). Há referências da sua presença na Índia, Malásia e Filipinas, onde tem sido cultivada há mais de 4.000 anos (Moreira, 1999).

Apesar de requerer uma grande e permanente disponibilidade de água no solo, é cultivada também onde a pluviosidade se aproxima de 500 mm, em decorrência da existência de variedades com tolerância à seca e/ou uso de irrigação.

### **2.2.3. Demanda hídrica**

A bananeira é uma cultura exigente em água e a produtividade tende a aumentar linearmente com a transpiração. A transpiração, por sua vez, depende da disponibilidade de água no solo, podendo ser controlada pela irrigação. O uso da irrigação resulta em frutos de melhor qualidade e induz a aumentos na produtividade da cultura em pelo menos 40%, quando comparada à situação sem irrigação em regiões com precipitação inferior a 1200mm. Tais aumentos serão proporcionalmente maiores nas áreas de menor precipitação ou de maior déficit hídrico anual (Coelho *et al.*, 2001).

Uma planta pode consumir mais ou menos água, em função da fase fenológica da cultura e do clima. Este consumo, ou seja, a retirada da água do solo, se dá por dois mecanismos: a transpiração das folhas das plantas e a evaporação na superfície do solo. À combinação destes dois fatores, denominada evapotranspiração, é a quantidade de água que deve ser repostada às plantas para que as mesmas expressem o seu máximo vigor e produtividade (Hernandez, 2003). A quantidade de água evapotranspirada depende principalmente da planta, do solo e do clima, podendo ser determinada por vários métodos.

Conforme Moreira (1987), apud Simão (2002), a quantidade de água necessária à bananeira varia de 3 a 8 mm d<sup>-1</sup>; já Marinato (1980) cita que o consumo anual de água pela bananeira pode variar de 1.200 a 1.800 mm, enquanto para Robinson & Alberts (1989) esses valores podem variar de 1.200 a 2.690 mm, dependendo das condições climáticas locais.

### **2.3. Parâmetros importantes na rega por microaspersão e sua determinação**

#### **2.3.1. Infiltração da água no solo**

A infiltração da água no solo é o processo de entrada de água através da superfície do solo. Segundo Bernardo (1989), sob chuva ou irrigação contínua, a velocidade de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante. Esse valor constante que a velocidade de infiltração atinge com o passar do tempo é conhecido por velocidade de infiltração básica (VIB).

O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é de fundamental importância para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo.

Algumas taxas de infiltração típicas para diferentes tipos de solos estão apresentadas na tabela abaixo.

**Tabela 2.1:** Taxa de infiltração para os diferentes tipos de solo

Tipo de Solo	Taxa de Infiltração (cm/hr)	Taxa de Infiltração (mm/hr)
Areia	>3	>30
Franco-Arenoso	3-2	30-20
Franco-Limoso	2 – 1	20 - 10
Franco-Argiloso	1 – 0,5	10 - 5
Argiloso	< 0,5	< 5

Fonte: Adaptado de FAO SAFR (2002).

A infiltração pode ser determinada por três métodos (Bernardo, 2002), à saber:

#### **2.3.1.1. Método da entrada e saída da água no sulco**

Consiste em medir o caudal de entrada e de saída num sulco de largura e comprimento conhecidos. Este método tem a vantagem de medir a infiltração bidimensional nas condições de rega por sulcos, mas à desvantagem é de ser mais complicado e necessitar de outras determinações visto que envolve muitos parâmetros.

#### **2.3.1.2. Método de obstrução de sulcos**

Este método, consiste em construir uma bacia circular limitada por diques ou obstrução de um sulco em dois pontos. As operações neste método se comparam com a dos infiltrómetros. Tem a vantagem de providenciar a infiltração que ocorre numa área relativamente maior que a do anel duplo e a desvantagem é a sua baixa praticabilidade.

#### **2.3.1.3. Método de infiltrômetro de anel duplo**

Consiste em dois anéis, sendo um maior (para reduzir o efeito de bordadura) que o outro. Introduce-se água nos anéis (interior e exterior) simultaneamente e lê-se a profundidade de água que infiltra ao longo do tempo. Tem a vantagem de ser de fácil determinação e de quantificar a infiltração ao longo do tempo e permite análises indirectas através de equações do processo.

Os dados recolhidos no campo, os valores serão introduzidos na folha de cálculo “Excel” para obtenção dos parâmetros K e n da equação de infiltração. No método da regressão linear, os valores de A e B serão determinados pelas seguintes expressões propostos pelo Kostiakov:

$$A = \frac{\sum X * \sum XY - \sum X^2 * \sum Y}{(\sum X)^2 - m * \sum X^2} \quad (2.1)$$

$$B = \frac{\sum X * \sum Y - m * \sum XY}{(\sum X)^2 - m * \sum X^2} \quad (2.2)$$

**Onde:**

m = é o número de pares de dados de infiltração acumulado (I) e tempo de infiltração (T);

X = log T; e

Y = log I.

Matematicamente, segundo Walker (1989), a equação aproximada da infiltração cumulativa descreve-se da seguinte forma:

$$I_{cum} = K * t^n \quad (2.3)$$

**Onde:**

**I<sub>cum</sub>**= Infiltração acumulada (mm/min);

**K**= Constante que depende do tipo do solo e da humidade inicial;

**t** = O tempo [min] e

**n** = É considerada constante positiva e varia de 0 a 1.

A velocidade de infiltração instantânea (VI) é a derivada da infiltração acumulada, em relação ao tempo. Deste modo, foi calculada usando a equação 2.4.

$$VI = k.n.t^{n-1} \quad (2.4)$$

A equação de Kostiakov possui limitações para períodos longos de infiltração, pois neste caso, a TI tende a zero, à medida que o tempo de infiltração torna-se muito grande. Entretanto, na realidade, TI tende a um valor constante correspondente à VIB, diferente de zero.

A velocidade de infiltração média (VIm) é a divisão de I pelo tempo T:

$$VIm = KT^{n-1} \quad (2.5)$$

Onde:

TI = tempo de irrigação

### 2.3.2. Cálculo da velocidade de infiltração básica VIB

Para o cálculo da velocidade de infiltração básica do solo, usando a metodologia de infiltrómetros de anéis duplos, utilizou-se a equação seguinte.

$$VIB = 60 * K * a * \left[ \frac{-0.01}{60 * K * a * (a-1)} \right]^{\left( \frac{a-1}{a-2} \right)} \quad (2.6)$$

Onde:

VIB = a velocidade de infiltração básica.

A determinação da VIB pode ser feita em nível de campo, com a utilização de alguns equipamentos, porém, é um processo demorado e trabalhoso, sendo assim criou-se tabelas que expressam a classe do solo para uma determinada VIB (**Tabela 2.2**).

**Tabela 2.1:** Classificação do solo a partir do VIB

Tipo de solo VIB	(cm/h)
Solo de VIB muito alta	Alta > 3,0
Solo de VIB alta	1,5 - 3,0
Solo de VIB media	0,5 - 1,5
Sol de VIB baixa	< 0,5

Fonte: Bernardo *et al.*, 2006

### 2.3.2. Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

Christiansen (1942) foi o primeiro pesquisador que estudou a uniformidade de distribuição da água para aspersores rotativos, determinando o efeito da pressão de serviço, do espaçamento, da rotação e da velocidade do vento sobre a distribuição da água; estabeleceu o parâmetro conhecido como coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). O Soil Conservation Service (1968) propôs a

equação para cálculo do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), que considera a media dos 25% menores valores de precipitação em relação a media total.

Segundo Bernardo (2006), a eficiência de um sistema de irrigação, que é a relação entre a quantidade de água armazenada no sistema radicular e a quantidade total derivada da fonte, é um dos parâmetros para avaliar seu desempenho, sendo fundamental para sua determinação o uso do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen – CUC (Christiansen, 1942), e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição – CUD (Merriam & Keller, 1978), que preveem modelos já bastante validados na determinação da uniformidade de distribuição da água pelo sistema utilizado.

A uniformidade de irrigação é influenciada por uma série de factores entre eles a pressão de trabalho, diâmetro dos bocais, rugosidade dos orifícios, posição das plantas, presença de plantas espontâneas, altura do emissor e haste, entre outros (Silva & Silva, 2007).

Segundo Mantovani (2001), para ser considerado bom, o sistema de microaspersão deverá apresentar CUC e CUD de, no mínimo 90%. O resultado encontrado será enquadrado nos parâmetros descritos por Mantovani (2001) para determinação da classificação do sistema de irrigação, conforme Tabela 2.3.

**Tabela 2.2:** Classificação dos valores de CUC, segundo metodologia proposta por Mantovani (2001), para sistemas pressurizados de irrigação

<b>Valor do CUC (%)</b>	<b>Classificação</b>
<b>Maior que 90</b>	<b>Excelente</b>
<b>80 – 90</b>	<b>Bom</b>
<b>70 – 80</b>	<b>Razoável</b>
<b>60 – 70</b>	<b>Mau</b>
<b>Menor que 60</b>	<b>Inaceitável</b>

Fonte: Mantovani (2001)

Para avaliação da uniformidade da aplicação por microaspersão, o coeficiente mais conhecido e largamente utilizado é o de Christiansen (CUC), sendo 95% seu valor mínimo aceitável, podendo se admitir valores inferiores se a precipitação pluvial tem uma contribuição significativa durante a

estação de cultivo, ou se os sistemas são suficientemente reduzidos, compensando a diminuição do lucro devido a redução de produção da cultura (Sales, 1997).

$$CUC = 100\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - X|}{N \times X}\right) \quad (2.7)$$

**Sendo:**

N = número de coletores ou pluviómetros

X<sub>i</sub> = lâmina de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo

X = lâmina média aplicada

### 2.3.3. Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)

Criddle et al. (1956), introduziram outra medida da uniformidade, considerando a razão entre a média do menor quartil e a lâmina média coletada (CUD), que são mais recomendados para quantificar a uniformidade de distribuição de água para sistemas do tipo pivô central.

Outra medida de uniformidade é o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), que foi recomendado pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, a razão pela média de 25% dos menores valores de lâmina de irrigação e a lâmina média a ser aplicada na superfície do solo, sendo a eficiência-padrão. Kruse (1978), a denominou de uniformidade de distribuição, mas conhecida como Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

**Tabela 2.3:** Classificação dos valores de CUD, segundo metodologia de Merrian e Keller (1978) para sistemas pressurizados de irrigação

Valor da CUD (%)	Classificação
Maior que 90	Excelente
80 – 90	Bom
70 – 80	Razoável
Menor que 70	Mau

Fonte: Merrian e Keller (1978)

Para a determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), irá utilizar-se a equação proposta por Keller e Karmelli (1975), que consiste no quociente da média dos 25% de menores caudais ( $q_n$ ) e a média dos caudais ( $q_a$ ) dos emissores testados. Este coeficiente é mais indicado para a avaliação em sistemas de irrigação tipo localizada.

Para calcular os valores de CUD será respeitada a seguinte expressão:

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (2.8)$$

**Onde:**

**qn** = são as médias das 25% menores descargas dos emissores, em L h-1;

**qa** = média das descargas de todos os emissores, em L h-1.

#### 2.3.4. Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE)

Wicox e Swailes (1947) sugeriram outro coeficiente de uniformidade, denominado o coeficiente estatístico de uniformidade (CUE). Os autores substituíram o valor absoluto dos desvios, em relação ao valor médio do CUC pelo desvio- padrão, ou seja, pela soma dos quadrados dos desvios em relação ao valor médio, conforme Walker (1979) e Bernardo (1996). O CUE é calculado pela equação:

$$CUE = 100 \times \left( 1 - \frac{S_d}{x_{med}} \right) \quad (2.9)$$

**Onde:**

CUE - coeficiente de uniformidade estatístico (%);

$S_d$  - desvio-padrão dos valores de precipitação (mm).

#### 2.4. Qualidade da água para irrigação

A qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que possam atender aos múltiplos usos a que se destina (Araújo *et al* 2001). Segundo Hespanhol (2001), as condições geológicas e geomorfológicas da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e das ações do homem, também são determinantes para a qualidade da água.

#### **2.4.1. Entupimento dos Emissores**

A água natural pode conter uma grande quantidade de impurezas, características do ciclo hidrológico pelo qual passou. No ciclo, a evaporação da água até as nuvens constitui um processo natural purificador. Entretanto, na sua queda em forma de chuva, a água inicia um processo de contaminação cujo resultado dependerá das condições atmosféricas e climáticas da região em que cai, das características geológicas do terreno e da sua distribuição como águas superficiais e subterrâneas.

Segundo López Aguado (1992), dentre os problemas que se pode estabelecer, destacam os seguintes grupos de contaminantes da água:

- ❖ Matérias em suspensão: areia, argila, limo,
- ❖ Sais minerais em dissolução: cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, sílica, borro, etc;
- ❖ Matéria orgânica em suspensão;
- ❖ Organismos vivos que constitui a fauna e a flora do meio.

Os sistemas de irrigação localizada de alta frequência, principalmente o gotejamento e microaspersão, são os mais afectados pelos problemas de contaminação da água. O caso do microaspersor, visto que a água deverá passar pelo bocal através do microaspersor cujo diâmetro é menor (0.82-3.34mm) e forma (espiral labirinto, etc), para produzir perda de carga suficiente e conseguir baixas vazões de descarga (35-300 l/h). Esta situação possibilita uma fácil obstrução dos microaspersores se a água de irrigação transporta ou produz matérias que, uma vez neles depositados, reduzem progressivamente a passagem da água até chegar a obstrução total. Por isso a água não chega às plantas em quantidade suficiente para o seu adequado crescimento e desenvolvimento e, conseqüente uma boa produção.

O cabeçal de controlo, deverá obrigatoriamente dispor de elementos indispensáveis de infiltração e limpeza da água (filtros de disco, ou de tela) além de terem um bom conhecimento de todo o conjunto da técnica (Almeida, 2010).

#### 2.4.2. Causas do Entupimento dos Emissores

Segundo Almeida (2010), o sistema de rega, ainda que tenha um sistema de filtros adequados as características da água e do emissor, há risco de entupimento de origem física, química e biológica devido à presença de sedimentos sólidos, à formação de precipitados e ao desenvolvimento de colônias bacterianas, estando uma serie de elementos susceptíveis de produzir obstruções detalhados na **Tabela 2.5**.

**Tabela 2.4:** Influência da qualidade de água em criar problemas de entupimento nos sistemas de irrigação localizada

Problema	Unidade	Restrições de Uso		
		Nenhuma	Moderada	Severa
<b><u>Físicos</u></b>				
Sólidos em suspensão	mg/L	<50	50-100	>100
<b><u>Químicos</u></b>				
<i>p<sup>H</sup></i>		<7	7-8	>8
Sólidos solúveis	mg/L	<500	500-2000	>2000
Manganês	mg/L	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Ferro	mg/L	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Ácido Sulfúrico	mg/L	<0.5	0.5-2	>2
<b><u>Biológicos</u></b>				
Populações bacterianas	n°max.mg/L	<10000	10000-50000	>50000

Fonte: Almeida (2010)

As causas imediatas de entupimento normalmente decorrem de partículas inorgânicas ou orgânicas, sendo que o procedimento apropriado para evitá-las é a filtragem normalmente em filtros de tela ou de disco. As causas potenciais de entupimento, devido ao crescimento de microrganismos, ou resultantes de precipitações químicas, devem ser previstas com tratamentos químicos e cuidados especiais que exigem atenção e estudo do problema para cada caso.

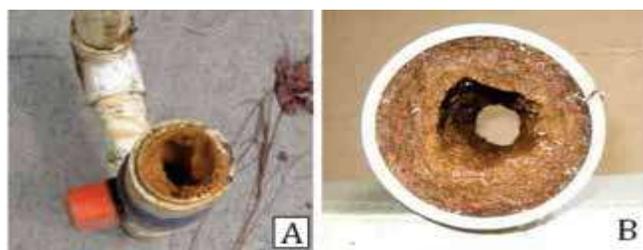


Figura 2.7: Entupimento em tubulação por ferro (A) e em detalhe (B). Fonte: Biscaro (2014)

## 2.5. Necessidades de rega da cultura de banana

Segundo Bernardo (1989) um dos métodos de cálculo da necessidade de água emprega o fator de correção da cultura (Kc) que ajusta a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), em evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>):

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (2.10)$$

Doorenbos & Kassam (1994) apresentaram valores de Kc para a bananeira em regiões de clima tropical (**Tabela 2.6**).

**Tabela 2.6:** Coeficiente de evapotranspiração (Kc) para a cultura de bananeira nos diferentes meses pós-plantio

Meses pós-plantio	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Kc	0.40	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.85	1.00	1.10	1.10	0.90	0.80	0.80	0.95	1.05

**Fonte:** Doorenbos & Kassam (1994).

A lâmina de água necessária para a irrigação pode ser estabelecida pelo acompanhamento da variação da umidade do solo, ao fixar um valor mínimo que pode ser atingido, sem que cause prejuízos à cultura, e pela evapotranspiração, que deve ser estimada a partir de uma série de dados mensais médios, admitidos, como sendo igualmente distribuídos durante o mês em consideração.

A lâmina necessária pode ser estabelecida de acordo com a equação a seguir:

$$LRN = TR \times Etc \quad (2.11)$$

### Em que:

LRN = lâmina real necessária, em mm;

TR = turno de rega, em dias;

Etc = evapotranspiração da cultura, em mm/dia.

### III. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida numa área de irrigação e produção agrícola de 9 hectares divididos em 3 blocos de 3 hectares cada na empresa The African Food Company, que se encontra instalado no Distrito de Guijá, Posto Administrativo de Chivonguene, que produz em regime industrial a cultura de banana para exportação. Neste capítulo de matérias e métodos, é apresentado de foram detalhada todo o tipo de instrumentos/materiais hidráulicos necessários e os respectivos procedimentos para a execução do trabalho final de monografia científica.

#### 3.1. Determinação da textura do solo

Para a determinação da textura do solo foi realizado a comparação dos valores obtidos no teste de velocidade de infiltração básica do solo (VIB) e da condutividade hidráulica.

##### 3.1.1. Determinação da infiltração

A infiltração da água no solo foi determinada usando o infiltrómetro de anel duplo e cronómetro. Montou-se os aneis duplos em três locais diferentes do campo, no bloco 1. Bloco 33 e bloco 56. Instalados os aneis, punha-se água em simultâneo nos dois anéis e com ajuda do cronómetro, registava-se a altura da água em intervalos de tempo iguais até que ela estabilizasse. Este processo, fez-se antes da rega para aproveitar a humidade mínima do solo no intervalo de rega considerado (Figura 3.1). Assim o local foi previamente inspeccionado e seleccionado, desprovido de sinais de uso.



Figura 3.1: Teste de infiltração do solo medido no campo. Fonte: Autor

### 3.1.2. Condutividade hidráulica do solo

A condutividade hidráulica é uma das propriedades físicas mais importantes que governam o movimento da água nos poros de solo. Este parâmetro hidráulico é definido como sendo a capacidade de um solo em transmitir água através de seus vazios, podendo ser determinado para a condição saturada, isto é, quando todos os poros estão cheios de água ou para a condição não saturada, isto é, quando apenas parte dos poros estão preenchidos por água.

Este método pode também ser usado como o permeâmetro de carga constante, para determinar a  $K_o$  do solo saturado, e o valor obtido é muito representativo.

$$K_o = \frac{VIB \times L}{L \times h} \quad (3.1)$$

**Onde:**

$K_o$  = Condutividade hidráulica do solo saturado (cm/h);

$L$  = comprimento do anel enterrado (cm);

$h$  = carga hidráulica (cm).

### 3.2. Teste de uniformidade em rega por microaspersão

Na irrigação por microaspersão, o sistema precisa ser avaliado após a implantação do projeto, visando verificar-se o seu desempenho está de acordo com o que foi pré-estabelecido, possibilitando, se necessário, a realização de ajustes para melhorar a sua performance, periodicamente, com o objectivo de avaliar a qualidade da manutenção e da gestão do sistema.

#### 3.2.1. Caudal do emissor (microaspersor)

Para a determinação do caudal dos microaspersores na área de cultivo, este foi usada a recolha do caudal usando o método de pluviómetros (garrafas plásticas de 500ml). As garrafas plásticas de 500ml da água da Namaacha, usadas como substitutos dos pluviómetros convencionais, foram cortadas a uma altura de 12 cm, por forma a utilizar-se a parte inferior mais regular.



Figura 3.2: Figurino das garrafas plásticas (pluviómetros) usados. Fonte: Autor

### **1º) Instalação das garrafas plásticas (pluviómetros)**

Os colectores foram instalados num sistema já existente na área de influência, entre quatro aspersores formando uma malha quadrada entre duas linhas laterais adjacentes e, com um espaçamento entre os colectores de 3m. A distância entre os colectores de precipitação era de 1.5 m, formando uma malha de 9 m<sup>2</sup>.



Figura 3.3: Instalação dos pluviómetros no campo. Fonte: Autor

### **2º) Colectores de dados referentes a precipitação nos pluviómetros:**

As precipitações foram colectadas nas garrafas plásticas instalados no decorrer da actividade de rega em campo.

O caudal real dos emissores, foi medido de acordo com a metodologia de Keller & Karmeli (1975), com modificação proposta por Deniculi et al. (1980) e apresentada por Mantovani et al. (2009), para avaliar a uniformidade de aplicação de água do projeto de irrigação localizada. Essa metodologia consiste na coleta de caudais de oito emissores em quatro linhas laterais, ou seja, a primeira lateral, a linha lateral situada a 1/3 da origem, a situada a 2/3 e a última linha lateral de cada unidade operacional do projecto de irrigação em estudo. Em cada uma das linhas laterais, serão seleccionados oito emissores (o primeiro emissor, o situado a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 do comprimento da linha lateral e o último emissor), conforme ilustrado na figura abaixo.

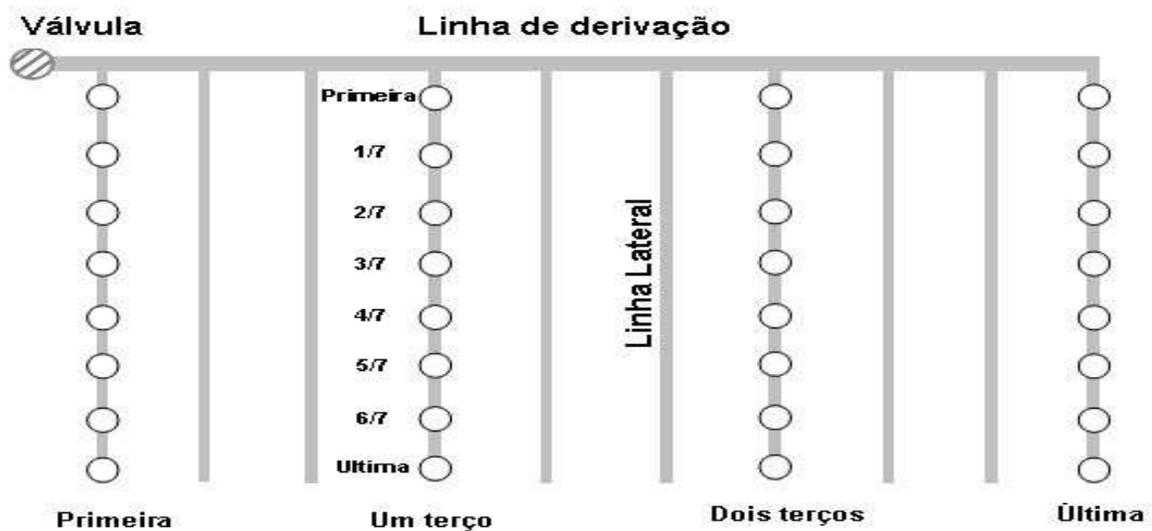


Figura 3.4: Esquema da determinação da uniformidade de rega por microaspersão, proposto por Keller & Karmeli (1975)

De referir que a distância entre as linhas laterais uma da outra é de 3 m, e entre os aspersores também é de 3 m, formando malhas de 9 m<sup>2</sup>.

### 3º) Leituras nos pluviómetros:

As leituras foram feitas após o fim do período da rega e colecta da precipitação dos microaspersores, com ajuda da régua para medir a altura da água que foi captada pela garrafa. Após o registo das leituras estas, foram calculados os volumes que cada garrafa captou com a fórmula abaixo, sabendo que cada garrafa tinha como raio da base 3cm.

$$v = \pi \times r^2 \times h \quad (3.2)$$

**Onde:**

- ✓  $v$  é o volume em (l),
- ✓  $r$  é o raio,
- ✓  $h$  é a altura da água na garrafa.

O caudal por sua vez foi achado mediante a aplicação da fórmula:

$$Q = \frac{v}{t} \quad (3.3)$$

**Onde:**

$Q$  é o caudal em (l/h),

$T$  é o tempo de irrigação em hora.

### 3.3. Medição da pressão

A pressão dos microaspersores instalados no sistema de irrigação, foi medida usando manómetros de pressão. Estes foram instalados na saída do tubo da água do microaspersor de modo a determinar em que pressão o jacto de água precipita sobre as culturas.



**Figura 3.5:** Manómetro. Fonte: Autor

### 3.4. Análises laboratoriais para a qualidade da água

Para a avaliação da qualidade da água, foram recolhidas amostras de água para as análises laboratoriais. As amostras foram recolhidas nas primeiras linhas dos blocos 1 e 56 do campo, usando garrafas de vidro de 1 litro e plásticas de 0.5 litros, observando todas as regras da colecta e conservação das amostras de água recomendadas.

As análises laboratoriais de parâmetros como sólidos em suspensão, pH, sólidos solúveis, ferro e população bacteriana foram usados os métodos de análise física, química e biológicas de água em uso na TAFC. A recolha das amostras, permite avaliar a qualidade da água que entra no sistema de rega, isto é, para determinar a influência da qualidade da água no entupimento do sistema de rega que reduz a eficiência de aplicação e distribuição do sistema durante a operação, deste modo ser possível identificar os problemas do sistema e propor algumas medidas que sejam efectivas, eficientes e económicas com vista a garantir uma produção estável e melhorar o desempenho do sistema.

As amostras recolhidas no campo foram enviados para os procedimentos laboratoriais no Laboratório Nacional de Higiene de Alimentos e Água em Maputo, os resultados são apresentados nas Tabelas em Anexo 7.

### **3.5. Determinação do coeficiente de uniformidade de christiansen (CUC)**

Para a determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), irá utilizar-se a equação 2.7 de acordo com por Mantovani (2001).

### **3.6. Determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD)**

Para a determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), irá utilizar-se a equação 2.8, proposta por Keller e Karmelli (1975), que consiste no quociente da média dos 25% de menores caudais ( $q_n$ ) e a média dos caudais ( $q_a$ ) dos emissores testados.

### **3.7. Determinação coeficiente de uniformidade estatística (CUE)**

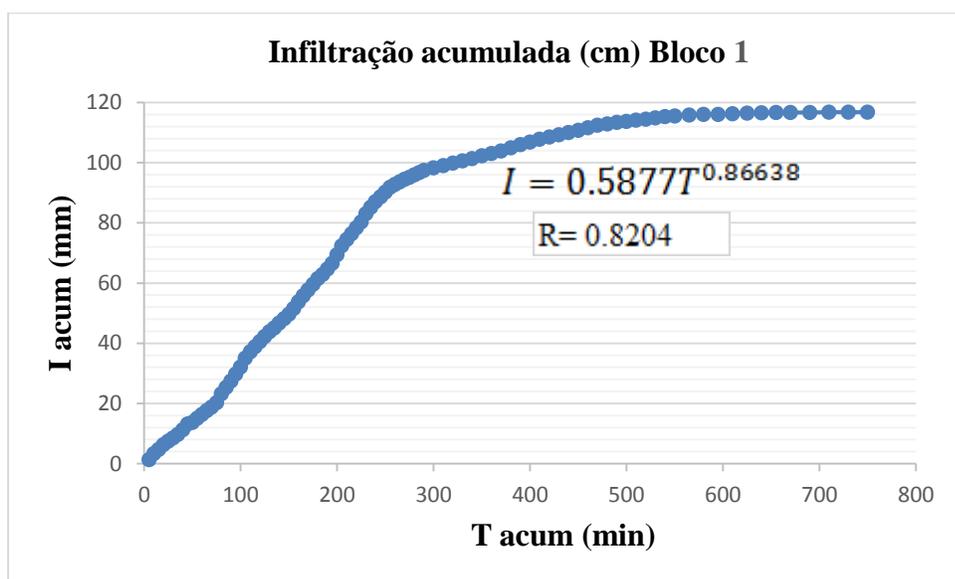
Para a determinação do coeficiente de uniformidade de estatística (CUE), irá utilizar-se a equação 2.9.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Infiltração

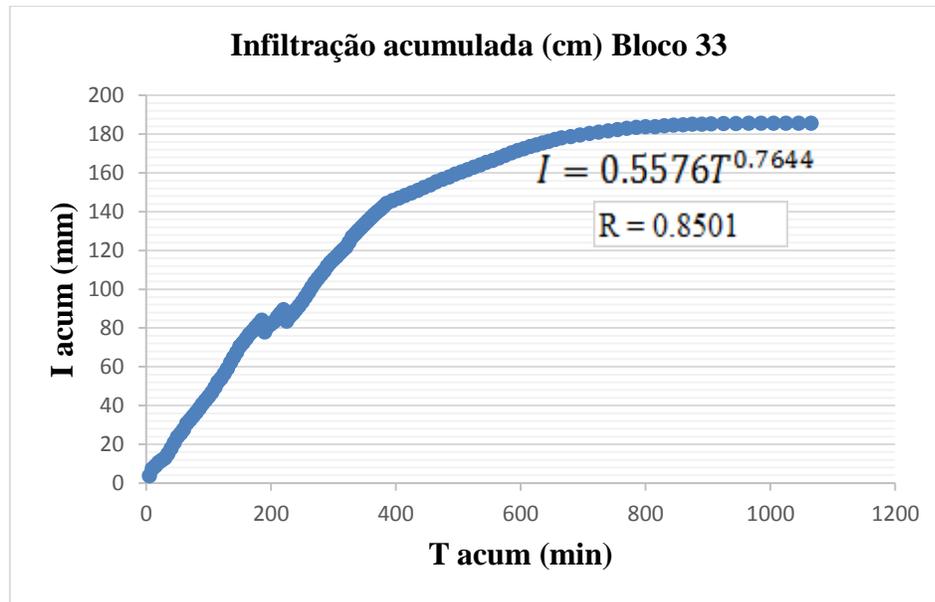
A velocidade de infiltração apresenta um valor máximo devido a baixa humidade do solo e, vai decrescendo com o tempo à medida que a humidade do solo aumenta, até atingir um valor que se mantém constante e coincide com a permeabilidade do solo no sentido vertical, denominando-se taxa de infiltração básica. A velocidade de infiltração é denominada instantânea. Na irrigação interessa mais a infiltração acumulada que indica a quantidade total de água infiltrada ao fim de um determinado tempo.

O solo do bloco 1, do campo onde foi feito o teste de infiltração básica do solo, apresenta de acordo com a classificação que é indicada na (Tabela 1) como média, com a função da infiltração acumulada média de ( $I = 0.5877T^{0.86638}$ )



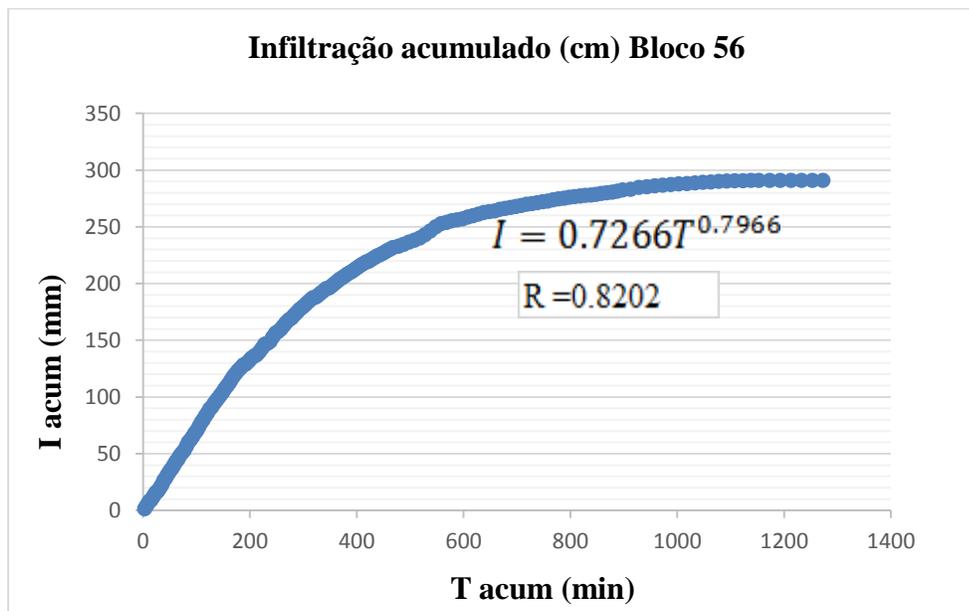
**Gráfico 1:** Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 1.

Nos solos do bloco 33, do campo da TAFC, onde foi feito o teste de infiltração básica do solo, apresenta de acordo com a classificação que é indicada na (Tabela 1) como Média, com a função da infiltração acumulada média de ( $I = 0.5576T^{0.7644}$ )



**Gráfico 2:** Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 33.

Nos solos do bloco 56, do campo da TAFC, onde foi feito o teste de infiltração básica do solo, apresenta de acordo com a classificação que é indicada na (Tabela 1) como Alta, com a função da infiltração acumulada média de ( $I = 0.7266T^{0.7966}$ )



**Gráfico 3:** Gráfico da infiltração acumulada do solo no bloco 56.

#### 4.2. Textura do solo nos blocos

A classificação da textura do solo nos blocos onde foram realizados os testes de infiltração no campo da TAFC, de acordo com os valores de velocidade de infiltração básica do solo (VIB) e da condutividade hidráulica do solo, foram classificados em franco limo argiloso, franco limo argiloso e franco arenoso, para os blocos 1, 33 e 56 respectivamente.

Tabela 4.1: Classificação da textura do solo através da VIB e Ko do solo

Sector	VIB (cm/h)	Ko (cm/h)	Solo	Classificação do solo
Bloco 1	1,19	0,62	Média	Franco limo argiloso
Bloco 33	1,246	0,648	Média	Franco limo argiloso
Bloco 56	4.058	2.11	Alta	Franco arenoso

#### 4.3. Coeficiente de Uniformidade

Com base nos resultados dos coeficientes de uniformidade obtidos no bloco 1 (Tabela 4.2), verifica-se que o desempenho do projeto de irrigação em estudo quanto à uniformidade de aplicação de água é considerado excelente, de acordo com a metodologia de Mantovani (2001).

Tabela 4.2: Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 1.

CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
91.00	89.53	87.36

Observa-se que para o sistema de irrigação por microaspersão, neste bloco, avaliado o CUE foi inferior ao CUC. Para López et al. (1992), isso ocorre porque o CUE é um coeficiente mais rigoroso quanto aos problemas de distribuição de água, que ocorrem ao longo da linha lateral, além de aumentar o peso de plantas que recebem menos água. Face a esta situação, Macedo et al. (2010), obteve resultados idênticos em um sistema de irrigação por microaspersão utilizando dois tipos de emissores, instalado com a cultura do mamão no perímetro irrigado Araras Norte, Varjota-CE. Tal situação, verifica-se também nos blocos 33 e 56 do sistema avaliado da empresa TAFC.

Para valores de bloco 33, quanto aos resultados de coeficiente de uniformidade obtidos, afirma-se de acordo com Mantovane (2001) que o projecto em causa apresenta uniformidade de aplicação de água considerado bom.

Tabela 4.3: Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 33.

<b>CUC (%)</b>	<b>CUD (%)</b>	<b>CUE (%)</b>
84.67	72.70.	75.55

Os resultados obtidos nos blocos anteriores contrastam com os obtidos no bloco 56 visto que este apresentam resultados que para este sistema de rega por microaspersão, segundo o que descreve Mantovane (2001), o projecto quanto a uniformidade de aplicação da água é considerado mau, conforme é ilustrado na tabela 4.4.

Tabela 4.4: Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, e Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE), do Projecto de microaspersão avaliado no BLOCO 56.

<b>CUC (%)</b>	<b>CUD (%)</b>	<b>CUE (%)</b>
69.33	42.00	45.20

As variações do caudal em todos os blocos, refletiram nos resultados de CUC e CUD, os quais apresentaram valores de 91.00%, 84.67% e 69.33 %, 89.53%, 72.70% e 42.00% respectivamente nos blocos 1, 33 e 56. Estes resultados apontam para um CUC considerado excelente a mau, conforme a tabela 2.3 descrita por Mantovani (2001) e um CUD bom a mau segundo Merrian e Keller (1978) respectivamente.

Um CUD menor é esperado pela maior rigorosidade deste Coeficiente em relação ao CUC, uma vez que neste primeiro são considerados os valores 25% das menores descargas obtidos no quadrante de sobreposição, afirmação sustentada por Cunha et al. (2009) ao comparar diferentes equações para cálculo de uniformidade de aplicação de água.

#### 4.4. Necessidade de água de rega

Tendo em conta o início do cultivo da cultura de banana iniciados no mês de Abril, segundo a TAFC, e em consideração que a bananeira tenha um ciclo de 15 meses, as necessidades de rega variam de 2.81 a 17.95 mm/mês nos meses de Junho a Janeiro respectivamente, conforme a tabela seguinte.

Tabela 4.5: Valores de evapotranspiração (ET<sub>o</sub>), constante da cultura (K<sub>c</sub>) e lamina real necessária (LRN).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>ET<sub>o</sub> (mm)</b>	5.44	5.15	4.50	3.37	2.61	2.08	1.88	2.41	3.46	4.22	4.63	5.33
<b>K<sub>c</sub> (-)</b>				0.4	0.4	0.45	0.5	0.6	0.7	0.85	1	1.1
<b>K<sub>c</sub> (-)</b>	1.1	0.9	0.8	0.8	0.95	1.05						
<b>Etc (mm)</b>				1.35	1.05	0.94	0.94	1.44	2.42	3.59	4.63	5.87
<b>Etc (mm)</b>	5.98	4.63	3.60	2.70	2.48	2.19						
<b>LRN (mm)</b>				4.04	3.14	2.81	2.82	4.33	7.26	10.76	13.90	17.60
<b>LRN (mm)</b>	17.95	13.90	10.81	8.09	7.45	6.57						

#### 4.5. Pressão

A pressão foi estimada usando o manómetro, num momento em que o sistema encontrava-se em funcionamento normal de modo a obter dados reais. No sistema, a pressão encontrada foi de 230Kpa para o bloco 1, 200Kpa para o bloco 33 e 150 a 130Kpa na entrada e na saída para o bloco 56 respectivamente.

#### 4.6. Entupimento dos microaspersores

De acordo com os resultados obtidos das análises laboratoriais de água apresentados na Tabela 4.6, o potencial de hidrogénio (pH) observa-se um valor abaixo (6.75 e 6.80 nos blocos 1 e 56 respectivamente) em relação ao grau de restrição proposto por Almeida (2010) descrita na Tabela 2.4.

Tabela 4.6: Resultados das amostras laboratoriais do Bloco 1 e 56.

<b>Parâmetro analisado</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado Bloco 1</b>	<b>Resultado Bloco 56</b>	<b>Unidade</b>
pH	Potenciométrico MI BO5	6.75	6.80	-
Ferro total	Absorção molecular	<0.2LQ	<0.2LQ	mg/L
Sólidos suspensos	Gravimétrico NMA BO9	100	0.25	mg/L
Sólidos dissolvidos	Gravimétrico NMA B10	400	300	mg/L
Quantificação de coliformes fecais	Membrana filtrante MI-P/LNHAA/ML/102	$1.1 \times 10^6$	$9.3 \times 10^3$	ufc/100mL

O nível de sólidos dissolvidos na água, analisados no laboratório, observa-se resultados que permitem fazer-se a rega sem nenhuma restrição como é proposto pelo Almeida (2010) e Nakayama & Bucks (1980).

A análise de sólidos em suspensão a uma temperatura de 105°C, revela que em relação a amostra recolhida no bloco 1, apresenta resultado de 100 mg/L que de acordo com Almeida (2010) e Nakayama & Bucks (1980), apresenta nível de restrição de uso do sistema moderado, o que contrasta com os resultados obtidos na amostra do bloco 56 onde o resultado verificado é de 0.25 mg/L, apresentando níveis de restrição baixa ou nenhuma de acordo com os mesmos autores.

O ferro total analisado no laboratório pelo método de absorção molecular, os resultados indicam que está dentro dos parâmetros recomendados, não havendo riscos que possam precipitar o entupimento do sistema de irrigação.

A água além de conter elemento que possa originar entupimentos do sistema no seu funcionamento, ela pode conter elementos contaminantes ao agente irrigante. Daí que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que as águas utilizadas nas irrigações irrestritas tenham menos de um ovo de nematoide por litro. Deste modo, quanto aos coliformes fecais, estabelece um limite máximo de 1000/100 mL. De acordo com os resultados laboratoriais da água nos blocos analisados, o parâmetro quantificação de coliformes fecais é severo em relação ao seu nível de restrição de uso.

## V. CONCLUSÃO

O sistema de irrigação avaliado apresentou uma Uniformidade de distribuição excelente a mau nos blocos 1 e 56 respectivamente, mostrando que o sistema possui falhas hidráulicas de dimensionamento, onde há microaspersores operando inadequadamente.

As falhas no funcionamento do sistema poderá ter a ver com a baixa pressão da água principalmente no bloco 56, onde todos os indicadores de desempenho demostram mau funcionamento.

Conclui-se também que o raio de alcance dos microaspersores igual à distância dos microaspersores com a zona radicular da cultura, influência na eficiência de aplicação da água.

Verifica-se também, que a textura do solo poderá influenciar de grande medida o armazenamento da água na zona radicular visto que para o bloco 56, está-se perante uma alta infiltração do solo, sendo de textura franco arenoso.

A pesquisa demonstra que em relação a lâmina real necessária para a irrigação, esta demonstra maior demanda nos meses da época chuvosa, caracterizadas pelas altas temperatura e por conseguinte maior evapotranspiração. Para esta cultura e nesta região, a lâmina máxima necessária é de 17.95mm no mês de Janeiro, e a mínima de 2.81 mm no mês de Junho.

De acordo com a pesquisa, conclui-se que a qualidade da água é boa, não influenciando no entupimento dos microaspersores.

Conclui-se também, que a baixa produtividade em algumas zonas do campo de produção, essa não é influenciada pela qualidade da água, estando relacionada com a baixa pressão da água e fraca distribuição da mesma nas zonas referenciadas.

## **VI. RECOMENDAÇÕES**

### **i) A empresa**

- ❖ Redimensionamento do sistema;
- ❖ Colocação de manómetro de mediação de água na saída do cabeçal de controlo, assim como nas válvulas do controlo da água;
- ❖ Instalação de um Pluviómetro por forma a conhecer a quantidade da chuva que cai e dessa forma quantificar o necessário para a rega;
- ❖ Para o bloco 56 e as redondezas onde o problema de eficiência é grave, pode se optar em aumentar o tempo de rega dos atuais 2 horas para 4 horas por turno de rega;
- ❖ Pode-se também optar em planificar a rega segunda a escala, irrigar os blocos em questão de forma exclusiva por forma a aumentar a pressão nesta zona.

### **ii) As instituições**

Execução de estudos do mesmo género em outros locais de produção usando rega por microaspersão, como é o caso da empresa Bananalândia.

### **iii) Aos investigadores**

- ❖ Realização de trabalhos de pesquisa de rega por microaspersão em Moçambique e publicação dos mesmos de modo a que haja mais informação a respeito da rega por microaspersão.
- ❖ Execução de estudos do desempenho de rega em outros locais de produção como é o caso da zona conhecida por New Place.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, O.A de; 2010, *Qualidade da Água de Irrigação*, Embrapa, 1ª ed. 234p.
- ARAÚJO, J.C.; SANTAELLA, S.T. *Gestão da Qualidade*. In: Gestão das Águas. Nilson Campos e Ticina Studart (Edit.). Porto Alegre, RS: ABRH. 2ª ed. 242 p. 2001.
- AZEVEDO H. M. 1986 *Irrigação localizada*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.139, p.40-53
- BERNARDI, C.C. 2003, *Reúso de água para a irrigação. Monografia de especialização* (MBA) ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília-DF, 52p
- BERNARDO, S., 1995, *Manual de Irrigação*. Vicosa, MG: UFV, Imprensa Universitaria, 596p.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. 2006, *Manual de irrigação*. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 625p.
- BERNARDO, S., 1989, *Manual de irrigação*. 5.ed. Viçosa:UFV, Imprensa Universitária, 596p.
- BISCARO, G. A., 2014, Sistema de irrigação localizada, 1 Ed. UFGD, 256p.
- CHRISTIANSEN, J. E. 1942, *Irrigation by Sprinkling*. Berkeley: California Agricultural Station. 124p. Bulletin, 670.
- CUNHA, F.F.;ALENCAR, C. A. B.; VICENTE, M. R.; BATISTA, R. O.; SOUZA, J. A. R.; 2009, *Comparação de equações para cálculo da uniformidade de aplicação de água para diferentes sistemas de irrigação. Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.17, n.5, p.404-417.
- DANTAS NETO, J.; MEDEIROS, M.G.A.; AZEVEDO, C.A.V.; AZEVEDO, H.M. de., 1997, *Performance hidraulica e perfil de distribuicao de agua do microasporador NAAN 7110, sob*

*diferentes condicoes de vento*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.1, p.57-61.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H.,1994, *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB, 306p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

FRIZZONE, J. A. 1992. *Irrigação por aspersão*. Serie Didática 3, Piracicaba: ESALQ – Departamento de Engenharia Rural, 53p

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. 1990, *Sprinkle and trickle irrigation*. New York: van Nostrand Reinhold, 652p.

KELLER, J.; KARMELI, D. 1975, *Trickle irrigation desing. Glendora: Rain Bird Sprinklers Manufacturing Corp.*, 133p.

HERNANDEZ, F. B. T. 2004, *Manejo da irrigação*. Disponível em<<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 27 abril de 2016.

LOPEZ, J.R.; ABREU, J.M.H.; REGALADO, A.P.; HERNANDEZ, J.F.G.,1992, *Riego localizado*. Madrid: Mundi-Prensa, 405p.

MACEDO, A. B. M., GOMES FILHO, R. R., LIMA, S. C. R. V., VALNIR JÚNIOR, M., CAVALCANTE JÚNIOR, J. A. H., ARAÚJO, H. F.,2010, *Desempenho Hidráulico de um Sistema de Irrigação por Microaspersão Utilizando dois Tipos de Emissores*. Revista Bras. Agric. Irrigada v.4, n.2, p.82-86.

MANTOVANI, E. C. AVALIA., 2001. *Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada*. Viçosa, MG: UFV.

MARINATO, R. *Irrigação da bananeira*. Informe Agropecuário, v.6 n.63, p.42-45, 1980.

MATOS, J. A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M., 1999, *Avaliação da distribuição de água de um microaspersor autocompensaste*. In: Revista Irriga, Botucatu, v.4, n.3, p. 168-174.

MAZZER, H.R.,2006, *Avaliação do desempenho de microaspersores em bancada de ensaio sob diferentes sistemas de aplicação*. Tese Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 55f.

MIRANDA, A. C. A.; FREITAS, P. S. L. 2003, *Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.2, n.3, p.257-261.

PAES, L.A.D.,1985, *Características hidráulicas dos microaspersores Dantas MA120 e Irtec e das linhas laterais em sistemas de irrigação por microaspersão*. Viçosa, 85f. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Viçosa.

PLANO ESTRATÉGICO DO DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO DE GUIJÁ. 2012

RASSINI, J. B., 2002, *Manejo da água na irrigação da alfafa num Latossolo Vermelho-Amarelo*. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 4, p. 503-507, abril.

ROBINSON, J. C.; ALBERTS, A. J.,1989, *Seasonal variations in the crop water- use coefficient of banana (cultivar William) in the subtropics*. Scientia Horticulturae, v.40, n.3, p.215-225.

SALES, L. E. O.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. S.; CURI, N.nov/1999, *Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo*. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.34, n.11,p.2091-2095.

SILVA, D. D.; RAMOS, M. M.; MARTINEZ, M.A.; DENÍCULI, W, 1997, *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.

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. 2005, *Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada*. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, ano 4, n. 8.

SOIL CONSERVATION SERVICE. 1968, National Engineering Handbook. Washington: *Sprinkler Irrigation*, Section 15, Chapter 11. 83 p.

SIMÃO, A. H., 2002, *Influência da percentagem de área molhada no desenvolvimento da cultura da bananeira irrigada por microaspersão*. Viçosa: UFV, 80p. Dissertação Mestrado.

SOUZA, J.A.R.; DENICULI, W.; BATISTA, R.O.; VAL, J.C.C.; MATOS, A.T., 2005, *Caracterização hidráulica de microaspersor aplicando água limpa, água residuária de avicultura e de bovinicultura*. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.13, n.3, 161-172, Jul./Set..

VIEIRA, D. B., 1989, *As técnicas de irrigação*. São Paulo: Globo, 263p.

# ANEXOS

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

**ANEXO 1:** Dados dos microaspersores nos Blocos 1, 33 e 56.

O tempo de funcionamento sendo de 40 min, e o raio do recipiente sendo de 3cm.

Bloco 1: Dados das precipitações dos microaspersores

Bloco 1	h (mm)	lxi-xl	media	h (m)	v (m3)	Q (m3/h)	Q (l/h)
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

c	3	1	4	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	5	1	4	0.005	0.00001413	0.000021195	0.021195
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	0	4	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
Media	4	27		media	0.000011304	0.000016956	0.01742229
Desvio	0.505436	soma				media25	0.01559952
CUE	0.873641					CUD	0.895377129
CUC	0.91					CUD	89.53%
CUC	91.00%						

O tempo de funcionamento sendo de 40 min, e o raio do recipiente sendo de 3cm

Bloco 33: Dados das precipitações dos microaspersores

Bloco 33	h (mm)	lxi-xl	media	h (m)	v (m3)	Q (m3/h)	Q (l/h)
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	1	3	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	1	3	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	0	3	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
media	3	46		media	0.000008478	0.000012717	0.013056
desvio	0.67349833	soma				media 25	0.009492
CUE	0.77550056					CUD	0.72704
CUC	0.84666667					CUD	72.70%
CUC	84.67%						

O tempo de funcionamento sendo de 40 min, e o raio do recipiente sendo de 3cm

Bloco 56: Dados das precipitações dos microaspersores

Bloco 56	h (mm)	lxi-xl	media	h (m)	v (m3)	Q (m3/h)	Q (l/h)
a	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	0	2	2	0	0	0	0
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	0	2	2	0	0	0	0
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	0	2	2	0	0	0	0
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	2	2	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	0	2	2	0	0	0	0
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
a	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
b	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
b	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
c	1	1	2	0.001	0.000002826	0.000004239	0.004239
a	2	0	2	0.002	0.000005652	0.000008478	0.008478
b	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

---

c	3	1	2	0.003	0.000008478	0.000012717	0.012717
a	4	2	2	0.004	0.000011304	0.000016956	0.016956
media	2	92		media	0.000005652	0.000008478	0.008478
desvio	1.095628	soma				media25	0.003561
CUE	45.21862					CUD	0.42
CUC	0.693333					CUD	42.00%
CUC	69.33%						



Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

**Evapotranspiração de referência (Eto-PM) em (mm/mês).**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1965	5.45	6.24	4.59	3.68	2.47	2.34	1.31	3.37	5.00	6.40	5.81	6.53
1966	5.87	4.95	4.84	3.97	1.84	1.57	2.17	2.82	4.67	6.34	6.14	5.73
1967	6.68	6.55	5.43	2.39	2.60	1.56	2.26	2.64	3.57	4.65	6.56	6.00
1968	6.85	5.41	4.92	3.79	3.04	2.29	2.89	4.07	5.91	7.89	6.63	7.52
1969	6.48	7.10	4.95	4.79	2.70	2.25	1.70	1.86	2.94	3.53	3.12	4.94
1970	5.96	7.05	6.15	5.08	3.63	2.92	3.02	4.27	6.58	6.12	7.17	8.65
1971	7.64	6.50	5.99	4.33	3.64	2.34	2.60	3.68	5.31	5.13	5.21	5.20
1972	5.67	6.01	3.76	3.34	2.99	1.69	1.84	2.23	3.81	4.80	4.47	5.39
1973	5.73	4.79	4.43	3.35	2.34	2.00	2.04	3.03	4.20	4.96	4.97	5.39
1974	5.28	4.55	4.34	3.32	2.77	1.74	2.18	3.02	2.96	4.74	4.04	4.17
1975	4.60	4.21	3.55	2.65	2.42	1.25	0.75	1.48	1.82	3.99	3.60	5.27
1976	5.24	5.73	4.89	4.00	2.61	2.62	3.20	3.42	4.53	5.34	6.65	6.80
1977	6.96	7.28	4.53	3.55	2.79	2.11	2.17	3.04	3.76	5.57	6.37	5.37
1978	4.86	5.17	4.47	3.69	2.69	1.57	1.55	3.54	4.45	5.36	4.74	4.13
1979	4.78	5.01	3.42	3.94	2.88	2.48	1.99	2.73	3.15	5.38	5.29	5.61
1980	5.49	5.29	4.63	4.42	3.25	1.59	1.44	2.46	3.81	4.57	5.36	5.39
1981	5.73	2.68	3.89	3.41	2.44	0.78	1.81	1.92	3.30	3.24	4.20	4.66
1982	4.80	4.29	4.68	3.73	2.65	1.42	1.66	2.01	3.10	3.76	3.61	4.74
1983	6.13	5.89	4.37	4.44	2.75	1.86	2.36	0.71	3.07	4.81	4.92	5.73
1984	5.42	3.06	4.94	1.29	3.05	1.56	1.98	2.58	3.49	3.65	4.47	4.66
1985	5.08	4.27	4.34	2.37	1.97	2.31	1.97	0.84	2.82	2.15	4.16	3.66
1986	4.82	4.52	4.37	3.55	2.88	2.11	2.04	2.90	3.59	4.14	4.52	4.99
1987	4.86	5.31	4.46	3.77	2.53	1.48	2.03	0.98	3.39	3.34	3.95	6.08
1988	4.40	5.10	3.37	1.67	1.72	2.69	0.71	2.90	5.80	2.10	2.78	3.42
1989	2.68	4.88	2.54	2.57	1.01	2.82	2.10	3.08	3.57	4.18	2.83	4.25
1990	2.78	3.63	1.97	3.93	0.87	2.29	0.47	2.86	1.65	1.54	2.89	2.41
1991	3.39	3.72	2.96	1.45	3.52	0.78	0.18	0.87	1.23	2.04	2.54	2.50
1992	3.91	2.70	5.31	3.04	1.68	0.48	1.12	0.25	2.20	3.29	2.97	4.97
1993	3.30	5.06	2.98	1.86	1.80	0.92	2.75	0.83	3.34	2.90	3.55	2.86
1994	3.51	2.87	3.22	3.00	1.54	1.25	0.91	1.49	1.73	3.00	3.17	4.01
1995	4.87	3.81	5.14	3.22	2.36	1.86	2.62	1.22	2.43	3.43	3.56	2.59
1996	3.68	5.14	3.28	3.16	2.21	2.07	1.25	1.78	2.07	5.44	3.18	4.74
1997	5.03	3.38	3.43	3.39	1.78	1.96	1.44	1.35	3.05	2.91	3.32	4.21
1998	4.84	4.55	4.00	1.47	2.03	2.10	0.95	3.04	2.04	1.55	3.59	2.61
1999	4.24	4.59	3.81	3.77	2.31	1.54	1.94	1.62	2.48	3.70	3.84	7.19
2000	6.56	6.51	6.03	4.72	3.37	2.85	2.98	3.41	4.55	5.68	5.92	7.27
2001	7.07	6.32	5.50	4.76	3.65	2.93	2.66	4.04	4.59	6.10	6.65	6.67
2002	7.36	6.69	5.69	5.12	3.74	2.89	2.81	4.08	4.57	6.18	6.10	6.85
2003	7.40	7.12	6.05	4.98	3.81	2.79	2.81	3.66	4.87	5.90	6.49	7.20
2004	6.96	6.47	5.59	4.67	3.31	2.62	2.28	3.52	4.45	5.36	6.65	7.16
2005	7.38	6.84	5.74	4.70	3.55	3.71	2.92	3.43	5.03	5.88	6.73	6.44
2006	6.49	7.18	6.88	4.32	3.08	2.50	2.82	3.42	4.16	5.10	3.84	6.07
2007	5.28	5.31	4.60	3.50	3.19	2.42	0.82	2.68	3.66	3.54	3.85	4.70
2008	5.13	5.49	4.50	3.79	3.06	2.14	2.15	3.02	3.39	3.98	4.53	4.98
2009	5.30	5.35	4.41	3.84	3.18	2.72	2.15	2.62	3.53	4.42	4.47	5.55
2010	7.08	6.78	6.11	4.86	4.18	2.93	2.92	3.36	4.57	6.29	6.68	7.23
2011	7.20	6.38	6.69	4.63	3.79	3.29	2.99	3.22	4.90	5.72	6.49	7.04
2012	6.90	6.77	6.12	4.41	3.72	3.29	2.82	3.60	4.87	5.84	6.38	9.87
Media	5.48	5.30	4.62	3.62	2.74	2.12	2.01	2.60	3.71	4.50	4.77	5.40

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

---

**ANEXO 4:** Determinação do teste de infiltração no bloco 1.

Ordem	T acum (min)	I acum (cm)						
1	0	0	36	175	59.6	72	420	108.6
2	5	1.4	37	180	61.5	73	430	109.3
3	10	3.4	38	185	62.9	74	440	110.1
4	15	4.8	39	190	64.7	75	450	110.8
5	20	6.4	40	195	66.6	76	460	111.6
6	25	7.5	41	200	69.5	77	470	112.5
7	30	8.6	42	205	72.4	78	480	112.9
8	35	9.7	43	210	74.5	79	490	113.4
9	40	11.3	44	215	76.4	80	500	113.8
10	45	13.2	45	220	78.4	81	510	114.2
11	50	13.8	46	225	80.4	82	520	114.5
12	55	15.1	47	230	83.1	83	530	114.9
13	60	16.4	48	235	85.2	84	540	115.3
14	65	17.7	49	240	87.1	85	550	115.6
15	70	18.8	50	245	88.7	86	565	115.9
16	75	20.3	51	250	90.3	87	580	116.1
17	80	23.3	52	255	91.9	88	595	116.1
18	85	25.4	53	260	92.8	89	610	116.3
19	90	27.5	54	265	93.7	90	625	116.5
20	95	29.8	55	270	94.5	91	640	116.6
21	100	32.1	56	275	95.2	92	655	116.7
22	105	35.1	57	280	96	93	670	116.7
23	110	37.2	58	285	96.7	94	690	116.7
24	115	38.9	59	290	97.5	95	710	116.8
25	120	40.6	60	300	98.3	96	730	116.8
26	125	42.3	61	310	99.1	97	750	116.8
27	130	43.9	62	320	99.9			
28	135	45.2	63	330	100.7			
29	140	46.7	64	340	101.4			
30	145	48.2	65	350	102.3			
31	150	49.7	66	360	103.1			
32	155	51.6	67	370	103.9			
33	160	53.8	68	380	105			
34	165	55.8	69	390	106			
35	170	57.7	70	400	106.9			
			71	410	107.8			

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

---

**ANEXO 5:** Determinação do teste de infiltração no bloco 33.

Ordem	T acum (min)	I acum (cm)						
1	0	0	46	225	83.5	92	525	162.9
2	5	3.7	47	230	86	93	535	164.2
3	10	7.4	48	235	87.6	94	545	165.4
4	15	8.9	49	240	89.5	95	555	166.5
5	20	10.7	50	245	91.4	96	565	167.7
6	25	11.8	51	250	93.5	97	575	169.1
7	30	12.9	52	255	96	98	585	170.3
8	35	15	53	260	98.5	99	595	171.5
9	40	17.9	54	265	101	100	605	172.5
10	45	20.8	55	270	103.4	101	615	173.6
11	50	23.7	56	275	105.6	102	625	174.5
12	55	25.6	57	280	107.5	103	635	175.4
13	60	27.5	58	285	109.4	104	645	176.3
14	65	30.6	59	290	111.8	105	655	177.2
15	70	32.5	60	295	113.7	106	665	178
16	75	34.4	61	300	115.3	107	680	178.8
17	80	36.4	62	305	116.9	108	695	179.6
18	85	38.6	63	310	118.6	109	710	180.4
19	90	40.6	64	315	120.2	110	725	181
20	95	42.6	65	320	121.6	111	740	181.7
21	100	44.6	66	325	124.3	112	755	182.4
22	105	46.7	67	330	127	113	770	183
23	110	49.4	68	335	128.7	114	785	183.5
24	115	52.1	69	340	130.3	115	800	183.9
25	120	53.9	70	345	131.9	116	815	183.9
26	125	56.5	71	350	133.6	117	830	184.3
27	130	59.1	72	355	135.3	118	845	184.6
28	135	62.2	73	360	136.8	119	860	184.8
29	140	64.8	74	365	138.4	120	875	185.1
30	145	67.4	75	370	139.8	121	890	185.1
31	150	70.5	76	375	141.2	122	905	185.3
32	155	72.3	77	380	142.7	123	925	185.4
33	160	74.5	78	385	144.2	124	945	185.5
34	165	76.7	79	395	145.8	125	965	185.6
35	170	78.3	80	405	147.1	126	985	185.6
36	175	80.2	81	415	148.3	127	1005	185.6
			82	425	149.6	128	1025	185.7

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

37	180	82.1	83	435	151	129	1045	185.7
38	185	84	84	445	152.4	130	1065	185.7
39	190	78	85	455	153.8			
40	195	80.8	86	465	155.5			
41	200	82.1	87	475	156.7			
42	205	83.4	88	485	157.9			
43	210	85.7	89	495	159.3			
44	215	87.4	90	505	160.5			
45	220	89.5	91	515	161.7			

**ANEXO 6:** Determinação do teste de infiltração no bloco 56.

Ordem	T acum	I acum	59	218	139.8	118	558	252.7
1	0	0	60	223	143.2	119	568	254
2	3	1.5	61	228	146.6	120	578	255.4
3	6	3.7	62	233	147.4	121	588	256.2
4	9	5.9	63	238	149	122	598	257
5	12	8.1	64	243	152.6	123	608	258.6
6	15	8.9	65	248	156.2	124	618	259.9
7	18	11.2	66	253	157.8	125	628	261.2
8	21	13.5	67	258	159.9	126	638	262.5
9	24	15.8	68	263	162.7	127	648	263.3
10	27	16.7	69	268	165.5	128	658	264.1
11	30	18.5	70	273	168.2	129	668	265.3
12	33	20.7	71	278	169.5	130	678	266.3
13	36	23	72	283	171.9	131	688	267.1
14	39	26.4	73	288	174.5	132	698	267.9
15	42	28	74	293	177.1	133	708	268.9
16	45	30.5	75	298	178.9	134	718	269.8
17	48	32.8	76	303	181.1	135	728	270.5
18	51	35.1	77	308	183.3	136	738	271.2
19	54	36.9	78	313	185.5	137	748	272
20	57	39.1	79	318	187.5	138	758	272.8
21	60	41.5	80	323	188.1	139	768	273.8
22	63	43.9	81	328	189.8	140	778	274.6
23	66	45.3	82	333	191.7	141	788	275.3
24	69	48.1	83	338	193.6	142	798	276
25	73	50.5	84	343	195.5	143	808	276.6
26	77	52.8	85	348	196.1	144	818	277.2

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto  
Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

27	81	56.5	86	353	197.7	145	828	277.6
28	85	60.2	87	358	199.7	146	838	278
29	89	62.2	88	363	201.7	147	848	278.6
30	93	65.1	89	368	203.7	148	858	279.3
31	97	68	90	373	205.2	149	868	280
32	101	70.5	91	378	206.9	150	878	280.6
33	105	74.1	92	383	208.4	151	888	281.3
34	109	77.7	93	388	209.9	152	898	282.5
35	113	79.9	94	393	211.4	153	913	283.1
36	117	83.4	95	398	212.9	154	928	284.8
37	121	86.3	96	403	214.7	155	943	285.4
38	125	89.2	97	408	216.3	156	958	286.1
39	129	91.2	98	413	217.7	157	973	286.7
40	133	94.4	99	418	219.1	158	988	287.3
41	137	96.7	100	423	219.8	159	1003	287.8
42	141	99	101	428	221.4	160	1018	288.2
43	145	101.6	102	433	222.8	161	1033	288.7
44	149	104.2	103	438	224.1	162	1048	289.1
45	153	106.8	104	443	225.4	163	1063	289.6
46	157	109.5	105	448	226.4	164	1078	290.1
47	161	111.9	106	453	227.9	165	1093	290.4
48	165	114.9	107	458	229.3	166	1108	290.6
49	169	117.9	108	463	230.4	167	1123	290.6
50	173	120.4	109	468	231.6	168	1138	290.8
51	178	123.2	110	478	232.8	169	1153	290.8
52	183	125.7	111	488	234.5	170	1173	290.9
53	188	128.2	112	498	236.5	171	1193	290.9
54	193	129.2	113	508	238.3	172	1213	290.9
55	198	131.6	114	518	240.1	173	1233	291
56	203	134	115	528	242.9	174	1253	291
57	208	136.2	116	538	246.4	175	1273	291
58	213	137.2	117	548	249.9			

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá

ANEXO 7: Resultados das amostras laboratoriais de água dos blocos 1 e 56 respectivamente.



**LNHAA**  
Laboratório Nacional de Higiene de  
Alimentos e Águas - MISAU

**Boletim de Análise de Água**

F/LNHAA/DQ/017  
Revisão/Edição: 01/A

---

Nº da Ficha:                      Código: 999                      SubCódigo: 999                      Nº de Registo: 2717/17

---

Proveniência da Amostra:      Flatagénio Aurélio Manhique -Gaza Rio Limpopo - B1, Bairro: , Av./Rua: , Nº

Tipo de Amostra:      Água de Irrigação                      Volume da Amostra:      500mL  
Data de Colheita da Amostra: 13/06/2017                      Data de Início da Análise: 14/06/2017  
Motivo:      Controlo de Qualidade                      Data de Fim da Análise: 22/06/2017  
Entidade Requisitante: Flatagénio Aurélio Manhique                      Resp. pela Colheita: Flatagénio Aurélio Manhique

Parâmetro Analisado	Método	AC	Resultado	Unidade
pH	Potenciométrico MI B05	n	6.75	-
Ferro total	Absorção Molecular NMAC22	n	<0.2LQ	mg/L
Sólidos Suspensos a 105°C	Gravimétrico NMA B09	n	100	mg/L
Sólidos Dissolvidos	Gravimétrico NMA B10	n	400	mg/L
Quantificação de Coliformes totais	Membrana Filtrante MI - P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	n	>2,4X10*6	ufc/100mL
Quantificação de Coliformes fecais	Membrana Filtrante MI - P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	n	1.1X10*6	ufc/100mL
Quantificação de E.coli	Membrana Filtrante MI - P/LNHAA/ML/102 2014-05-13	n	9,3X10*3	ufc/100mL

**JUÍZO**

---

Taxa:      1,550.00 (Mil e quinhentos e cinquenta meticais)

Observações: AC - Acreditado s - Parâmetro acreditado n - Parâmetro não acreditado MI – Método Interno  
Os resultados referem-se apenas a amostra analisada.  
Reprodução parcial proibida, excepto quando autorizada pelo Director do Laboratório.  
A amostragem não esta no âmbito da acreditação  
LQ- Limite de quantificação

**Directora do Laboratório**  
*Manhique*

---

Dra. Maria Nivalda Lázaro  
(Especialista)  
Data: 21/07/2017

Pag. 1 de 1

---

Endereço: Avenida das FPLM nº 2260 - Atrás do Hospital Geral de Mavalane (nas instalações do Centro de Saúde de Mavalane)  
Fax: +258 21 462714 - Telefone: +258 21 462715 - Telemóvel: +258 82 3069249 - Email: lnhaa@misaui.gov.mz - Maputo - Moçambique

Estudo do Desempenho da Rega por Microaspersão na Cultura de Banana no Posto Administrativo de Chivonguene Distrito de Guijá



**Boletim de Análise de Água**

F/LNHA/DQ/017  
Revisão/Edição: 01/A

Nº da Ficha: Código: 999 SubCódigo: 999 Nº de Registo: 2718a/17

Proveniência da Amostra: Flatagénio Aurélio Manhique - Gaza Rio Limpopo - B56, Bairro: , Av./Rua: , Nº

Tipo de Amostra: Água de Irrigação

Volume da Amostra: 500mL

Data de Colheita da Amostra: 13/06/2017

Data de Início da Análise: 14/06/2017

Motivo: Controlo de Qualidade

Data de Fim da Análise: 22/06/2017

Entidade Requisitante: Flatagénio Aurélio Manhique

Resp. pela Colheita: Flatagénio Aurélio Manhique

Parâmetro Analisado	Método	AC	Resultado	Limite Admissível		Unidade
				Mínimo	Máximo	
pH	Potenciométrico MI B05	n	6.80	6,5	8,5	-
Ferro total	Absorção Molecular NMAC22	n	<0.2LQ	-	-	mg/L
Sólidos Suspensos a 105°C	Gravimétrico NMA B09	n	0.25	-	-	mg/L
Sólidos Dissolvidos	Gravimétrico NMA B10	n	300	-	5	mg/L
Quantificação de Coliformes totais	Membrana Filtrante MI - P/LNHA/ML/102 2014-05-13	n	4.6X10* 5	-	<1	ufc/100mL
Quantificação de Coliformes fecais	Membrana Filtrante MI - P/LNHA/ML/102 2014-05-13	n	9.3X10* 3	-	-	ufc/100mL
Quantificação de E.coli	Membrana Filtrante MI - P/LNHA/ML/102 2014-05-13	n	4.3X103	-	-	ufc/100mL

**JUÍZO**

Taxa: 1,550.00 (Mil e quinhentos e cinquenta meticals)

Observações: AC - Acreditado s - Parâmetro acreditado n - Parâmetro não acreditado MI - Método Interno  
Os resultados referem-se apenas a amostra analisada.  
Reprodução parcial proibida, excepto quando autorizada pelo Director do Laboratório.  
A amostragem não esta no âmbito da acreditação  
LQ- Limite de quantificação

Directora do Laboratório

*Machungo*

Dra. Maria Nivalda Lázaro  
(Especialista)

Data: 21/07/2017