

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**LEVANTAMENTO DE DADOS PARA MANEJO RACIONAL DA
IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS**

DANILO LOURENÇO OLIVEIRA

**PETROLINA, PE
2016**

DANILO LOURENÇO OLIVEIRA

**LEVANTAMENTO DE DADOS PARA MANEJO RACIONAL DA
IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2016**

DANILO LOURENÇO OLIVEIRA

**LEVANTAMENTO DE DADOS PARA MANEJO RACIONAL DA
IRRIGAÇÃO EM ÁREAS DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: ____ de _____ de ____.

Profº. D.Sc. Luís Fernando de Souza Magno Campeche

Profº. D.Sc. Marlon Gomes da Rocha

Profº. D.Sc. José Sebastião Costa de Sousa
(Orientador)

RESUMO

Objetivou-se com esse projeto realizar o levantamento de dados para manejo racional da irrigação em áreas de pequenos produtores rurais. O projeto foi executado em duas etapas, onde a primeira consistiu no levantamento de dados e cadastramento de área para o trabalho, em sequência a elaboração e execução de manejo de irrigação nas áreas cadastradas. O cadastramento ocorreu a partir de reuniões na sede da cooperativa de produtores do núcleo de irrigação N4 e visitas nas propriedades. Foram cadastrados três produtores rurais, onde nestes foram realizados testes de infiltração de água no solo, capacidade de campo, vazão e uniformidade do sistema de irrigação. Em todas as áreas avaliadas os valores de umidade a capacidade de campo ficaram abaixo de 14% de peso e velocidades de infiltração básica de água no solo acima de 90 mm h⁻¹. Os coeficientes de uniformidade de Christiansen dos sistemas de irrigação avaliados ficaram abaixo de 65% para aspersão e 85% para microaspersão. O projeto foi bem aceito pelos produtores e as técnicas recomendadas, estão sendo empregadas pelos mesmos.

Palavras-chave: Infiltração de água, capacidade de campo, coeficientes de uniformidade de Christiansen.

DEDICATÓRIA

Com muito carinho dedico esse Trabalho de conclusão de curso aos meus pais Maria Lucilene Lourenço Oliveira e João Oliveira dos Reis por todo apoio e a minha querida noiva Lindslei Ferreira dos Santos por toda ajuda e paciência.

AGRADECIMENTOS

Graças ao meu Deus mais uma etapa está se findando. Depois de muita luta, muitos estudos, grandes desafios enfrentados, mais uma fase se inicia em minha vida. Agradeço a Deus pelo seu amor incondicional e pelo seu cuidado.

Agradeço aos meus pais, João Oliveira Reis e Maria Lucilene Oliveira, pela constante ajuda, fazendo sempre o possível para que eu pudesse chegar até aqui.

A toda minha família, tios, primos, avós e a todos os meus amigos, em especial Durval Júnior, Alexandre Neto e Jaiane Ferreira pelo apoio.

Agradeço em especial a minha querida noiva Lindslei Ferreira dos Santos que, mesmo em pouco tempo, tem se mostrado presente ao meu lado em me ajudar, tendo paciência e colaborando para o meu crescimento profissional.

Ao IF-Sertão-PE a todo seu corpo docente, técnicos administrativos e demais funcionários pela contribuição para a minha formação acadêmica em Engenharia Agrônômica e pessoal.

Ao professor supervisor José Sebastião Costa de Sousa pelos ensinamentos e suporte no que foi possível.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação

O domínio de uma profissão não exclui o seu aperfeiçoamento. Ao contrário, será mestre quem continuar aprendendo.

(Pierre Feuter)

LISTA FIGURAS

FIGURA 1 - VISUALIZAÇÃO DO PERÍMETRO IRRIGADO SENADOR NILO COELHO NÚCLEO 04 - PISNC N 04 (FONTE: GOOGLE EARTH, 2016).....	17
FIGURA 2 - ÁREA PLANTADA NO NÚCLEO 04 (FONTE: DINC – DISTRITO DE IRRIGAÇÃO NILO COELHO).	18
FIGURA 3 - VISITA TÉCNICA REALIZADA NA PROPRIEDADE (A). EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA LINHA PRINCIPAL (B). IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DO COQUEIRO (C).	20
FIGURA 4 - IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DO COQUEIRO (A). VISITA TÉCNICA REALIZADA NA PROPRIEDADE 2 (B). EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA LINHA PRINCIPAL (C).	20
FIGURA 5 - ÁREA AVALIADA DO LOTE 3.....	21
FIGURA 6 - LIMPEZA DA ÁREA (A). CONFECÇÃO DAS PAREDES DA BACIA (B). APLICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA (C).....	22
FIGURA 7 - SATURAÇÃO TOTAL DA BACIA (A). COLOCAÇÃO DA LONA PLÁSTICA (B). VEDAÇÃO DA ÁREA PARA CAPACIDADE DE CAMPO (C).	23
FIGURA 8 - REALIZAÇÃO DO CÁLCULO DO ESPAÇAMENTO DOS ANÉIS (A). ILUSTRAÇÃO DO CENTRO DOS ANÉIS (B). MEDIÇÃO DA ALTURA DA PAREDE DO ORIFÍCIO ONDE OS ANÉIS FORAM INSERIDOS (C).....	24
FIGURA 9 - INSERÇÃO DO ANEL NO SOLO (A). RETIRADA DO ANEL DO SOLO (B). NIVELAMENTO DO ANEL (C).	24
FIGURA 10 - PESAGEM DO CADINHO + SOLO (A). PESAGEM APENAS DO CADINHO (B).....	25
FIGURA 11 - SECAGEM EM ESTUFA (A). RECIPIENTE RETIRADO DA ESTUFA COM SOLO SECO (B).	26
FIGURA 12 - PAQUÍMETRO DIGITAL (A). AFERIÇÃO DO DIÂMETRO DO ANEL (B). AFERIÇÃO DA ALTURA DO ANEL (C).....	28
FIGURA 13 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO, LOTE 2 E 3.	31
FIGURA 14 - MICROASPERSOR USADO NA AVALIAÇÃO (A). COLETA DE ÁGUA (B). ANOTAÇÃO DO TEMPO GASTO EM CADA AVALIAÇÃO (C).	32
FIGURA 15 - MANÔMETRO USADO PARA AFERIR A PRESSÃO DA LINHA DE ASPERSORES (A). COLETA DA ÁGUA (B).....	34
FIGURA 16 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO INFILTRÔMETRO DE ANEL (A). LIMPEZA DA ÁREA (B). PREPARAÇÃO DA BACIA (C).....	36
FIGURA 17 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL, LOTE 1.....	40
FIGURA 18 - COLOCAÇÃO DOS COPOS COLETORES (A). DISTRIBUIÇÃO DOS COLETORES (B). REPRESENTAÇÃO DOS COLETORES DISTRIBUÍDOS NA ÁREA (C).....	41
FIGURA 19 - MEDIÇÃO DA ALTURA DA HASTE (A). DISTRIBUIÇÃO DOS COLETORES NA ÁREA (B). AFERIÇÃO DO VOLUME EM CADA COLETOR (C).....	42
FIGURA 20 - COMPARAÇÃO ENTRE UMIDADE E POROSIDADE DO SOLO NO LOTE 1.....	45
FIGURA 21 - VAZÃO ENTRE OS ASPERSORES REFERENTE AO LOTE 1.....	45
FIGURA 22 - REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E VOLUME DE ÁGUA COLETADA NA PRIMEIRA SUBÁREA, SALIENTANDO QUE O ASPERSOR SE LOCALIZOU ENTRE A COLUNA E E F, E ENTRE A COLUNA 4 Á 5.....	47

FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO E VOLUME DE AGUA COLETADA NA SEGUNDA SUBÁREA, SALIENTANDO QUE O ASPERSOR SE LOCALIZOU ENTRE A COLUNA E E F, E ENTRE A COLUNA 4 Á 5.	47
FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO E VOLUME DE AGUA COLETADA NA TERCEIRA SUBÁREA, SALIENTANDO QUE O ASPERSOR SE LOCALIZOU ENTRE A COLUNA E E F, E ENTRE A COLUNA 4 Á 5.	48
FIGURA 25 - VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO VERSUS A INFILTRAÇÃO ACUMULADA AMBAS EM MM/MINUTO EM FUNÇÃO DO TEMPO NO LOTE 1.....	49
FIGURA 26 - COMPARAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE CAMPO E A POROSIDADE TOTAL DO SOLO, NAS TRÊS DIFERENTES PROFUNDIDADES.	52
FIGURA 27 - VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO VERSUS A INFILTRAÇÃO ACUMULADA AMBAS EM MM/MIN EM FUNÇÃO DO TEMPO, LOTE 2.....	54
FIGURA 28 - COMPARAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE CAMPO E A POROSIDADE TOTAL DO SOLO, NAS TRÊS DIFERENTES PROFUNDIDADES.	57
FIGURA 29 - VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO VERSUS A INFILTRAÇÃO ACUMULADA AMBAS EM MM/MINUTO EM FUNÇÃO DO TEMPO, DO LOTE 3.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIVISÃO DE PROPRIEDADES NO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO COELHO.	16
TABELA 2 - ÁREA CULTIVADA NO PISNC – PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO COELHO EM 2016. -----	17
TABELA 3 - NÚMERO DE LOTES NO NÚCLEO 04 -----	17
TABELA 4 - VALORES RESULTANTES DAS ANÁLISE FÍSICA DO SOLO NO LOTE 1. -----	43
TABELA 5 - VALORES DE DENSIDADE APARENTE (DA), DENSIDADE DE PARTÍCULAS (DP) E POROSIDADE TOTAL (%). -----	44
TABELA 6 - VALORES RESULTANTES DAS ANÁLISE FÍSICA DO SOLO NO LOTE 2. -----	50
TABELA 7 - VALORES DE DENSIDADE APARENTE (DA), DENSIDADE DE PARTÍCULAS (DP) E POROSIDADE TOTAL (%). -----	51
TABELA 8 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO REALIZADA NO LOTE 2, RESULTANTES DOS 16 MICROASPERSORES DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO. -----	53
TABELA 9 - VALORES RESULTANTES DAS ANÁLISES FÍSICA DO SOLO NO LOTE 3. -----	55
TABELA 10 - VALORES DE DENSIDADE APARENTE (DA), DENSIDADE DE PARTÍCULAS (DP) E POROSIDADE TOTAL (%), DO LOTE 3. -----	56
TABELA 11 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO REALIZADA NO LOTE 3, RESULTANTES DOS 16 MICROASPERSORES DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO. -----	59

LISTA DE ABREVIATURAS

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

PISNC – Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho

FAO – Food and Agricultural Organization

DINC – Distrito de Irrigação Nilo Coelho

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba

SUVALE – Superintendência do Vale do São Francisco

SUDENE – Superintendência do Vale do Nordeste

Cc – Capacidade de campo

VIB – Velocidade de Infiltração Básica

CUC – Coeficiente de Uniformidade de Christiansen

CUD – Coeficiente de Uniformidade de Distribuição

Up – Umidade de solo por base Peso

MSU – Massa de Solo Úmido

Ma – Massa de água

Mss – Massa de solo seco

Ds – densidade global

LP – Linha Principal

VI – Velocidade de Infiltração

ODA – Overseas Development Administration

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho Núcleo 04.....	16
3 OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo Geral.....	19
3.2 Objetivos específicos.....	19
4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Capacidade de Campo (Cc).....	21
4.1.1 - Coleta das amostras no campo.....	21
4.1.2 - Análises no Laboratório de Solos.....	25
4.1.3 Densidade Global (P_a).....	29
4.2 Determinação da vazão (q).....	30
4.2.1 Coleta das amostras no campo.....	30
4.3 - Infiltração de Água no Solo (VIB).....	34
4.4 Uniformidade do sistema (CUC e CUD).....	40
5.1 - Lote 1 (Área de coco).....	43
5.1.1 Capacidade de Campo (Cc).....	43
5.1.2 Determinação da Vazão (q).....	45
5.1.3 Uniformidade do sistema (CUC e CUD).....	46
5.1.4 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB).....	49
5.2 - Lote 2 (área de coqueiro).....	50
5.2.1 Capacidade de Campo (Cc).....	50
5.2.2 Determinação da Vazão (q).....	52
5.2.3 Uniformidade do sistema (CUC e CUD).....	53
5.2.4 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB).....	53
5.3 - Lote 3 (Área de acerola).....	55
5.3.1 Capacidade de Campo (Cc).....	55
5.3.2 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB).....	57
5.3.3 Determinação da Vazão (q).....	58
5.3.4 Uniformidade do sistema (CUC e CUD).....	59
6 - CONCLUSÃO.....	59
7 - REFERÊNCIAS.....	60
8. APÊNDICE.....	62

1 INTRODUÇÃO

Segundo registros de dados meteorológicos, de entidades como Embrapa e INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, nos últimos quatro anos vêm ocorrendo regime pluviométrico abaixo da média no semiárido brasileiro. Diversas fontes hídricas estão com volumes de água próximo do volume morto (DNOCS, 2015). Esta situação afetou fortemente o rio São Francisco de modo que a barragem de Sobradinho/BA está com menos de 20% da sua capacidade (ANA, 2015).

Circunstância essa que exige estudos acerca do uso racional do recurso água, principalmente quando se trata de agricultura. Em dados globais a agricultura é responsável pelo uso de 70% de toda a água doce consumida no mundo (RODRIGUES & IRIAS, 2004) e é a irrigação a prática agrícola que mais utilizada desse recurso.

Porém, Coelho et al. (2005) afirmam que a demanda de água para a agricultura irrigada pode ser reduzida em função do emprego de sistemas mais eficientes e da adoção correta de técnicas de manejo.

Em se tratando de sistemas de irrigação mais eficientes no uso da água, foi constatado por Paulino et al. (2011), ao analisar dados do senso agropecuário de 2006, que no Brasil cerca de 54% (2,41 milhão de ha) da agricultura irrigada emprega o método de irrigação por aspersão (aspersão convencional, pivô central, etc.) contra 46% (1,44 milhão de ha) para o senso agropecuário de 1995/1996 (LOYOLA & SOUZA, 2001). Isso representa expressiva evolução nesse campo, pois no senso de 1995/1996 a irrigação por superfície (menor eficiência no uso da água dentre os métodos de irrigação, (BERNARDO et al., 2006) ocupava 48% de toda a área irrigada no país (1,49 milhão de ha), caindo para menos de 30% (1,34 milhão de ha) no senso de 2006. Ou seja, ocorreu um despertar para utilização de tecnologias de maior eficiência.

O manejo da irrigação, no entanto, não acompanhou a evolução dos sistemas. A citar trabalhos como o de Araújo et al. (2014) que identificaram excessos de irrigação em áreas irrigadas do distrito de irrigação de Curaçá/BA.

Os autores constataram que, apesar da razão global de consumo (que representa a quantidade total de água efetivamente utilizada pela cultura em um ciclo produtivo no distrito como um todo) estar dentro da faixa considerada aceitável, a razão de consumo de água por lote estava acima dos valores ideais.

Resultados similares foram registrados por Medeiros et al. (2003) que identificaram excessos de irrigação no perímetro irrigado de Pirapora/MG. Os autores sugerem a implantação de um plano de manejo de irrigação que vise à otimização do uso de água no perímetro.

Xavier et al. (2006) ao analisarem a percepção de produtores rurais do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho (PISNC) quanto ao uso de tecnologia poupadoras de água, identificaram que os mesmos tem baixa compreensão da necessidade de uso destas tecnologias e do manejo da irrigação. Evidenciando, assim, que é comum em perímetros irrigados a falta de consciência para o uso racional da água.

O manejo adequado da irrigação é, portanto, indispensável para a diminuição dos desperdícios de água em áreas irrigadas, e projetos que visem à conscientização dos irrigantes para a temática, são oportunos nesse momento de crise hídrica e após, fazendo a racionalização da água.

O presente trabalho teve como objetivo Realizar o levantamento de dados que possibilitem o manejo adequado da irrigação em áreas irrigadas de produtores rurais do PISNC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Situado na zona mais árida do Nordeste brasileiro, às margens do rio São Francisco, no extremo oeste de Pernambuco e norte da Bahia, o Polo de Desenvolvimento Petrolina-Juazeiro é formado por oito municípios – Petrolina, Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Orocó, em Pernambuco; Juazeiro, Sobradinho, Casa Nova e Curaçá, na Bahia. Suas condições naturais (solo, clima, topografia etc.) são excepcionais para o desenvolvimento da fruticultura; o único fator limitante para esta atividade agrícola na região é o baixo nível de precipitações pluviométricas, com um período de estiagem anual de oito meses, de abril a novembro (SOBEL, 2006).

Sendo assim, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE - , na década de 1960, com assessoria da FAO – Food and Agricultural Organization fez um levantamento de dados sobre o solo e a água na região do submédio São Francisco em uma área de aproximadamente 60.000 hectares afim da implantação

do projeto de irrigação, considerando a criação de um polo de desenvolvimento econômico e social para a região (DINC, 2016).

A partir de 1969, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF, órgão governamental da Administração Pública Federal ligada ao Ministério da Integração, à época chamada de Comissão do Vale do São Francisco, iniciou os estudos para a criação de um pólo de desenvolvimento econômico fundamentado na produção agropecuária. Até esta data a agricultura local era realizada, na sua maioria, como forma de subsistência sendo produzidos, basicamente, o milho, o feijão e a mandioca irrigados pelas precipitações de chuvas nos meses de inverno ou pela água captada diretamente do rio São Francisco nas áreas ribeirinhas à foz (DINC, 2016).

A economia girava em torno, principalmente, da produção e comercialização de caprinos e bovinos de leite e corte como também do comércio de varejo e atacado dos bens de produção locais, haja vista a importância das duas cidades, Petrolina e Juazeiro, como entreposto na rota comercial do semiárido nordestino e da notada expressão econômica na região do Vale do São Francisco (DINC, 2016).

Foi em 1969 que a SUVALE realizou estudo de viabilidade técnico-econômico para uma área de 6.000 ha. Em 1977 a CODEVASF contratou a elaboração de um projeto executivo visando implantar a agricultura irrigada como alternativa de desenvolvimento da região Petrolina-Juazeiro seleciona uma área de 15.000 ha nos setores PA-I, PA-II, PA-III que faziam parte do Projeto Massangano que veio a ser chamado de NILO COELHO posteriormente (DINC, 2016).

Assim sendo, a CODEVASF assinou convênio com a CHESF para a construção da obra de tomada d'água para o projeto partindo do lago de Sobradinho (BA) via galeria de condução sob o dique "B" da barragem. A construção do projeto se iniciou em 1979 com a implantação das obras principais. Em 1980 a ODA – Overseas Development Administration formulou para CODEVASF uma proposta de adequação do método de irrigação por gravidade para o tipo de solo prevalente e recomendou o método de irrigação por aspersão (DINC, 2016).

Estes estudos positivos tornaram o sonho possível e em 1979 os recursos federais foram aprovados pelo Ministério da Agricultura que à época estava à frente dos estudos juntamente com a Comissão do Vale do São Francisco. As obras iniciaram-se em 1980 ao custo de U\$ 200.000.000,00 (Duzentos milhões de dólares) e levaram 4 anos para serem concluídas (DINC, 2016).

A CODEVASF entendeu que as observações apresentadas pela ODA eram procedentes e contratou a revisão e adequação do projeto original ao novo sistema escolhido, esta modificação permitiu redefinir a área a ser beneficiada passando para 20.018 ha. Pelo novo projeto, a maioria destas áreas adicionais seria destinada a empresas, a CODEVASF decidiu que a água para estas seria sem pressurização. As obras do projeto original e suas ampliações foram estabelecidas entre os anos de 1979 a 1983, ano em que foi realizado o primeiro assentamento de produtores. O projeto passou a ser um perímetro público com 41.000 hectares de área totais sendo 22.949 ha destinados para agricultura irrigada (DINC, 2016).

A CODEVASF administrou o perímetro no período compreendido entre 1984 a 1986, fase inicial dos trabalhos de assentamento e produção agrícola vindo a repassar a gestão aos produtores que administraram o perímetro até 1989 através de associações por núcleos de produção. A divisão física do projeto por núcleos facilitava o controle e administração geográfica do projeto, contudo esse modelo de gestão não foi bem sucedido e a partir de 1989 o projeto Senador Nilo Coelho passou a ser administrado pelo modelo de gestão distrital tal como é até hoje (DINC, 2016).

De 1983 até presente data, a ocupação e implantação das áreas de produção do perímetro irrigado Nilo Coelho, vêm em constante crescimento com ocupação plena atualmente, inclusive registrando uma significativa expansão, sendo hoje a área irrigada superior à prevista de acordo com estudos técnicos da ENCO-TAHAL (DINC, 2016).

Com as áreas do setor Maria Teresa, área incorporada ao projeto Nilo Coelho posteriormente, mas que fazia parte do Projeto Pontal, e as expansões havidas pelo acréscimo das áreas adicionais adjacentes, estimamos que na atualidade a área irrigada ocupada seja da ordem de 24.837 há, um acréscimo de 4.819 há. O projeto gera oportunidades de negócio e emprego para mais de 90.622 pessoas direta e indiretamente (dentro e fora do Perímetro) (DINC, 2016).

O PISNC - Perímetro de irrigação Senador Nilo Coelho, possui hoje uma área total de 41.000 hectares sendo uma área Irrigável igual a 23.260,66 hectares (17.735 hectares área Nilo Coelho e 5.526 hectares área Maria Tereza), com um Investimento até 2009 de R\$ 529.302.968,77, e tem uma distribuição de 976 km de canais; 818 km de adutoras, 711 km de estradas; 263 km de drenos; 39 estações de bombeamento (DINC, 2016).

Reconhecido como o maior perímetro público do Brasil, o PISNC contém um elevado número de produtores cultivando várias culturas, sobretudo frutas tropicas. Na Tabela 1 encontra-se exposto a divisão de proprietários no PISNC, entre as áreas do Nilo Coelho e Maria Tereza. Como se pode observar, atualmente existem na área do Nilo Coelho 37 grandes empresas, cujas propriedades são de áreas acima de 50,00 ha, que juntas totalizam 5.216,43 ha; 247 pequenas e médias Empresas, com propriedades entre 7,10 e 50,00 ha, totalizando uma área de 5.533,54 ha; e 1.390 pequenos produtores, com propriedades que não ultrapassam a área de 7,00 ha, 36 cujas propriedades somadas representam uma área total de 8.749,88 ha. Na área do Maria Tereza temos: 48 grandes empresas, totalizando uma área de 869,38 hectares; pequenas e médias empresas são 20, cuja soma das propriedades resulta em uma área de 1.606,16 ha; e um número de 552 pequenos produtores, que juntos totalizam uma área de 2.971,29 ha. Os somatórios das duas áreas do Projeto geram, então, os seguintes números para o perímetro, 85 grandes empresas, atingindo uma área cultivável de 6.085,81 ha; 267 pequenas e médias empresas somando uma área de 5.139,70 ha; e um número de 1.942 pequenos produtores, totalizando, 11.721,1 ha (FEITOSA, 2012).

Tabela 1 - Divisão de propriedades no perímetro de Irrigação Senador Nilo Coelho.

Categoria		Área Nilo Coelho	Área Maria Tereza	Total	Área de classificação
Grandes Empresas	Nº hectares	37 5.216,43	48 869,38	85 6.085,81	Acima de 50,00 ha
Pequenas e médias empresas	Nº hectares	247 3.533,54	20 1.606,16	267 5.139,70	De 7,10 a 50,00 ha
Pequenos produtores	Nº hectares	1.390 8.749,88	552 2.971,29	1.942 11.721,10	Até 7,00 ha

Fonte: Dinc – Distrito de Irrigação Nilo Coelho

Predominância da fruticultura, com destaque para manga, seguida da produção de uva, coco, goiaba, respectivamente (Tabela 2).

2.1 Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho Núcleo 04

Com sua fundação no ano de 1984, com a vinda de 164 colonos, o núcleo 04 teve sua primeira produção no ano de 1985 com a cultura do algodão, sendo a irrigação por aspersão utilizada, recomendada pelo DINC, Figura 1.

Tabela 2 - Área cultivada no PISNC – Perímetro de Irrigação Senador Nilo Coelho em 2016.

CULTURAS POR ÁREA (REF. 06/2016)		
Culturas	Área em há	%
Manga	8.218,26	37,11%
Uva	4.776,82	21,57%
Coco	2.545,03	11,49%
Goiaba	2.030,55	9,17%
Banana	2.016,38	9,11%
Acerola	1.013,85	4,58%

Fonte: DINC – Distrito de Irrigação Nilo Coelho

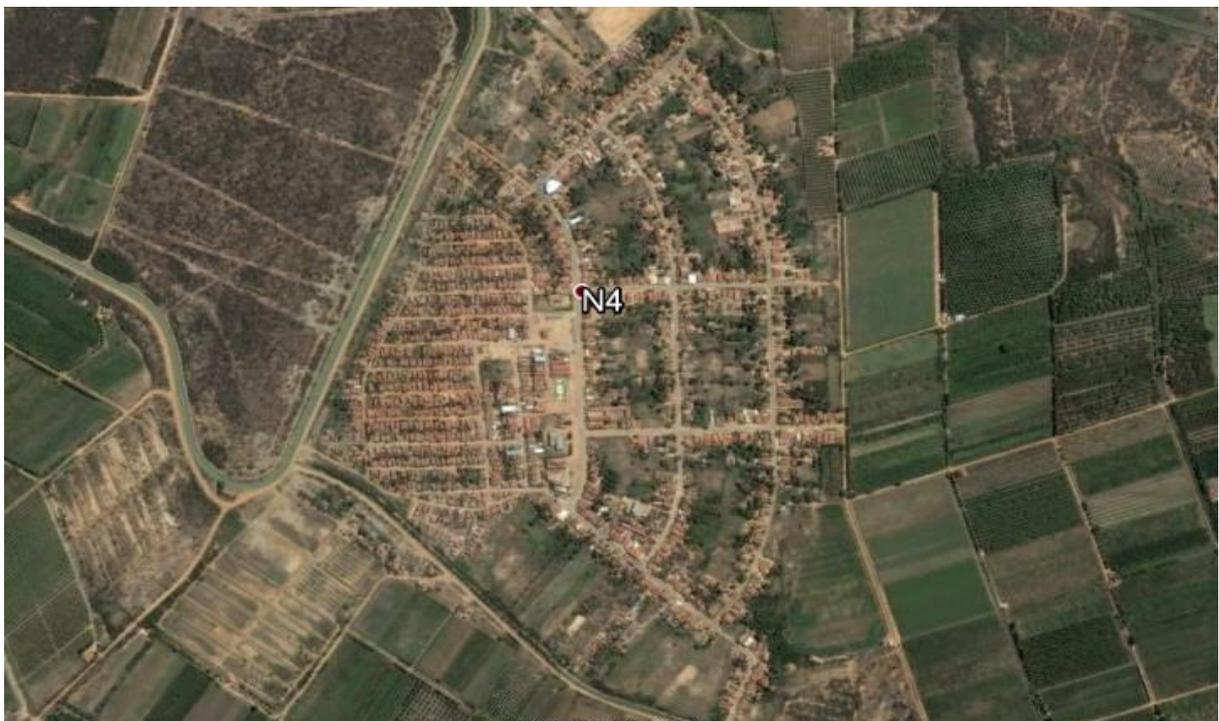


Figura 1 - Visualização do Perímetro irrigado Senador Nilo Coelho Núcleo 04 - PISNC N 04 (Fonte: Google Earth, 2016)

Hoje com pouco mais de 10.000 habitantes, o núcleo 04 possui pouco mais de 300 produtores e 168 lotes divididos de acordo com a Tabela 3 (DINC, 2016).

Tabela 3 - Número de lotes no núcleo 04

NÚMERO DE LOTES - NÚCLEO 4				
NUCLEO	PEQUENOS Quant. LOTE Até 7,0 ha	MÉDIOS Quant. LOTE 7,01-50,0 ha	GRANDES Quant. LOTE Acima de 50,0 ha	TOTAL
N-04	135	32	1	168

Fonte: DINC – Distrito de Irrigação Nilo Coelho

No núcleo 04 a cultura com maior área plantada é a manga seguida de coco, acerola, uva, banana e goiaba (Figura 2) (DINC, 2016).

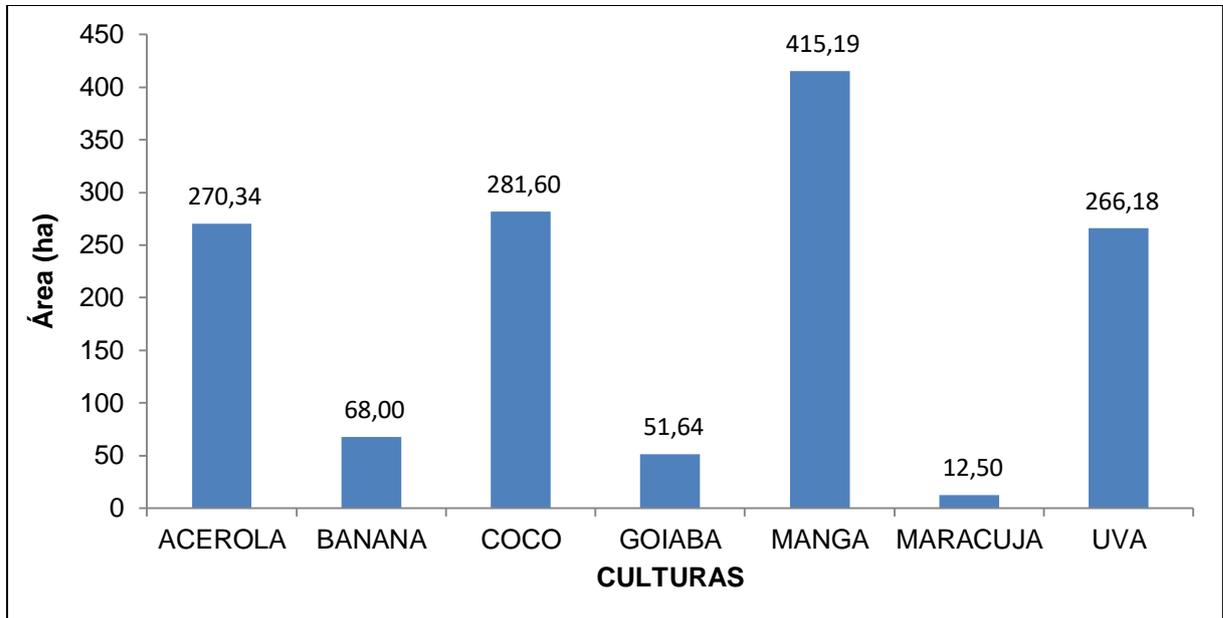


Figura 2 - Área plantada no núcleo 04 (Fonte: DINC – Distrito de Irrigação Nilo Coelho).

Hoje os principais sistemas de irrigação usados no Núcleo 04 são aspersão, microaspersão e gotejamento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Realizar o levantamento de dados que possibilitem o manejo adequado da irrigação em áreas irrigadas de produtores rurais do PISNC.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar e avaliar solo em lotes de irrigação;
- Avaliar sistemas de irrigação em área de produtores rurais;
- Capacitar alunos e produtores rurais no manejo racional da irrigação;

4 - MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto foi desenvolvido no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho Núcleo 04 – PISNC 04 – Petrolina, PE, no lote 1, número 81, lote 2, número 24, e no lote 3, número 154.

O proprietário 1 possui uma área de 8,7 ha, que se cultivava manga, maracujá, goiaba e coco. Foi-se realizada uma primeira visita para conhecer o lote e ter um primeiro contato com o produtor (Figura 3A). Nesta mesma visita foi realizado o levantamento dos equipamentos usados no sistema de irrigação (Figura 3B). O acompanhamento técnico realizado ocorreu na área do coqueiro (Figura 3C).



Figura 3 - Visita técnica realizada na propriedade (A). Equipamentos utilizados para distribuição da água na linha principal (B). Identificação da área do coqueiro (C).

O lote 2 possui uma área de 11,9 ha, onde encontrava manga, uva de mesa, acerola, caju e coco (Figura 4A). Foi realizada uma visita técnica com a finalidade de conhecer a propriedade e explicar o projeto ao proprietário (Figura 4B). Aproveitando a visita, foi feita uma verificação nos equipamentos do sistema de irrigação (Figura 4C). O acompanhamento e avaliação técnica compreendida pelo participante do projeto foi realizado na área do coqueiro.



Figura 4 - Identificação da área do coqueiro (A). Visita técnica realizada na propriedade 2 (B). Equipamentos utilizados para distribuição da água na linha principal (C).

O lote 3 possui uma área de 6,85 ha, e cultiva-se acerola, banana e coco. O acompanhamento e avaliação técnica foram realizados na área da acerola (Figura 5).



Figura 5 - Área avaliada do lote 3.

Antes das realizações executadas em campo, foi aplicado um questionário com finalidade de fazer um levantamento sócio econômico com cada produtor (Apêndice 1).

Para execução deste trabalho foram realizados testes de campo para a determinação da capacidade campo do solo (C_c), velocidade de infiltração básica de água do solo (VIB), vazão (q), e uniformidade da distribuição de água pelo sistema de irrigação (CUC e CUD).

4.1 Capacidade de Campo (C_c)

4.1.1 - Coleta das amostras no campo

A determinação da capacidade de campo baseou-se na saturação de uma bacia quadrática de solo por água, a mesma foi posicionada próxima a área de cultivo, a fim de representar o solo em questão. Inicialmente procedeu-se a limpeza da área com auxílio de ferramentas manuais como enxadas (Figura 6A). As dimensões empregadas na bacia quadrática foram de 2,00 m de largura por 2,00 m de comprimento em que representou uma área total de $4,00 \text{ m}^2$, após a limpeza, mediu-se a área necessária com auxílio de uma trena métrica, determinando as dimensões do mesmo. O passo seguinte consistiu na confecção das paredes laterais para

armazenamento do volume de água necessário para o teste (Figura 6B), a água utilizada foi a do próprio sistema de irrigação, que com auxílio de uma mangueira efetuou-se a aplicação do volume de água necessário (Figura 6C).

Entretanto, antes da colocação da água, determinou-se o volume necessário de água bem como a vazão da mangueira. O volume de água necessário foi determinado admitindo-se que o solo é constituído de forma generalizada por 25% de espaços preenchidos por água e 25% por ar, tem-se então na fração do solo, 50% constituída de espaços, sabendo-se que neste teste, as dimensões empregadas são de 2,00 x 2,00 m, resultantes em 4,00 m², e que a camada a ser saturada é de 1,00 m de profundidade, o volume da bacia é então de 4,00 m³, como se admitiu uma porosidade total de 50% do solo, isso resultou em um volume de 2,00 m³, ou, 2000 litros de água necessária para o teste.



Figura 6 - Limpeza da área (A). Confecção das paredes da bacia (B). Aplicação do volume de água (C).

Já a vazão da mangueira foi determinada utilizando um balde plástico de 20 L, onde, com um cronômetro marcou-se o tempo gasto necessário para encher o balde, esse procedimento foi realizado em triplicada. Então se colocou o volume de água necessário na bacia. Terminando a saturação da bacia (Figura 7A), procedeu-se com a colocação da lona plástica, que tinha dimensões de 2,50 m de largura por 2,50 m de comprimento (Figura 7B), sendo essa dimensão maior de comprimento necessária para a vedação por completo da bacia (Figura 7C).



Figura 7 - Saturação total da bacia (A). Colocação da lona plástica (B). Vedação da área para capacidade de campo (C).

Depois de decorrido 5 dias do início do teste, procedeu-se com a coleta das amostras de solo para a determinação da capacidade de campo do solo. Essa coleta foi realizada em três profundidades, 0-20, 20-40 e 40-60 cm, a coleta procedeu-se no centro da bacia, a fim de obter uma amostra mais representativa do solo. Foram utilizados 3 anéis volumétricos de aço zincado, inicialmente a altura dos três anéis foram medidos com auxílio de uma trena métrica, determinando uma altura média de 5,00 cm (Figura 8A). Após aferição, posicionaram-se os anéis no centro de cada camada, dividindo-se a altura do anel pela metade da respectiva camada. Inicialmente utilizando a espátula e uma fita métrica cavou-se até 7,50 cm, para a inserção dos anéis, e com um apoio metálico e um martelo, inserido assim, o primeiro anel volumétrico.

Na camada de 0 – 20 como o ponto central mesma é 10 cm, o anel ficou em uma profundidade de 7,5 cm e 12,5 cm. Para a segunda camada cavou-se até 27,5 cm, pois na camada de 20 – 40 o centro fica em 30 cm, o anel ficou entre 27,5 cm e 42,5 cm, e para a terceira camada cavou-se até 47,5 cm, pois como na camada de 40 – 60 cm o meio se posiciona em 50 cm, o anel ficou entre 47,5 cm e 52,5 cm (Figura 8B e 8C).

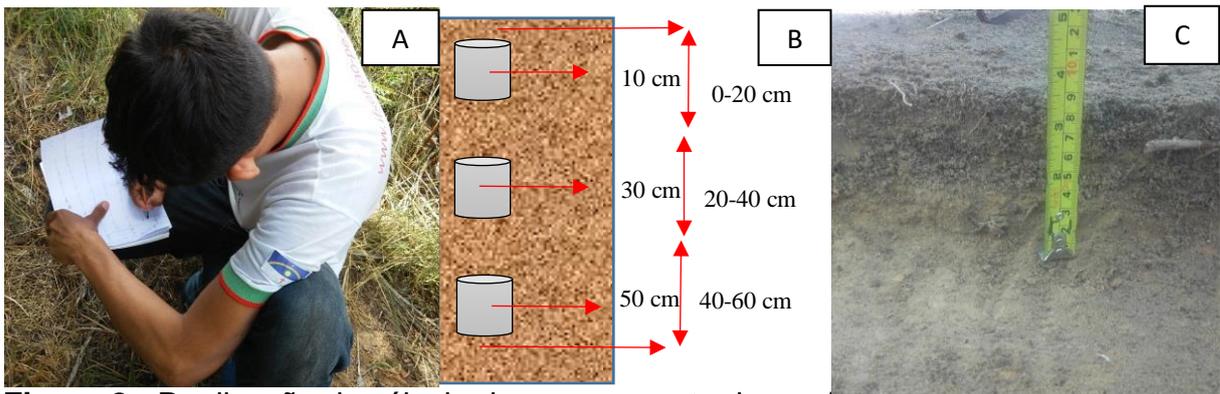


Figura 8 - Realização do cálculo do espaçamento dos anéis (A). Ilustração do centro dos anéis (B). Medição da altura da parede do orifício onde os anéis foram inseridos (C).

Com os anéis posicionados realizou-se a coleta do solo, aonde com o auxílio de um apoio de metal apropriado para o anel e uma marreta inseriram-se os anéis totalmente no solo (Figura 9A), após a inserção dos mesmos procedeu-se a retirada do solo (Figura 9B), e com o uso de uma espátula de metal retirou-se com cuidado o solo ao redor do anel, para facilitar a remoção do anel sem que houvesse a desestruturação do volume do solo dentro do anel, após retirado, o anel foi nivelado com o uso da própria espátula (Figura 9C), em seguida foram ensacados em sacos plásticos e identificados com a informação da profundidade.



Figura 9 - Inserção do anel no solo (A). Retirada do anel do solo (B). Nivelamento do anel (C).

A partir de então as amostras foram levadas para o laboratório de Solos do *Campus Petrolina Zona Rural* para posteriores análises, foram divididas por produtor, e posteriormente iniciaram-se as análises, onde se determinou a altura e diâmetros dos anéis volumétricos, umidade por base peso, densidade aparente e porosidade total.

4.1.2 - Análises no Laboratório de Solos

Umidade de Solo por Base Peso (Up)

No laboratório de solos, as amostras foram primeiramente pesadas e registradas (Figura 10A). Esses valores obtidos consistiam no peso do anel volumétrico (mav) + peso do solo úmido (msu) + peso do saquinho de plástico (msp). Em seguida foram separados 9 cadinhos para a colocação das amostras na estufa. Inicialmente esses cadinhos foram identificados com a informação da profundidade e produtor em questão, sendo que essa identificação se procedeu com o uso de um pincel permanente, a fim de que a identificação não apagasse. Em seguida realizou-se a pesagem dos cadinhos para determinar seu peso (Figura 10B).

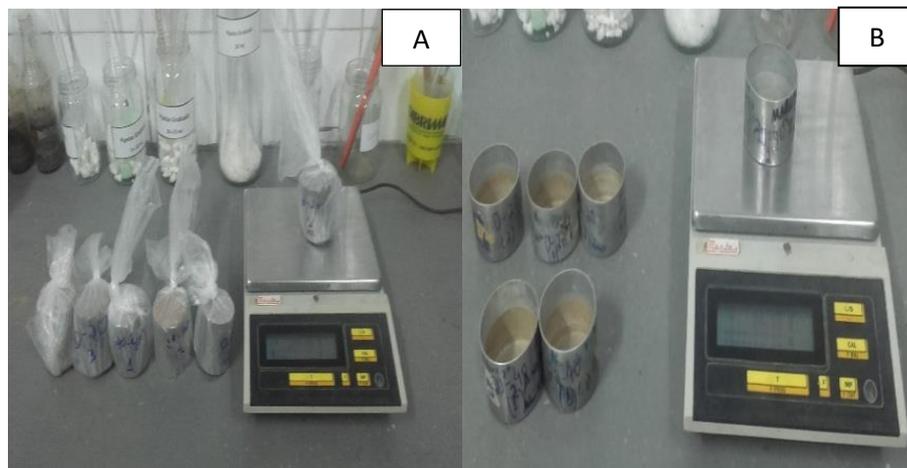


Figura 10 - Pesagem do cadinho + solo (A). Pesagem apenas do cadinho (B).

Depois de pesadas, as amostras, cadinho + solo úmido (M_1) foram colocadas em um recipiente, aberto, em uma estufa a 105 – 110 °C (Figuras 11A).

Após passadas 48 horas, retirou-se o recipiente com o solo seco da estufa, pesando-o novamente (Figura 11B), obtendo-se a massa do solo seco mais peso do recipiente (M_2). Sendo que (M_3) corresponde o peso do recipiente.

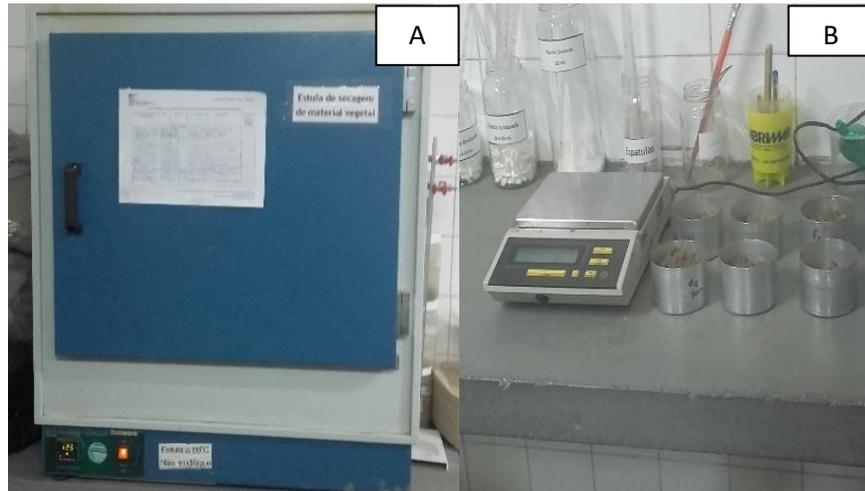


Figura 11 - Secagem em estufa (A). Recipiente retirado da estufa com solo seco (B).

A percentagem de umidade em peso então foi calculada pela equação 1:

$$Up = [(M1 - M2) \div (M2 - M3)] \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

M_1 = massa de solo úmido com anel volumétrico, g

M_2 = massa de solo seco + anel volumétrico, g

M_3 = massa do anel volumétrico, g

Up = umidade por peso

A determinação da massa de solo úmido (MSU) deu-se pela subtração da soma das massas volumétrico, solo úmido, menos a soma das massas do anel volumétrico, resultando no final na massa de solo úmido (MSU). Entretanto, para calcular-se a umidade por base de peso (Up), precisou-se da massa de água (M_a) e massa de solo seco (M_{ss}) (Tabela 1 do apêndice).

Os dados com os valores de massa de solo úmido mais anel (M_1), massa de solo seco mais anel (M_2) e massa do anel volumétrico estão expostos na Tabela 2 do apêndice.

A determinação da massa de solo úmido (M_1) se dá pela subtração da massa de solo úmido menos a massa de solo seco, então encontraremos a M_1 . Com os parâmetros já definidos podemos calcular a umidade de solo por base de peso (Up).

Substituindo os valores na Equação 1 de umidade de solo por base de peso (Up), pôde-se obter:

$$Up = [(M_1 - M_2) \div (M_2 - M_3)] \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

$$M_1 = 223,93 \text{ g}$$

$$M_2 = 208,41 \text{ g}$$

$$M_3 = 71,63 \text{ g}$$

$$Up = [(223,93 - 208,41) \div (208,41 - 71,63)] \times 100$$

$$Up = 11,35 \%$$

Em que:

M_1 = massa de solo úmido com anel volumétrico, g

M_2 = massa de solo seco + anel volumétrico, g

M_3 = massa do anel volumétrico, g

Up = umidade por peso %

Na Tabela 3 do apêndice encontram-se os valores resultantes de massa do solo seco e massa de água, bem como a umidade do solo por base peso em porcentagem.

Após a determinação da massa de água, a massa de solo seco e a massa do recipiente e determinação da umidade do solo por base peso, procedeu-se com a medição dos 9 anéis volumétricos utilizados na coleta das amostras de solo, e com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 12A), pôde-se determinar o volume do anel volumétrico, para posterior determinação da densidade global (d_s).

Para a determinação do volume do anel, foi necessário medir inicialmente o diâmetro formada pela circunferência do mesmo (Figura 12B). Essa aferição deu-se com a utilização das duas pinças menores do instrumento no interior do anel, sendo importante salientar que deve-se ajustar o paquímetro para que o mesmo atinja a centralidade da circunferência, para não diminuir o diâmetro da circunferência real. Após determinar o diâmetro do anel, finalizou-se com a medição da altura do anel (Figura 12C), essa medição se fez com o uso das pinças maiores, salientando também o cuidado para posicionar o instrumento corretamente paralelo ao anel. As medições obtidas pelo paquímetro pode ser apresentada no display em duas unidades distintas, mas para fins práticos utilizou-se em unidade de milímetros (mm).



Figura 12 - Paquímetro digital (A). Aferição do diâmetro do anel (B). Aferição da altura do anel (C).

Os dados oriundos das medições dos 9 anéis volumétricos, podem então ser calculados, obtendo-se o volume de cada anel em questão, inicialmente calculou-se a área compreendida pela abertura dos anéis, e neste procedimento utilizou-se a Equação 2.

$$A = (\pi D^2) \div 4 \quad (\text{Eq.2})$$

Em que:

A = área

π = constante

D = diâmetro

Os valores decorrentes as medições dos 6 anéis volumétricos com diâmetros e alturas (h) encontra-se, em cm, na Tabela 4 do apêndice.

Como os valores do paquímetro saíram em milímetros, converteu-se esses valores em cm, para melhor calcular os volumes dos anéis. Essa transformação é simplesmente utilizar o valor em milímetros e dividir por 10, pois cada centímetro equivale a 10 mm, com isso prosseguiu-se com o cálculo.

Para efetuar a cálculo do volume, primeiramente calculou-se a área, para isso colocou-se os valores de diâmetro (D) e altura (h) da repetição 1, na Equação 2.

$$A = (\pi D^2) \div 4$$

$$A = (\pi 4,809^2) \div 4$$

$$A = 18,16 \text{ cm}^2$$

Com isso, multiplicou-se o resultado da área pela altura (h), e encontrou-se o seguinte volume, Equação 3.

$$V = A \times h \quad (\text{Eq. 3):}$$

$$V = 18,16 \times 5,301$$

$$V = 96,28 \text{ cm}^3$$

Em que:

V= Volume, cm^3 ;

A= área, cm^2 ;

H= Altura, cm.

Procedendo com os cálculos encontrou-se os seguintes volumes dos anéis para a profundidade de 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm (Tabela 5 do apêndice).

4.1.3 Densidade Global (P_a)

Essa etapa consistiu em calcular a densidade global e a densidade de partículas das 9 amostras. Para início a densidade é uma grandeza que representa a quantidade de uma determinada massa em um volume específico.

O cálculo da densidade global consistiu em determinar uma massa qualquer, neste caso, o solo coletado, em um volume conhecido, que por sua vez é o anel volumétrico. Como as massas dos anéis volumétricos já foram conhecidas e também o volume dos anéis, então, aplicou-se o cálculo com a expressão matemática que representa a densidade (Equação 4).

$$d_a = m \div V \quad (\text{Eq. 4):}$$

Em que:

d_a = densidade aparente ou global (g cm^{-3});

m = massa de solo seco (g);

v = volume do anel volumétrico (cm^3).

Como os dados de massa das amostras e como o volume dos anéis já foram calculados, pôde-se apenas substituir os valores na Equação para a determinação

da densidade aparente. Na Tabela 6 do apêndice apresenta-se os valores correspondentes á essas variáveis.

Substituindo os valores na Equação 4 de densidade aparente (d_a), pôde-se então representar assim:

$$m = 136,78 \text{ g}$$

$$v = 96,28 \text{ cm}^3$$

$$d_a = m \div v$$

$$d_a = 136,78 \div 96,28$$

$$d_a = 1,42 \text{ g cm}^{-3}$$

Na Tabela 7 do apêndice encontra-se os valores resultantes da densidade aparente do solo em três profundidades diferentes oriundas do lote 1.

Enfim a determinação deste parâmetro baseiou-se simplesmente, com os volares obtidos de umidade de solo por base peso (U_p), em porcentagem, ou seja, a umidade mássica foi de 11,35%, sendo que esse mesmo valor representa a capacidade de campo deste solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade.

4.2 Determinação da vazão (q)

4.2.1 Coleta das amostras no campo

A determinação da vazão baseou-se na coleta do volume de água distribuído pelo emissor em função de um dado tempo. Antes de explanamos sobre a metodologia utilizada nesta avaliação, é importante mencionar que o procedimento aplicado depende do sistema de irrigação que se propõe avaliar, sistemas localizados, como gotejamento ou microaspersão avalia-se a 1^a, 1/3^a, 2/3^a e última linha de emissores, e cada linha avalia-se o 1^a emissor, o 1/3^a, o 2/3^a e o ultimo emissor, sendo todas realizadas em triplicada retirando-se uma média. Já em sistemas de aspersão convencional a avaliação é feita em todos os aspersores da linha de irrigação, também realizadas em triplicada obtendo-se uma média.

Neste projeto a avaliação de vazão foi conduzida com dois tipos de sistemas de irrigação, um de aspersão convencional, lote 1, e outro por microaspersão, lote 2 e 3, devido a isso, dividiu-se a metodologia aplicada em dois subtópicos, em detrimento do tipo de sistema de irrigação.

- Microaspersão –

Nesta avaliação, o primeiro passo a ser conduzido foi identificar a quantidade de mangueiras (linhas laterais de irrigação) de microaspersores que estão irrigando ao mesmo tempo. Após isso, deve-se prosseguir na contagem de quantos microaspersores existem ao longo de cada linha lateral no campo.

De posse das informações de quantas linhas laterais foram irrigando ao mesmo tempo e de quantos microaspersores existiam em cada linha lateral, foi então selecionada a primeira linha lateral (sendo esta a linha que primeiro recebe a água), a linha lateral que está a 1/3 do início da linha principal (LP), a linha lateral que estava a 2/3 do início da linha principal e a última linha lateral (linha em que a água chega por último).

Após a seleção das linhas laterais, selecionaram-se os microaspersores nos quais se coletou o volume de água para o teste de vazão. Os microaspersores foram selecionados nas referidas linhas laterais de irrigação mencionadas anteriormente, onde, foi selecionado o primeiro emissor da linha lateral, o emissor que está situado a 1/3 do início da linha lateral, o emissor que está localizado a 2/3 do início da linha lateral e o último emissor. A Figura 13 mostra um croqui do sistema de irrigação bem como as linhas e microaspersores selecionados para a avaliação.

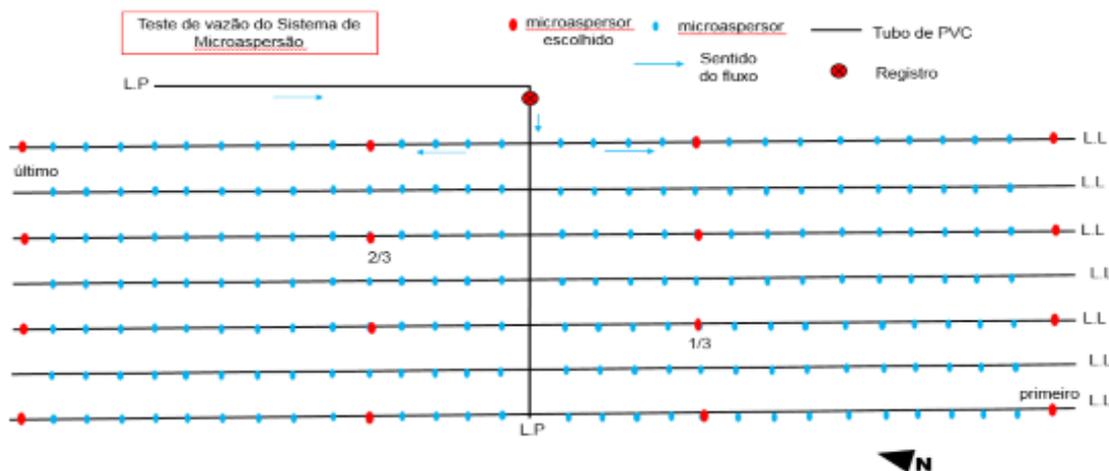


Figura 13 - Esquema ilustrativo do sistema de irrigação por microaspersão, lote 2 e 3.

Pode-se ver o sentido em que a água se desloca nas tubulações da área (sentido de fluxo). Os pontos vermelhos indicam os emissores nos quais se deve coletar a água durante o teste. Percebe-se, portanto, a seleção da primeira linha lateral, da linha lateral situada a 1/3 do início (3ª linha), a linha lateral situada a 2/3

do início (5ª linha) e a última linha lateral da área. E na linha lateral de irrigação a seleção do primeiro emissor, do emissor localizado a 1/3 do início da linha lateral de irrigação, o emissor localizado a 2/3 do início da linha lateral de irrigação e o último emissor.

A coleta da vazão de cada microaspersor pode ser determinada sabendo-se o volume do recipiente e pela observação do tempo necessário para este encher o volume específico, ou pode-se determinar um tempo específico e verificar o volume coleta pelo recipiente e após isso medir o volume coletado com uma proveta. Ambos os métodos chegam ao mesmo resultado, mas recomendasse que essa coleta seja com um volume ou tempo determinado maior para diminuir os erros de avaliação. Nesta avaliação usou-se a primeira metodologia.

Os emissores possuíam uma vazão de 50 L h^{-1} (Figura 14A). A coleta da água nos emissores foi feita com o auxílio de recipientes marcando-se o tempo de coleta com um cronômetro ou relógio (Figura 14B).

Na coleta d'água utilizou-se um balde plástico de 10,5 L. Pegou-se uma proveta e mediu-se 3 L de água e foi colocada no balde. Com um pincel, foi feita a marcação no balde identificando o nível dos 3 L no balde. Essa determinação do volume específico com posterior marcação facilitou o trabalho da avaliação, pois o balde proporcionou que o volume de água lançado pelo microaspersor seja totalmente coletado e após a visualização do tempo decorrido para chegar ao volume específico conhecido do balde foi feita a anotação do tempo gasto para alcançar os 3 L (Figura 14C).



Figura 14 - Microaspersor usado na avaliação (A). Coleta de água (B). Anotação do tempo gasto em cada avaliação (C).

Após completar os 3 litros o cronômetro ou relógio é parado obtendo assim o tempo necessário, esse processo repetiu-se em triplicada. Os valores observados de tempo decorrido foram anotados em uma planilha, bem como, após cada coleta de vazão por linha, as pressões de entrada através do cavalete e as pressões de cada

saída das mangueiras eram aferidas com manômetro, informação essa utilizada para os cálculos da uniformidade de distribuição de água da área irrigada.

Após a avaliação do sistema prosseguiu-se com o cálculo de vazão, tirando a média das três repetições e transformando volume em unidades de vazão, que normalmente para irrigação localizada é $L h^{-1}$.

Exemplo de determinação de vazão:

Foram coletados 3 L em 3 minutos e 20 segundos, a vazão do emissor é:

$$\text{Volume coletado} = 3000 \text{ ml} \times 3600 \text{ segundos} = 10800000 \text{ ml h}^{-1}$$

$$10800000 \text{ ml/hora} / 200 \text{ segundos} = 54000 \text{ ml h}^{-1}$$

$$54000 \text{ mL/h} / 1000 = 54,00 \text{ L h}^{-1}$$

- Aspersão –

A determinação da vazão do sistema por aspersão convencional baseou-se na coleta da água dos aspersores, onde foi executada com o auxílio de recipientes marcando-se o tempo de coleta com um cronômetro ou relógio, bem como verificando a pressão da tubulação, no início e do final da linha de aspersores selecionada para avaliação. Esse processo ocorreu com o uso do manômetro aferindo as respectivas pressões para determinar a variação da pressão na linha de aspersores do sistema em questão (Figura 15A).

Na coleta d'água utilizou-se um balde plástico de 10,03 L, em que com o uso de uma mangueira acoplada ao jato do bico do asperso (Figura 15B), foi direcionado para o balde. Após o enchimento do mesmo, observou-se o tempo decorrido e anotava-se na planilha. Esse processo foi feito em triplicada e nos dois bocais dos aspersores.



Figura 15 - Manômetro usado para aferir a pressão da linha de aspersores (A). Coleta da água (B).

Após a avaliação do sistema prosseguiu-se com o cálculo de vazão, tirando-se a média das seis repetições por aspersor, e transformar o volume em unidades de vazão, que normalmente para irrigação localizada é $L h^{-1}$.

Exemplo de determinação de vazão:

Foram coletados 10,03 L em 50 seg, a vazão do emissor é:

$$\text{Volume coletado} = 10,03 \text{ L} \times 0,83 \text{ min} = 8,32 \text{ L min}^{-1}$$

$$8,32 \text{ L min}^{-1} \times 60 \text{ min} = 725,06 \text{ ml h}^{-1}$$

4.3 - Infiltração de Água no Solo (VIB)

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo através de sua superfície. Após a passagem da água pela superfície do solo, ou seja, cessada a infiltração, a camada superior atinge um “alto” teor de umidade, enquanto que as camadas inferiores apresentam-se ainda com “baixos” teores de umidade. Há então, uma tendência de um movimento descendente da água provocando um molhamento das camadas inferiores, dando origem ao fenômeno que recebe o nome de redistribuição.

Os fenômenos infiltração e redistribuição caracterizam a capacidade de infiltração do solo, que por sua vez, vai comandar a velocidade de infiltração (VI) da água aplicada à uma determinada taxa (taxa de aplicação). A velocidade de infiltração condiciona o tempo de irrigação necessário para a aplicação da quantidade de água desejada como também determina a escolha do melhor método de irrigação. À medida que se vai adicionando água no solo, a frente de

umedecimento vai atingindo uma profundidade cada vez maior, diminuindo a diferença de umidade entre essa frente e a camada superficial, que vai se tornando cada vez mais úmida. Com isto, a VI vai se reduzindo substancialmente até atingir um valor constante, característico de cada tipo de solo, e que recebe o nome de velocidade de infiltração básica (VIB).

Normalmente, solos arenosos apresentam grandes valores de VI e, conseqüentemente, podem ocorrer grandes perdas por percolação, sendo, dessa forma, impróprios para a irrigação por superfície. Por outro lado, a VIB é usada no momento da escolha do aspersor, já que a intensidade de aplicação, típica de cada um deles, deve ser menor ou igual a ela.

Se em um solo com baixa capacidade de infiltração aplica-se água a uma taxa elevada, a velocidade de infiltração será correspondente à capacidade de infiltração daquele solo. Poderá haver escoamento superficial daquela água aplicada na taxa excedente à sua capacidade de infiltração. A VI pode ser expressa em termos de altura de lâmina d'água ou volume d'água por unidade de tempo por unidade de área (mm h^{-1} , cm h^{-1} ou $\text{m}^3 \text{min}^{-1}$). Portanto, a VI depende diretamente da textura e estrutura do solo e, para um mesmo solo, depende do teor de umidade na época da irrigação, da sua porosidade, do tipo de argila predominante e da existência de camada menos permeável (camada compactada) ao longo do perfil.

Essa avaliação consiste basicamente de dois cilindros concêntricos e um dispositivo de medir volumes da água aduzida ao cilindro interno. Os cilindros apresentam 25 e 50 cm de diâmetro, ambos com 30 cm de altura. Devem ser instalados concentricamente e enterrados 15 cm no solo. Para isso, as bordas inferiores devem ser em bisel a fim de facilitar a penetração no solo, como mostra a Figura 16A.

Entretanto na falta do anel de 50 cm de diâmetro, foi feita uma limpeza da área (Figura 16B) e uma simulação através da modelagem de uma bacia em volta do menor anel (Figura 16C), de 25 cm. A finalidade do anel externo ou da bacia é evitar que a água do anel interno infiltre lateralmente, mascarando o resultado do teste.



Figura 16 - Desenho esquemático do infiltrômetro de anel (A). Limpeza da área (B). Preparação da bacia (C).

Para a instalação do cilindro, inicialmente escolheu-se o local para a execução do teste, de modo que ele seja representativo da área total, evitando-se locais pedregosos, elevações e depressões. Após a escolha do local, procedeu-se com a limpeza da área com o auxílio de uma enxada a fim de retirar todo material vegetal, bem como qualquer componente extra do solo que intervira na execução adequado da avaliação. Com a área limpa, procedeu-se na confecção da bacia maior ou de 50 cm de diâmetro de bacia, esse processo foi executado também com uma enxada, teve-se o cuidado de construir as paredes da bacia com altura em média de 15 cm, nivelado a área para a inserção do cilindro metálico de 25 cm, e sem desestruturar o solo.

O cilindro então foi cravado no solo, concêntricamente e em nível, até uma profundidade de 15 cm, por meio de golpes com uma marreta sobre um pranchão de madeira assentado sobre ele, evitando assim que as bordas superiores amassem. As medições foram realizadas no cilindro de menor diâmetro, enquanto a bacia tem como finalidade fazer com que a água contida no interior do menor cilindro infiltre o mais verticalmente possível.

A água então é colocada, ao mesmo tempo nos dois anéis e, com uma régua graduada, faz-se a leitura da lâmina d'água no cilindro interno ou anota-se o volume de água colocado no anel, com intervalos de tempo pré-determinados. A diferença de leitura entre dois intervalos de tempo representa a infiltração vertical neste período.

A altura dos dois anéis 50 cm e 25 cm devem ser de 15 cm, já a lâmina d'água deve ter uma altura de 10 cm, podendo a mesma ter uma variação de redução de apenas 2 cm, ou seja, o teste começa com uma lâmina d'água em 10 cm de altura, e

chegar a altura de 8 cm, neste momento visualizou-se o tempo decorrido, e anotou-se na planilha e encheu d'água novamente o anel menor para os 10 cm, e também o anel ou bacia maior.

No início do teste, essa altura pode influenciar nos resultados, entretanto, com o decorrer do tempo, ela passa a não ter efeito. O tempo definido inicialmente foi de 3 minutos, esse tempo baixo foi devido ao solo ainda está seco, depois de decorrido o tempo procedeu-se a leitura da lâmina de água, anotação na planilha e enchimento do anel para os 10 cm, a partir de então se observou que a lâmina de d'água, diminui pouco nos 3 minutos, então se aumentou o tempo. À medida que o tempo avançou, a velocidade de infiltração diminui e, sendo assim, os intervalos de tempo foram cada vez maiores entre duas medições. O teste terminou quando os valores de intervalos de tempo mantêm-se e verificou-se a mesma altura infiltrada nesse tempo, ou seja, o teste termina quando a velocidade de infiltração básica de água no solo permanece constante, ou seja, chega-se na VIB do solo. A Tabela 8 do apêndice mostra a determinação do tempo acumulado, a infiltração acumulada e a velocidade de infiltração.

No exemplo, a avaliação de infiltração iniciou-se às 8h e 45min, na tabela todas as colunas foram preenchidas com valores zeros, pois o teste ainda não tem nenhum valor, apenas o horário de início. Entretanto, quando o teste tinha 2 minutos de início, a leitura da régua no anel menor indicava uma altura de 8 cm, o limite máximo permitido para o nível d'água, com isso procedeu-se a leitura e preenchimento da tabela, sendo o intervalo obtido pela diferença entre a hora anterior e a hora posterior, resultado em 2 minutos de diferença ou intervalo, e o tempo acumulado é conseguido somado o intervalo anterior pelo intervalo posterior, no caso da tabela o valor foi de 2 minutos, pois o valor anterior era zero com mais os 2 minutos do intervalo posterior resultou no tempo acumulado de 2 minutos. A leitura deu-se pela diferença dos 10 cm de lamina d'água inicial menos a leitura posterior, salientado que quando o valor chega a 8 cm deve-se fazer a anotação e enchimento novamente do anel menor, como aconteceu neste exemplo, o barra 10 significa que ela foi novamente completado até 10 cm. A diferença é a subtração do estado inicial da lâmina d'água pelo valor lido, o que neste exemplo, resultou em 2 cm. A infiltração acumulada em cm é apenas o somatório das diferenças observadas, neste caso 0 mais 2 cm, resultou nos próprios 2 cm. Já a infiltração acumulada em mm, é apenas a mudança de unidades de cm para mm da infiltração acumulada,

sendo esse valor conseguido multiplicando o valor de infiltração acumulada em cm por 10, na Tabela 8 do apêndice o resultado foi de 20 mm. E por fim, a velocidade de infiltração (VIB) é obtida dividindo a infiltração acumulada em mm pelo intervalo de tempo desta infiltração, em seguida multiplica-se por 60, para a velocidade de infiltração resultar em mm h⁻¹. No exemplo proposto o valor de VIB foi de 600 mm h⁻¹, quando o teste decorreu-se mais de 1 hora e os valores da VIB se repetiram no mínimo 3 vezes encerrou-se a avaliação.

Além desta determinação de infiltração empiricamente, existem vários modelos matemáticos que ilustram a mesma, um deles é o modelo de (Kostiakov – 1932), é representada pela Equação potencial a seguir.

$$I = k \times T^a \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

I - Infiltração Acumulada (cm);

k - Constante dependente do solo;

T - Tempo de infiltração (min);

a - Constante depende do solo, variando de 0 a 1 em valor absoluto.

Para determinar os coeficientes e expoentes das equações potenciais utilizou-se o método de regressão linear. Aplicados os logaritmos nos dois lados da Equação potencial, tem-se a Equação 7.

$$\log I = \log k + a \times \log T \quad (\text{Eq. 6})$$

Com a aplicação dos logaritmos, a Equação potencial é transformada em uma Equação linear do tipo $I = A + Bx$, em que:

$$Y = \log I; \text{ Intercepto} = \log k; B=a; X=\log T$$

No método da regressão linear, os valores de A e B são determinados pelas seguintes expressões:

$$b = \frac{\sum X.Y - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{N}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$a = \bar{Y} - b.\bar{X} \quad (\text{Eq. 8})$$

Em que N é o número de pares de dados de I e T.

Encontra-se exposto na Tabela 9 do apêndice a determinação dos coeficientes das equações potenciais utilizando o método de regressão linear de infiltração.

Para realizar a Equação 8, é necessário preencher outra tabela de dados oriundas da tabela anterior. O valor tempo (T) corresponde o tempo acumulado no teste, neste caso 2 minutos, a infiltração (I) correspondente a infiltração acumulada no teste, neste exemplo 20 mm, a variável X corresponde ao logaritmo dos valores de tempo acumulado que resultou em 0,3010, a variável Y, corresponde ao logaritmo dos valores de infiltração acumulada que resulta em 1,3010, a variável XY corresponde a multiplicação entre a variável X e Y, que resulta em 0,3916, e por fim, a variável X^2 se dá pelo valor da variável X elevado ao quadrado, que resulta em 0,0906. Além dessas variáveis necessita-se do somatório dos valores das variáveis X, Y, XY e X^2 e da média das variáveis X e Y.

Após isso, substitui os valores das variáveis X, Y, XY e X^2 na Equação 8, e obtêm-se os valor de B, então utiliza-se o valor de B na Equação 9, para determinar a variável A. Com os valores de A e B, determina-se k e a, ou seja, retorna-se a equação potencial de origem. O valor de a foi encontrado aplicando o antilog de A, e k é o próprio valor de B.

Com isso pôde-se caracterizar a infiltração de água do solo (I) e velocidade de infiltração (VI) em um dado momento, pelas Equações 10 e 11.

$$I = k T^a \quad (\text{Eq. 9})$$

$$VI = K a T^{a-1} \quad (\text{Eq. 10):}$$

Em que:

I - Infiltração Acumulada (cm);

k - Constante dependente do solo;

T - Tempo de infiltração (min);

a - Constante depende do solo, variando de 0 a 1 em valor absoluto.

4.4 Uniformidade do sistema (CUC e CUD)

A análise do desempenho de um sistema de irrigação por aspersão pode ser feita por meio da determinação do coeficiente de uniformidade, que reflete numericamente a qualidade da aplicação de água pelo sistema, ou seja, determina a uniformidade de distribuição da água.

Para se determinar o coeficiente de uniformidade, procedeu-se da seguinte forma. A área foi dividida em três parcelas, essas áreas compreendiam o início o meio e o final da linha de aspersores, em cada parcela escolheram-se três aspersores sendo que o do meio ou o central representaria o aspersor nesta parcela, esse procedimento ocorreu também na parcela mediana e final da área e dividiu-se os aspersores centrais das parcelas, como ilustra a Figura 17.

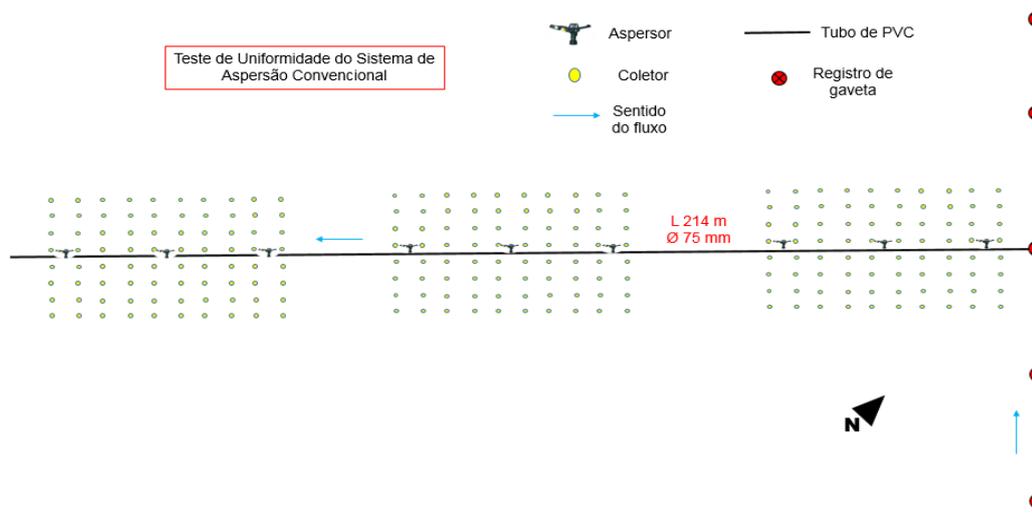


Figura 17 - Esquema ilustrativo do sistema de irrigação por aspersão convencional, lote 1.

Como os aspersores estavam distanciados entre si em 12 metros, houve a demarcação das parcelas com o auxílio de uma fita métrica de 10 metros. Neste processo determinou-se um espaçamento de 3 metros entre os coletores volumétricos ali instalados (Figura 18A). O local de colocação dos coletores baseou-se nos aspersores centrais de cada parcela, mediu-se 1,5 m com a fita métrica em relação ao aspersor central, e colocou-se a primeira haste do coletor, esse procedimento também se repetiu mais três vezes, sempre distanciando 1,5 m da base do asperso central (Figura 18B). Após a colocação da quarta haste, procedeu-se a medição das distancias entre os quatro coletores dispostos nas extremidades

do aspersor central, então verificou-se as distancias entre eles ficaram de 3 metros, sendo que o aspersor central ficou entre 4 coletores espaçados em 3 por 3 metros. Após conclusão desta etapa, prosseguiu-se a colocação dos outros coletores, nesta avaliação de uniformidade definiu-se que seriam instalados nas três parcelas uma bateria de 240 coletores volumétricos, dispostos entre si a cada 3 metros, resultando em 80 coletores por parcela.

Nas parcelas determinou-se que haveria 8 linhas formadas de coletores em paralelo a linha de aspersores, do 1ª ao 8ª, e 10 linhas formadas de coletores na transversal à linha de aspersores, do 1ª ao 10ª, totalizando no final 80 coletores por parcela (Figura 18C).

Após a colocação dos coletores “guias”, procedeu-se a colocação do restante dos coletores, em que com uma fita métrica, delimitava-se 3 metros e inseriam outro coletor, a sequência de inserção adotada foi pela linha paralela à linha de aspersores, por ser de fácil implantação.



Figura 18 - Colocação dos copos coletores (A). Distribuição dos coletores (B). Representação dos coletores distribuídos na área (C).

Após a colocação dos 80 coletores na parcela inicial verificou-se suas respectivas alturas em relação ao solo, ficando em 50 cm (Figura 19A), além dos espaçamentos entre si. Com essa instalação completa na parcela inicial, procedeu-se a mesma metodologia na implantação da parcela mediana e final.

Com os coletores instalados procedeu-se a irrigação normalmente (Figura 19B), a mesma durou em torno de 50 minutos de funcionamento do sistema. Em seguida procedeu à aferição do volume ou lâmina de água interceptada por cada coletor (Figura 19C), com ajuda de uma proveta de 100 mL, os volumes foram determinados, e prosseguiu no registro de todos os volumes interceptados pelos coletores em planilhas especificando a posição do aspersor bem como seu volume interceptado.



Figura 19 - Medição da altura da haste (A). Distribuição dos coletores na área (B). Aferição do volume em cada coletor (C).

Para o cálculo de uniformidade do sistema, considerou-se a superposição entre os jatos de água emitidos pelos quatro aspersores mais próximos, partindo do espaçamento recomendado pelo fabricante do aspersor, foi delimitada quatro áreas de influência simulando a operação de quatro aspersores aplicando água em cada subárea onde se encontram os coletores.

A determinação numérica do coeficiente de uniformidade pode ser feita por meio de várias equações, sendo mais conhecidas as que serão apresentadas a seguir.

1) Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC)

$$CUC = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N \cdot \bar{X}} \right),$$

(Eq. 11):

Em que:

X_i = Precipitação observada em cada coletor;

\bar{X} = Média das precipitações; e

N = Número de observações.

2) Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD)

$$CUD = 100 \frac{\bar{X}}{\bar{X}}$$

(Eq. 12):

Em que:

x = Média de 25% do total de coletores com as menores precipitações;

X = média das precipitações, considerando todas elas.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Lote 1 (Área de coco)

5.1.1 Capacidade de Campo (Cc)

Os resultados do teste de capacidade de campo (Cc), que compreenderam os valores de massa de água (Ma), massa de solo seco (MSS) e umidade do solo por base de peso (Up) nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, encontram-se ilustrados na Tabela 4.

A capacidade de campo realizada no lote 1, resultantes das profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, corresponderam aos seguintes valores, 11,35%; 13,33% e 16,58% respectivamente.

Os valores demonstram que o solo em questão, independentemente da profundidade possui um baixo índice de capacidade de campo.

Segundo (BERNADO, 1995) o teor de água em peso, equivalente à capacidade de campo, pode variar de menos de 8 % para solos arenosos a mais de 30 % para solos argilosos.

Tabela 4 - Valores resultantes das análise física do solo no lote 1.

Prof. 0-20 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		136,78
Massa de Água (g)		15,52
Umidade Mássica (%)		11,35
Capacidade de Campo (%)		11,35
Prof. 20-40 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		137,42
Massa de Água (g)		18,32
Umidade Mássica (%)		13,33
Capacidade de Campo (%)		13,33
Prof. 40-60 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		134,51
Massa de Água (g)		22,30
Umidade Mássica (%)		16,58
Capacidade de Campo (%)		16,58

Solos com baixa capacidade de campo estão intimamente relacionados com a textura do solo, e esse por sua vez também a porosidade. Solos com textura argilosa tende a possuir uma porosidade total alta, entretanto, é constituído por poros menores que dificultam a percolação da água pela fase sólida do solo, aumentando assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água nas partículas do solo. Já em solos fraco-arenosos e arenosos são caracterizados como tendo baixa capacidade de campo, e isso se deve, devido que solos de textura arenosa mesmo possuindo uma porosidade total baixa, em reação ao argiloso, é constituído por poros maiores que facilitam a percolação da água pela fase sólida do solo, diminuindo assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água nas partículas do solo. Para correlação da capacidade de campo foi realizado a análise de porosidade do solo nas diferentes profundidades (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de densidade aparente (d_a), densidade de partículas (d_p) e porosidade total (%).

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g cm^{-3})	1,42
Densidade de Partículas (g cm^{-3})	2,65
Porosidade Total (%)	46,42
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g cm^{-3})	1,42
Densidade de Partículas (g cm^{-3})	2,65
Porosidade Total (%)	46,42
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Densidade aparente (g cm^{-3})	1,39
Densidade de Partículas (g cm^{-3})	2,65
Porosidade Total (%)	47,55

Os valores de porosidade total do solo obtido nas diferentes profundidades foram de 46,42%; 46,42% e 47,55% respectivamente.

A Figura 20 mostra a comparação entre a capacidade de campo e a porosidade total do solo, nas três diferentes profundidades.

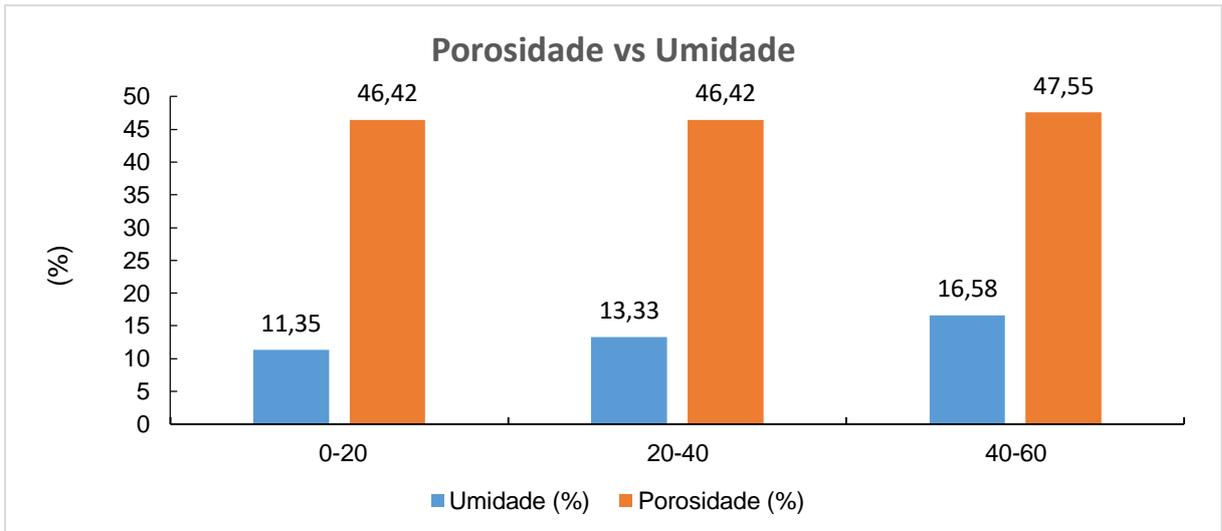


Figura 20 - Comparação entre umidade e porosidade do solo no lote 1.

Nesta figura pode-se observar que a umidade do solo em porcentagem, apresentou um baixo índice nas diferentes camadas do solo, em média a umidade do solo (U_p) ou sua capacidade do campo (C_c) nas diferentes profundidades foi de 13,78% e porosidade do solo em torno de 46,80%.

5.1.2 Determinação da Vazão (q)

A determinação da vazão realizada no lote 1, resultantes dos 17 aspersores da linha de irrigação, corresponderam a uma grande variação, encontrando-se ilustrado na Figura 21.

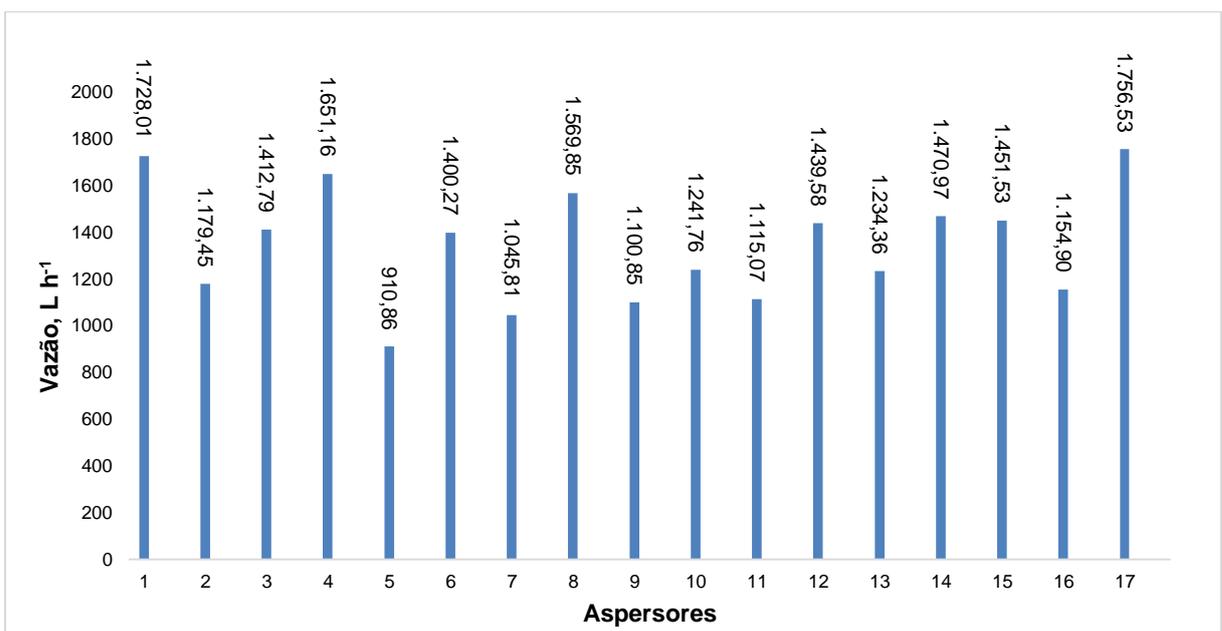


Figura 21 - Vazão entre os aspersores referente ao lote 1.

Nesta Figura, observa-se que houve uma grande variação de vazão por aspersor e por posição, em média a vazão ficou em torno de $1344,93 \text{ L h}^{-1}$.

A literatura explica que a variação de vazão entre o primeiro aspersor ao último, deve ser no máximo de 10% e a pressão de serviço pode ter uma variação do primeiro ao último aspersor de 20%. Comparando a variação da média encontrada dos aspersores com os valores máximo e mínimo de vazão, observa-se que a vazão mínima teve uma diferença em relação à vazão média de 32,27%, já a vazão máxima teve uma diferença em relação à vazão média de 30,60% e a diferença entre a vazão máxima e vazão mínima ficou em torno de 51,85%, sendo um valor muito alto ao comparar com a literatura.

5.1.3 Uniformidade do sistema (CUC e CUD)

Os valores obtidos de uniformidade do sistema por aspersão, foi caracterizada pela divisão da área de molhamento do asperso em 3 subáreas, uma no início da linha de aspersores, outra no meio da linha de aspersores e uma no final da linha dos aspersores.

Os valores de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foram realizados em três subáreas, obtendo-se após isso uma média do CUC do sistema de irrigação por aspersão.

Na subárea inicial os valores dos volumes coletados bem como a sobreposição estão na Tabela 10 do apêndice. Para essa área avaliada o valor de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi de 67,89%.

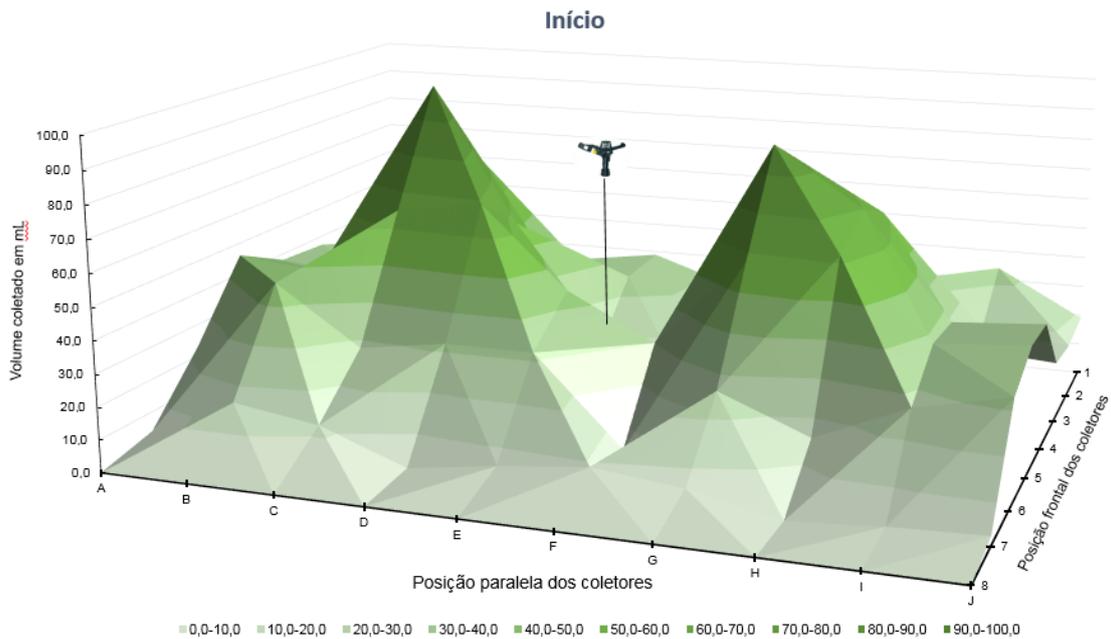


Figura 22 - Representação da distribuição e volume de água coletada na primeira subárea, salientando que o aspersor se localizou entre a coluna E e F, e entre a coluna 4 à 5.

Na subárea mediana os valores dos volumes coletados bem como a sobreposição estão na Tabela 11 do Apêndice, para essa área avaliada o valor de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi de 64,69%.

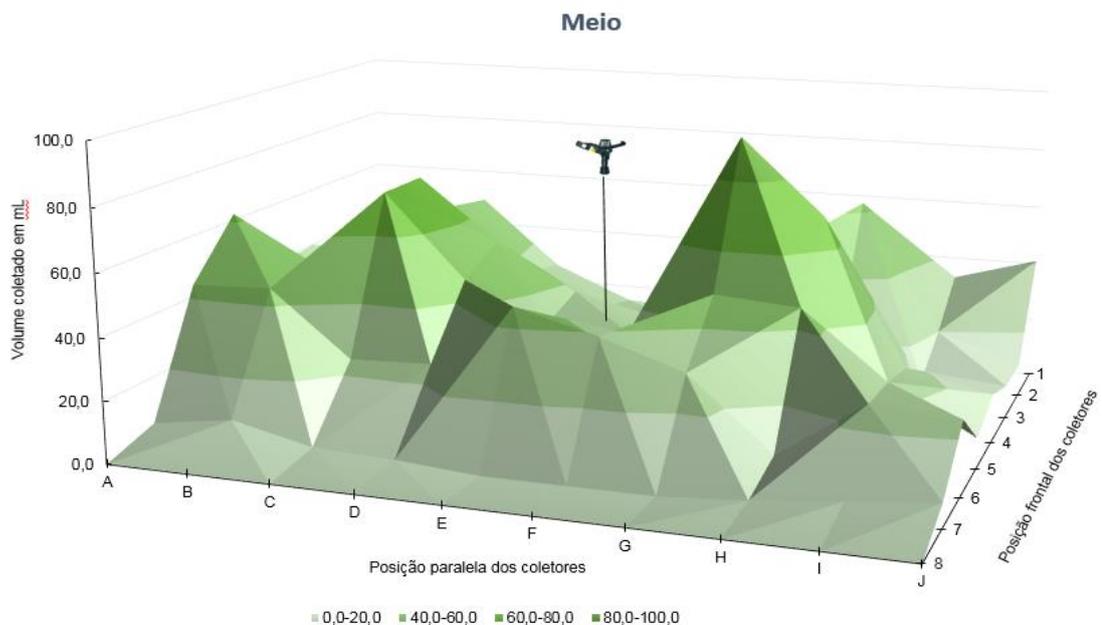


Figura 23 - Distribuição e volume de água coletada na segunda subárea, salientando que o aspersor se localizou entre a coluna E e F, e entre a coluna 4 à 5.

Na subárea final os valores dos volumes coletados bem como a sobreposição estão na Tabela 12 do apêndice, para essa área avaliada o valor de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi de 59,89%.

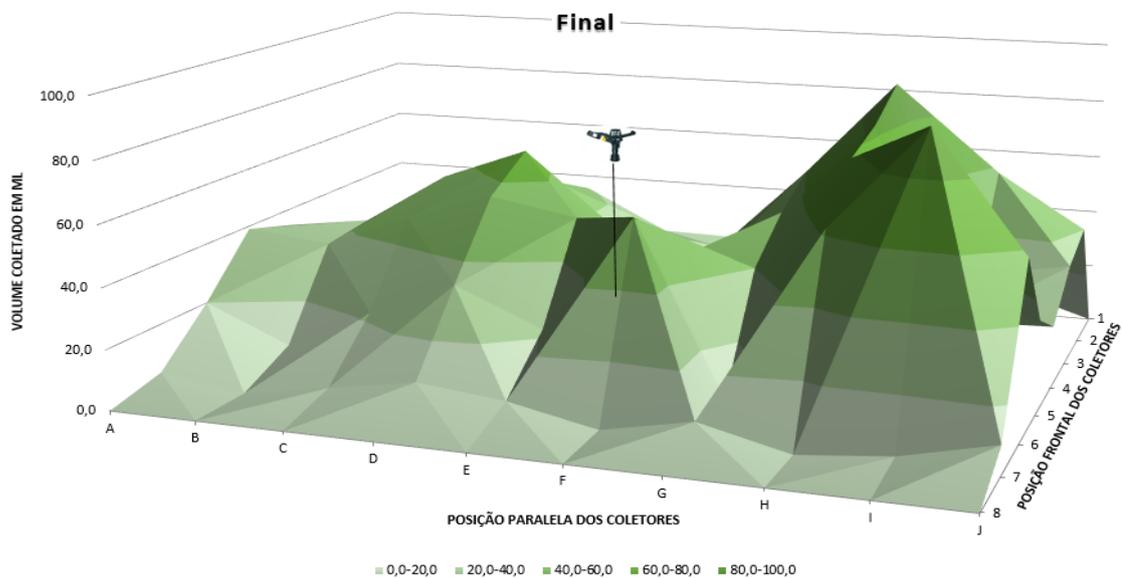


Figura 24 - Distribuição e volume de água coletada na terceira subárea, salientando que o aspersor se localizou entre a coluna E e F, e entre a coluna 4 á 5.

Com os valores de CUC por subárea definidas, o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para o sistema de irrigação por aspersão convencional ficou em torno de 64,16%.

O sistema de irrigação por aspersão convencional avaliado apresenta uma eficiência de aplicação igual a 64,16%, ficando abaixo de 75%, preconizado pela literatura como o mínimo aceitável para sistemas de irrigação por aspersão convencional.

Isso pode ser explicado, por vários motivos. Primeiro diz respeito ao próprio projeto do sistema hidráulico, como a linha de aspersores compreendia uma distância de aproximadamente 214 m de comprimento, ocorrendo assim uma perda de energia hidráulica, na literatura recomenda-se linhas de até 100 m de comprimento. Devido à alta perda de carga em comprimentos maiores, outro ponto diz respeito aos aspersores, no sistema avaliado observou-se uma gama de diferentes tipos de modelo de aspersores, bem como de tipo de vazão distintas e também o grau de depreciação que os aspersores encontravam-se, somando essas observações do sistema de irrigação, presumiu-se que essas foram às causas da baixa eficiência do sistema de aspersão convencional.

5.1.4 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB)

O resultado da velocidade de infiltração do solo no lote 1, apresentou uma VIB de 160 mm h^{-1} , valor extremamente elevado de infiltração se comparado pela VIB de um solo arenoso na literatura. Na literatura os solos são classificados com uma VIB muita alta quando ultrapassa de 30 mm h^{-1} , valor muito pequeno se comparado com o observado no trabalho.

Na Figura 25, encontram-se os valores extraídos do solo arenoso que demonstram que a infiltração aconteceu de uma forma rápida, pois o solo encontrava-se seco o que caracterizou no resultado elevado de infiltração de água no solo.

Observou-se que mesmo ao decorrer do tempo e com o fluxo contínuo de água no solo, o mesmo manteve-se com uma infiltração constante, corroborando com a VIB extremamente alta encontrada no solo em questão.

Observou-se que a velocidade de infiltração de água no solo inicialmente foi extremamente alta, mas ao decorrer do tempo manteve-se em uma velocidade constante, entretanto a velocidade de infiltração ainda assim apresentou-se elevada, em torno de aproximadamente 160 mm h^{-1} .

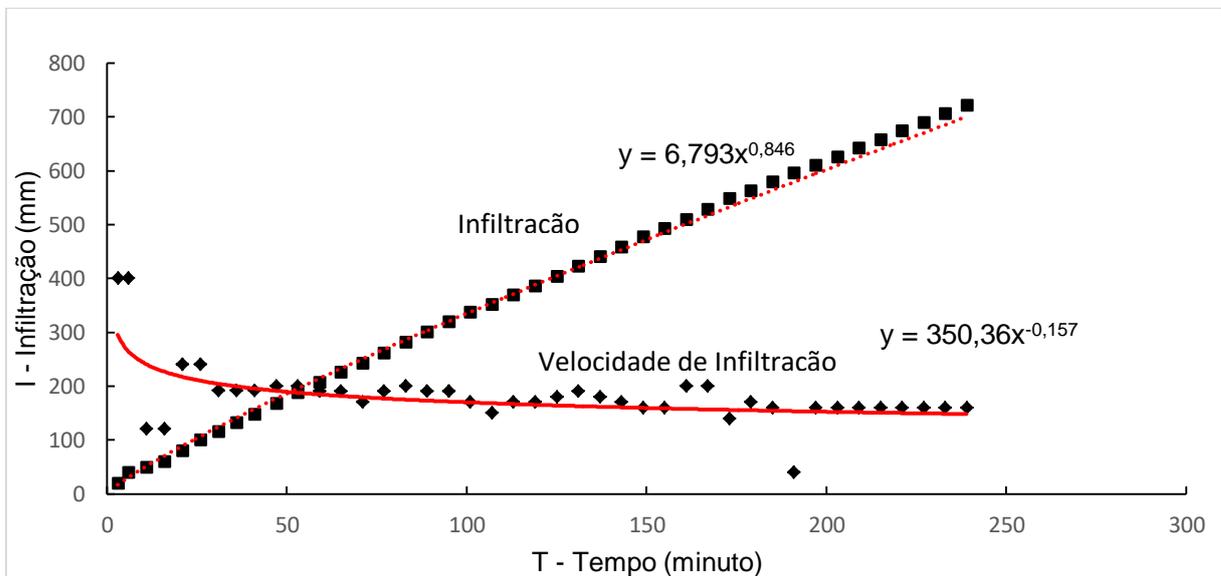


Figura 25 - Velocidade de infiltração versus a infiltração acumulada ambas em mm/minuto em função do tempo no lote 1.

Observa-se que o solo apresentou uma elevada taxa de infiltração mesmo ao decorrer do tempo, e a velocidade a partir de um momento permaneceu constante. Com valor muito alto, isso pode ser associado ao fato de que o solo avaliado

apresentava uma alto teor de areia em sua composição fato esse que explica esses valores de infiltração e velocidade de infiltração elevados.

Entretanto Klute (1965) propôs uma classificação de VIB para diferentes características de solos, sendo assim, o mesmo classifica a VIB dos solos em baixa ($VIB < 2,0 \text{ cm h}^{-1}$); média ($2,0 \leq VIB \leq 12,5 \text{ cm h}^{-1}$); alta ($VIB > 12,5 \text{ cm h}^{-1}$).

Então como base nesta classificação, pode-se afirmar que a velocidade de infiltração básica do solo mesmo elevada, é inerente ao aspecto físico do solo, resultando assim em uma VIB de 160 mm h^{-1} .

A avaliação dos sistemas de aspersão convencional demonstraram que no lote 1 a vazão foi de $1344,93 \text{ L h}^{-1}$. A uniformidade do sistema CUC foi de 64,16%, valor abaixo do preconizado na literatura, que é de 75%. Já a capacidade de campo do solo foi de 13,78%, e a VIB foi de 90 mm h^{-1} , valor extremamente elevado, mas condiz com a capacidade de armazenamento de água no solo estudado.

5.2 - Lote 2 (área de coqueiro)

5.2.1 Capacidade de Campo (Cc)

Os resultados do teste de capacidade de campo (Cc), que compreenderam os valores de massa de água (Ma), massa de solo seco (MSS) e umidade do solo por base de peso (Up) nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, estão listados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores resultantes das análise física do solo no lote 2.

Prof. 0-20 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		125,35
Massa de Água (g)		7,92
Umidade Mássica (%)		6,32
Capacidade de Campo (%)		6,32
Prof. 20-40 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		135,20
Massa de Água (g)		10,64
Umidade Mássica (%)		7,87
Capacidade de Campo (%)		7,87
Prof. 40-60 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		139,70
Massa de Água (g)		12,75
Umidade Mássica (%)		9,13
Capacidade de Campo (%)		9,13

A capacidade de campo realizada no lote 2, resultantes das profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, corresponderam aos seguintes valores, 6,32%; 7,87% e 9,13% respectivamente.

Os valores demonstram que o solo em questão, independentemente da profundidade, possui um baixo índice de capacidade de campo.

Segundo (BERNADO, 1995) o teor de água em peso, equivalente à capacidade de campo, pode variar de menos de 8% para solos arenosos a mais de 30% para solos argilosos.

Solos com baixa capacidade de campo estão intimamente relacionados com a textura do solo, e esse por sua vez também a porosidade, solos com textura argilosa tende a possui uma porosidade total alta, entretanto, é constituído por poros menores que dificultam a percolação da água pela fase sólida do solo, aumentando assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água nas partículas do solo, já em solos em solos fraco-arenosos e arenosos são caracterizados como tendo baixa capacidade de campo, e isso se deve, devido que solos de textura arenosa mesmo possuindo uma porosidade total baixa, em reação ao argiloso, é constituído por poros maiores que facilitam a percolação da água pela fase sólida do solo, diminuindo assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água nas partículas do solo. Para correlação da capacidade de campo foram realizados a análise de porosidade do solo nas diferentes profundidades Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de densidade aparente (d_a), densidade de partículas (d_p) e porosidade total (%).

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,31
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	50,57
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,44
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	45,66
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,46
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	44,91

Os valores de porosidade total do solo obtidos nas diferentes profundidades, foram de 50,57%; 45,66% e 44,91% respectivamente (Figura 26).

Esses valores obtidos justificam a baixa capacidade de campo encontrado no lote 2, demonstrando que o solo é extremamente arenoso, e por sua vez, resultaram em uma baixa capacidade de campo.

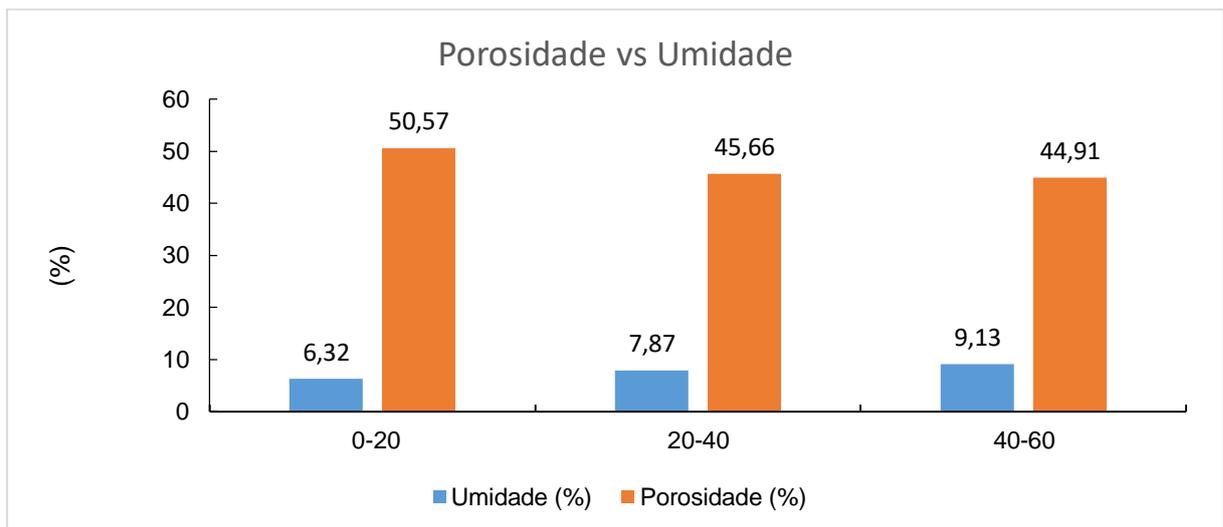


Figura 26 - Comparação entre a capacidade de campo e a porosidade total do solo, nas três diferentes profundidades.

Nesta figura pode-se observar que a umidade do solo em porcentagem, apresentou um baixo índice nas diferentes camadas do solo, a qual é devida a alta porosidade do solo. Essa característica é correlacionada com a textura do solo avaliado, pois o mesmo apresentaram alta teor de areia, em média a umidade do solo (U_p) ou sua capacidade do campo (C_c) nas diferentes profundidades foram de 7,77% e porosidade do solo em torno de 47,05%, características essas do solo no lote 2.

5.2.2 Determinação da Vazão (q)

A vazão média dos microaspersores obtidas pela avaliação foi de 49,55 L h⁻¹, valor dentro das especificações do fabricante dos mesmos, que é de 50 L h⁻¹.

Tabela 8 - Determinação da vazão realizada no lote 2, resultantes dos 16 microaspersores do sistema de irrigação.

POSIÇÃO DA LINHA	POSIÇÃO DO EMISSOR NA LINHA				MÉDIA
	Primeiro	1/3 do início	2/3 do início	Ultimo	
Primeira	57,14	57,32	58,82	62,28	58,89
1/3 do início	55,04	57,32	53,73	58,06	56,038
2/3 do início	41,28	48,91	42,25	31,97	41,103
Ultimo	33,64	42,65	41,95	50,42	42,165
MÉDIA	46,775	51,55	49,1875	50,683	49,55

5.2.3 Uniformidade do sistema (CUC e CUD)

A uniformidade do sistema apresentou um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de 83,81% e coeficiente de distribuição (CUD) de 75,10%, esses valores ficaram abaixo do recomendado pela literatura, que enfatiza que sistemas localizados apresentam um CUC e CUD, igual ou acima de 90%.

5.2.4 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB)

O resultado da velocidade de infiltração do solo no lote 2, apresentou uma VIB de 90 mm h^{-1} , valor extremamente elevado de infiltração se comparado pela VIB de um solo arenoso na literatura. Na literatura os solos são classificados com uma VIB muita alta quando ultrapassa de 30 mm h^{-1} , valor muito pequeno se comparado com o observado no trabalho.

Observa-se que mesmo ao decorrer do tempo e com o fluxo contínuo de água no solo, o mesmo manteve-se com uma infiltração constante, corroborando com a VIB extremamente alta encontrada no solo em questão (Figura 27).

Observou-se que a velocidade de infiltração de água no solo inicialmente foi extremamente alta, mas ao decorrer do tempo manteve-se em uma velocidade constante, entretanto a velocidade de infiltração ainda assim apresentou-se elevada, em torno de aproximadamente 90 mm h^{-1} .

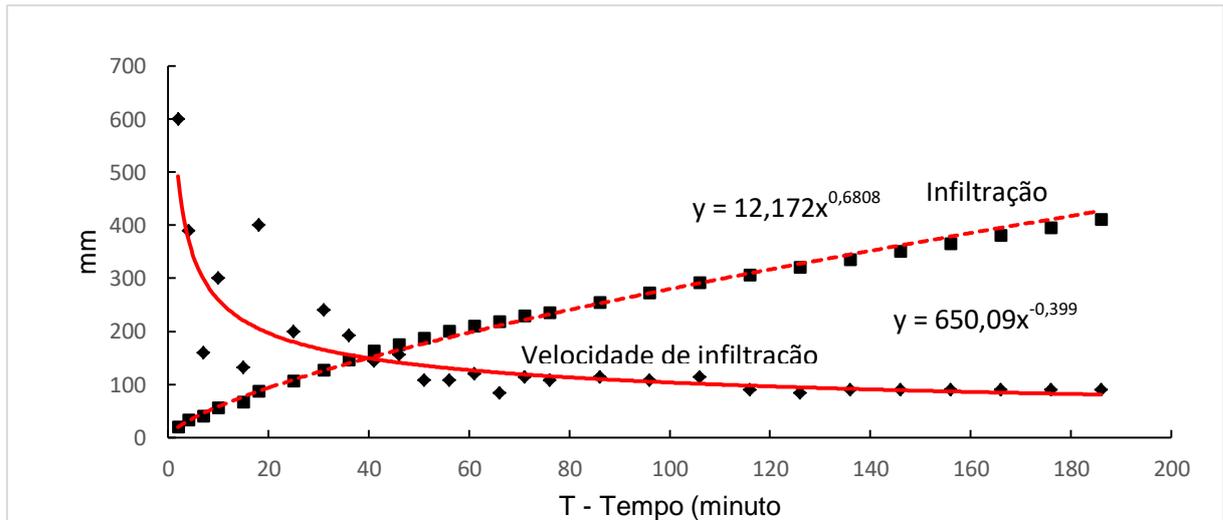


Figura 27 - Velocidade de infiltração versus a infiltração acumulada ambas em mm/min em função do tempo, lote 2.

Observa-se que o solo apresentou uma elevada taxa de infiltração mesmo ao decorrer do tempo, e a velocidade à partir de um momento permaneceu constante, com valor muito alto, isso pode ser associado ao fato de que o solo avaliado apresentava uma alto teor de areia em sua composição, fato esse que explica esses valores de infiltração e velocidade de infiltração elevados.

Entretanto Klute (1965) propôs uma classificação de VIB para diferentes características de solos, sendo assim, o mesmo classifica a VIB dos solos em baixa ($VIB < 2,0 \text{ cm h}^{-1}$); média ($2,0 \leq VIB \leq 12,5 \text{ cm h}^{-1}$); alta ($VIB > 12,5 \text{ cm h}^{-1}$).

Então como base nesta classificação, pode-se afirmar que a velocidade de infiltração básica do solo, mesmo elevada, é inerente ao aspecto físico do solo, resultando assim em uma VIB de 90 mm/h.

A avaliação dos sistemas de microaspersão demonstraram que no lote 2, a vazão foi de $49,55 \text{ L h}^{-1}$ valor excelente quando comparado com a especificação do fabricante, a uniformidade e distribuição do sistema CUC e CUD foram de 83,81% e 75,10% respectivamente, valor abaixo do preconizado na literatura. Já a capacidade de campo do solo foi de 7,77%, e a VIB foi de 160 mm h^{-1} , valor extremamente elevado, mas condiz com a capacidade de armazenamento de água no solo estudado.

5.3 - Lote 3 (Área de acerola)

5.3.1 Capacidade de Campo (Cc)

Os resultados do teste de capacidade de campo (Cc), que compreenderam os valores de massa de água (Ma), massa de solo seco (MSS) e umidade do solo por unidade de peso (Up) nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, estão listados na Tabela .

Tabela 9 - Valores resultantes das análises física do solo no lote 3.

Prof. 0-20 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		148,94
Massa de Água (g)		16,70
Umidade Mássica (%)		11,21
Capacidade de Campo (%)		11,21
Prof. 20-40 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		148,95
Massa de Água (g)		17,23
Umidade Mássica (%)		11,57
Capacidade de Campo (%)		11,57
Prof. 40-60 cm		Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)		145,09
Massa de Água (g)		22,19
Umidade Mássica (%)		15,29
Capacidade de Campo (%)		15,29

A capacidade de campo realizada no lote 3, resultantes das profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, corresponderam aos seguintes valores, 11,21%; 11,57% e 15,29% respectivamente.

Os valores demonstram que o solo em questão, independentemente da profundidade possui um baixo índice de capacidade de campo.

Segundo (BERNADO, 1995) o teor de água em peso, equivalente à capacidade de campo, pode variar de menos de 8% para solos arenosos a mais de 30% para solos argilosos.

Solos com baixa capacidade de campo estão intimamente relacionados com a textura do solo, e esse por sua vez também a porosidade, solos com textura argilosa tende a possui uma porosidade total alta, entretanto, é constituído por poros menores que dificultam a percolação da água pela fase sólida do solo, aumentando assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água

nas partículas do solo, já em solos em solos fraco-arenosos e arenosos são caracterizados como tendo baixa capacidade de campo, e isso se deve, devido que solos de textura arenosa mesmo possuindo uma porosidade total baixa, em reação ao argiloso, é constituído por poros maiores que facilitam a percolação da água pela fase sólida do solo, diminuindo assim a capacidade de campo no solo, ou seja, capacidade de retenção de água nas partículas do solo. Para correlação da capacidade de campo foram realizados a análise de porosidade do solo nas diferentes profundidades Tabela 10.

Os valores de porosidade total do solo obtido nas diferentes profundidades foram de 41,87%; 41,51% e 43,02% respectivamente.

Esses valores obtidos justificam a baixa capacidade de campo encontrado no lote 3, demonstrando que o solo é extremamente arenoso, e por sua vez, resultaram em uma baixa capacidade de campo.

Tabela 10 - Valores de densidade aparente (d_a), densidade de partículas (d_p) e porosidade total (%), do lote 3.

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,54
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	41,87
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,55
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	41,51
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Densidade Aparente (g/cm^3)	1,51
Densidade de Partículas (g/cm^3)	2,65
Porosidade Total (%)	43,02

A Figura 28 mostra a comparação entre a capacidade de campo e a porosidade total do solo, nas três diferentes profundidades.

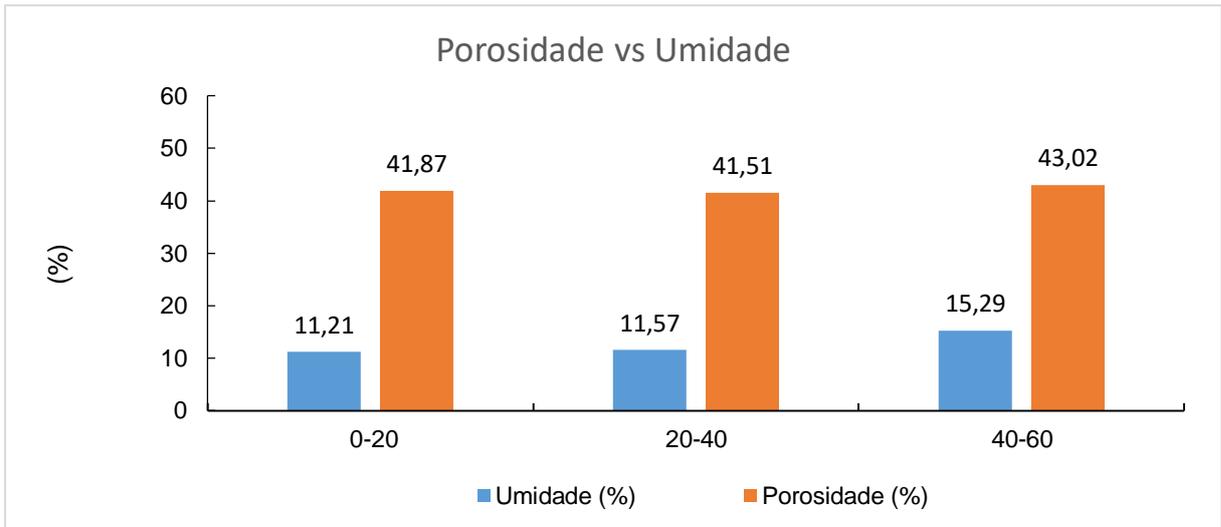


Figura 28 - Comparação entre a capacidade de campo e a porosidade total do solo, nas três diferentes profundidades.

Nesta Figura pode-se observar que a umidade do solo em porcentagem, apresentou um baixo índice nas diferentes camadas do solo, a qual é devida a alta porosidade do solo, essa característica é correlacionada com a textura do solo avaliado, pois o mesmo apresentaram alta teor de areia, em média a umidade do solo (U_p) ou sua capacidade do campo (C_c) nas diferentes profundidades foram de 12,69% e porosidade do solo em torno de 42,13%.

5.3.2 Velocidade de Infiltração de Água no Solo (VIB)

O resultado da velocidade de infiltração do solo no lote 3, apresentou uma VIB de 240 mm h^{-1} , valor extremamente elevado de infiltração se comparado mesmo pela VIB de um solo arenoso na literatura. Na literatura os solos são classificados com uma VIB muita alta quando ultrapassa de 30 mm h^{-1} , valor muito pequeno se comparado com o observado no trabalho.

Os valores observados de um solo extremamente arenoso demonstram que a infiltração aconteceu de uma forma rápida, pois o solo encontrava-se seco o que caracterizou no resultado elevado de infiltração de água no solo.

A Figura 29 expõe que mesmo ao decorrer do tempo e com o fluxo contínuo de água no solo, o mesmo manteve-se com uma infiltração constante, corroborando com a VIB extremamente alta encontrada no solo em questão.

Observou-se que a velocidade de infiltração de água no solo inicialmente foi extremamente alta, mas ao decorrer do tempo mantevesse em uma velocidade

constante, entretanto a velocidade de infiltração ainda assim apresentou-se elevada, em todo de aproximadamente 240 mm h^{-1} .

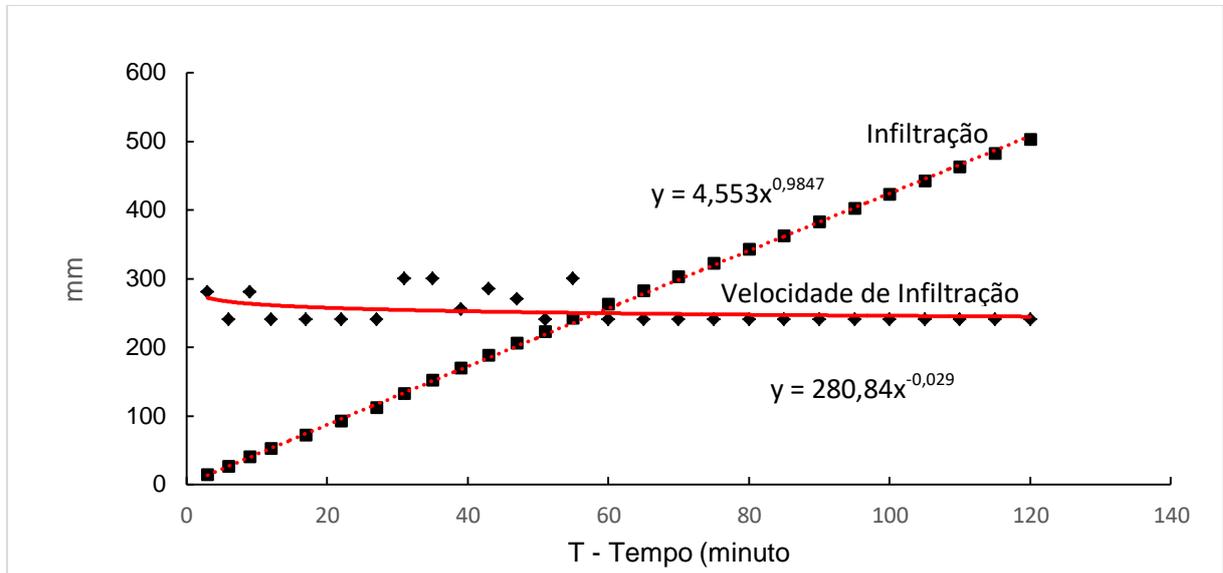


Figura 29 - Velocidade de infiltração versus a infiltração acumulada ambas em mm/minuto em função do tempo, do lote 3.

Observa-se que o solo apresentou uma elevada taxa de infiltração mesmo ao decorrer do tempo, e a velocidade à parti de um momento permaneceu constante, com valor muito alto, isso pode ser associado ao fato de que o solo avaliado apresentava uma alto teor de areia em sua composição fato esse que explica esses valores de infiltração e velocidade de infiltração elevados.

Entretanto Klute (1965) propôs uma classificação de VIB para diferentes características de solos, sendo assim, o mesmo classifica a VIB dos solos em baixa ($VIB < 2,0 \text{ cm h}^{-1}$); média ($2,0 \leq VIB \leq 12,5 \text{ cm h}^{-1}$); alta ($VIB > 12,5 \text{ cm h}^{-1}$).

Então como base nesta classificação, podemos afirmar que a velocidade de infiltração básica do solo mesmo elevada, é inerente ao aspecto físico do solo, resultando assim em uma VIB de 240 mm h^{-1} .

5.3.3 Determinação da Vazão (q)

A determinação da vazão realizada no lote 3, resultantes dos 16 microaspersores do sistema de irrigação, os valores de vazão encontra-se ilustrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Determinação da vazão realizada no lote 3, resultantes dos 16 microaspersores do sistema de irrigação.

POSIÇÃO DA LINHA	POSIÇÃO DO EMISSOR NA LINHA				MÉDIA
	Primeiro	1/3 do início	2/3 do início	Ultimo	
Primeira	45,00	55,04	43,06	42,85	46,488
1/3 do início	42,25	52,78	40,27	51,87	46,793
2/3 do início	44,45	52,94	73,17	48,65	54,803
Ultimo	35,36	52,48	33,77	33,77	38,845
MÉDIA	41,765	53,31	47,5675	44,285	46,73

A vazão média dos microaspersores obtidas pela avaliação foi de 46,73 L h⁻¹, valor dentro das especificações do fabricante dos mesmos, que é de 50 L h⁻¹.

5.3.4 Uniformidade do sistema (CUC e CUD)

A uniformidade do sistema apresentou um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de 84,00 % e coeficiente de distribuição (CUD) de 76,59%, esses valores ficaram abaixo do recomendado pela literatura, que enfatiza que sistemas localizados apresentam um CUC e CUD, igual ou acima de 90%.

A avaliação dos sistemas de microaspersão demonstraram que no lote 3, a vazão foi de 46,73 L h⁻¹ valor excelente quando comparado com a especificação do fabricante, a uniformidade e distribuição do sistema CUC e CUD foram de 84,00% e 76,59% respectivamente, valor abaixo do preconizado na literatura. Já a capacidade de campo do solo foi de 12,69%, e a VIB foi de 240 mm h⁻¹, valor extremamente elevado, mas condiz com a capacidade de armazenamento de água no solo estudado.

6 - CONCLUSÃO

Em todas as áreas avaliadas os valores de umidade a capacidade de campo ficaram abaixo de 14% de peso e velocidades de infiltração básica de água no solo acima de 90 mm h⁻¹.

Os coeficientes de uniformidade de Christiansen dos sistemas de irrigação avaliados ficaram abaixo de 65% para aspersão e 85% para microaspersão.

7 - REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco. Brasília, v. 10, n. 3, p. 1-15, 2015.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A. OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola, v. 7, n. 1, p. 57 – 60, 2005.
- DINC – Distrito de Irrigação Nilo Coelho. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos/senador-nilo-coelho>>. Acesso em: 14 de Set de 2016.
- DNOCS. Departamento de Obras Contra as Secas. Monitoramento de reservatórios. Disponível:<www.dnocs.gov.br/~dnocs/php/comunicacao/monitoramento_de_reservatorios.php> acesso em 12 de Jun. 2016.
- FEITOSA, R. R. S. **Processos sociais de subalternização do pequeno agricultor à empresa agrícola no perímetro irrigado senador nilo coelho em Petrolina-Pe.** Universidade federal de campina grande centro de humanidades programa de pós-graduação em ciências sociais, Campina grande Paraíba – Brasil, 2012.
- GOOGLE EARTH-MAPAS. [Http://mapas.google.com](http://mapas.google.com). Consulta realizada em 25/09/2016.
- KOSTIAKOV, A.N. On the dynamics of the coefficient of water - percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of ameliation. Trans. 6t h comm. Intern. Society Soil Science, Moscou, Part A., 17-21, 1932.
- KLUTE, A., 1965, “Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil”. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Part 1, Madison, American Society of Agronomy, p.210-221;
- LOIOLA, M. L.; SOUZA, F. Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 1, p. 171-180, 2001.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, J. A. A. Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.v7, n. 1, p. 80-84, 2003.
- PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o Censo Agropecuário

2006. Irriga, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.

RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. Circular Técnica 7. Embrapa Meio Norte. 7p. 2004.

SOBEL. T.F. Desenvolvimento territorial nos perímetros irrigados do Submédio do Vale do São Francisco: O caso dos perímetros Nilo Coelho e Bebedouro (PE). Universidade Federal de Uberlândia, MG, Março – 2006.

XAVIER, L. F.; COSTA, R. F.; COSTA, E. F. Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. Revista Economia e Sociologia Rural, v. 44, n. 2, p. 219-241. 2006.

8. APÊNDICE

1 - Valores correspondentes a pesagem das amostras com os anéis volumétricos com massa do solo úmido.

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Anel Volumétrico	71,63
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido + Cadinho	252,19
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido	223,93
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Anel volumétrico	70,52
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido + Cadinho	230,68
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido	202,42
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Anel volumétrico	71,91
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido + Cadinho	256,98
Anel Volumétrico + Massa de Solo Úmido	228,72

2 - Valores correspondentes a pesagem das amostras com os anéis volumétricos mais massa do solo seco.

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Cadinho	28,26
Cadinho + Massa de Solo Seco + Anel	236,67
Massa de Solo Seco + Anel	208,41
Massa de Água	15,52
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Cadinho	28,26
Cadinho + Massa de Solo Seco + Anel	236,20
Massa de Solo Seco + Anel	207,94
Massa de Água	18,32
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Cadinho	28,26
Cadinho + Massa de Solo Seco + Anel	234,68
Massa de Solo Seco + Anel	206,42
Massa de Água	22,30

3 - Valores resultantes de massa do solo seco e massa de água, bem como a umidade do solo por base peso em porcentagem.

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	136,78
Massa de Água (g)	15,52
Umidade Mássica (%)	11,35
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	137,42
Massa de Água (g)	18,32
Umidade Mássica (%)	13,33
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	134,51
Massa de Água (g)	22,30
Umidade Mássica (%)	16,58

4 - Valores resultantes das medições dos anéis volumétricos utilizados para a coleta de solo no lote2.

Prof. 0-20	Repetição 1
Altura (h)	5,301
Diâmetro (D)	4,809
Prof. 20-40	Repetição 1
Altura (h)	5,314
Diâmetro (D)	4,812
Prof. 40-60	Repetição 1
Altura (h)	5,255
Diâmetro (D)	4,848

5 - Valores resultantes das medições de área e volume dos anéis volumétricos utilizados para a coleta de solo nos lotes.

Prof. 0-20	Repetição 1
Área (A)	18,16
Volume (V)	96,28
Prof. 20-40	Repetição 1
Área (A)	18,19
Volume (V)	96,64
Prof. 40-60	Repetição 1
Área (A)	18,46
Volume (V)	97,00

6 - Valores resultantes da MSS e volume de anéis volumétricos

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	136,78
Volume do Anel (cm ³)	96,28
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	137,42
Volume do Anel (cm ³)	96,64
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Massa de Solo Seco (g)	134,51
Volume do Anel (cm ³)	97,00

7- Valores resultantes da densidade aparente do solo em três profundidades diferentes oriundas do lote 1.

Prof. 0-20 cm	Repetição 1
Densidade aparente (g/cm ³)	1,42
Prof. 20-40 cm	Repetição 1
Densidade aparente (g/cm ³)	1,42
Prof. 40-60 cm	Repetição 1
Densidade aparente (g/cm ³)	1,39

8 - Representação da determinação da Velocidade de Infiltração Básica – VIB do lote 2.

TEMPO			RÉGUA				
Hora	Intervalo	Tempo acumulado	Leitura	Diferença	Infiltração acumulada (cm)	Infiltração acumulada (mm)	Velocidade de infiltração (mm h ⁻¹)
08:45	0	0	0	0	0	0	0
08:47	2	2	8,0/10	2	2	20	600
08:49	2	4	8,7/10	1,3	3,3	33	390
08:52	3	7	9,2	0,8	4,1	41	160
08:55	3	10	8,5/10	1,5	5,6	56	300
09:00	5	15	8,9	1,1	6,7	67	132
09:03	3	18	8,0/10	2	8,7	87	400
09:10	7	25	8,0/10	2	10,7	107	200
09:16	6	31	8,0/10	2	12,7	127	240
09:21	5	36	8,0/10	2	14,7	147	192
09:26	5	41	8,4/10	1,6	16,3	163	144
09:31	5	46	8,8/10	1,2	17,5	175	156
09:36	5	51	8,7/10	1,3	18,8	188	108
09:41	5	56	8,7/10	1,3	20,1	201	108
09:46	5	61	9,1	0,9	21	210	120
09:52	5	66	8,2/10	0,9	21,9	219	84
09:57	5	71	9	1	22,9	229	114
10:02	5	76	8,3/10	0,7	23,6	236	108
10:12	10	86	8,1/10	1,9	25,5	255	114
10:22	10	96	8,2/10	1,8	27,3	273	108
10:32	10	106	8,1/10	1,9	29,2	292	114
10:42	10	116	8,5/10	1,5	30,7	307	90
10:52	10	126	8,6/10	1,4	32,1	321	84
11:02	10	136	8,5/10	1,5	33,6	336	90
11:12	10	146	8,5/10	1,5	35,1	351	90
11:22	10	156	8,5/10	1,5	36,6	366	90
11:32	10	166	8,5/10	1,5	38,1	381	90
11:42	10	176	8,5/10	1,5	39,6	396	90
11:52	10	186	8,5/10	1,5	41,1	411	90

9 - Determinação dos coeficientes das equações potenciais utilizando o método de regressão linear de infiltração.

T (min)	I (mm)	LOG T=X	LOG I=Y	XY	X ²
0	0	0	0	0	0
2	20	0,3010	1,3010	0,3916	0,0906
4	33	0,6021	1,5185	0,9142	0,3625
7	41	0,8451	1,6128	1,3630	0,7142
10	56	1,0000	1,7482	1,7482	1,0000
15	67	1,1761	1,8261	2,1476	1,3832
18	87	1,2553	1,9395	2,4346	1,5757
25	107	1,3979	2,0294	2,8370	1,9542
31	127	1,4914	2,1038	3,1375	2,2242
36	147	1,5563	2,1673	3,3730	2,4221
41	163	1,6128	2,2122	3,5678	2,6011
46	175	1,6628	2,2430	3,7296	2,7648
51	188	1,7076	2,2742	3,8833	2,9158
56	201	1,7482	2,3032	4,0264	3,0562
61	210	1,7853	2,3222	4,1459	3,1874
66	219	1,8195	2,3404	4,2585	3,3107
71	229	1,8513	2,3598	4,3687	3,4272
76	236	1,8808	2,3729	4,4630	3,5375
86	255	1,9345	2,4065	4,6554	3,7423
96	273	1,9823	2,4362	4,8291	3,9294
106	292	2,0253	2,4654	4,9932	4,1019
116	307	2,0645	2,4871	5,1346	4,2620
126	321	2,1004	2,5065	5,2646	4,4116
136	336	2,1335	2,5263	5,3900	4,5520
146	351	2,1644	2,5453	5,5089	4,6844
156	366	2,1931	2,5635	5,6220	4,8098
166	381	2,2201	2,5809	5,7299	4,9289
176	396	2,2455	2,5977	5,8332	5,0423
186	411	2,2695	2,6138	5,9321	5,1507
-	Soma	47,0265	62,4039	109,6832	86,1424
-	Média	1,6795	2,2287	x	X

10 - Volumes coletados em mL no início da linha lateral de aspersão, e valores de sobreposição da mesma em mL do lote 1.

VALORES DE TODOS OS COLETORES										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	4,0	16,0	12,0	2,0	6,0	9,0	6,0	0,0	2,0	3,0
6	23,0	46,0	28,0	32,0	32,0	5,0	26,0	15,0	27,0	33,0
5	46,0	43,0	65,0	69,0	44,0	30,0	58,0	62,0	38,0	40,0
4	38,0	35,0 ^X	101,0	57,0	17,0 ^X	10,0	88,0	70,0 ^X	37,0	39,0
3	37,0	30,0	75,0	38,0	35,0	26,0	38,0	63,0	21,0	19,0
2	31,0	28,0	28,0	31,0	36,0	27,0	56,0	34,0	20,0	17,0
1	0,0	31,0	17,0	1,0	7,0	0,0	0,0	9,0	34,0	19,0

VALORES DA SOBREPOSIÇÃO										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	38,0	35,0	101,0	57,0	17,0	10,0	88,0	70,0	37,0	39,0
3	41,0	46,0	87,0	40,0	41,0	35,0	44,0	63,0	23,0	22,0
2	54,0	74,0	56,0	63,0	68,0	32,0	82,0	49,0	47,0	50,0
1	46,0	74,0	82,0	70,0	51,0	30,0	58,0	71,0	72,0	59,0

X= Posição do aspersor

11 - Volumes coletados em mL no meio da linha lateral de aspersão, e valores de sobreposição da mesma em mL do lote 1.

VALORES DE TODOS OS COLETORES										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5,0	9,0	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	5,0	8,0
6	44,0	45,0	24,0	25,0	46,0	39,0	30,0	7,0	26,0	24,0
5	62,0	48,0	73,0	46,0	33,0	33,0	48,0	46,0	25,0	10,0
4	38,0	19,0 ^X	73,0	53,0	38,0 ^X	27,0	93,0	69,0 ^X	22,0	16,0
3	40,0	23,0	58,0	36,0	26,0	22,0	47,0	25,0	10,0	11,0
2	2,0	33,0	55,0	33,0	22,0	12,0	3,0	63,0	20,0	11,0
1	0,0	18,0	14,0	18,0	6,0	13,0	17,0	12,0	33,0	41,0

VALORES DA SOBREPOSIÇÃO										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	38,0	19,0	73,0	53,0	38,0	27,0	93,0	69,0	22,0	16,0
3	45,0	32,0	61,0	38,0	26,0	22,0	47,0	27,0	15,0	19,0
2	46,0	78,0	79,0	58,0	68,0	51,0	33,0	70,0	46,0	35,0
1	62,0	66,0	87,0	64,0	39,0	46,0	65,0	58,0	58,0	51,0

X= Posição do aspersor

12- Volumes coletados em mL no final da linha lateral de aspersão, e valores de sobreposição da mesma em mL do lote 1.

VALORES DE TODOS OS COLETORES										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	4,0	0,0	5,0	10,0	7,0	1,0	7,0	0,0	3,0	10,0
6	20,0	8,0	22,0	34,0	22,0	61,0	5,0	62,0	95,0	58,0
5	39,0	36,0	47,0	57,0	52,0	39,0	40,0	78,0	37,0	31,0
4	34,0	38,0 ^X	56,0	67,0	44,0 ^X	26,0	52,0	83,0 ^X	20,0	21,0
3	26,0	26,0	37,0	50,0	28,0	31,0	60,0	92,0	29,0	34,0
2	20,0	20,0	27,0	42,0	28,0	21,0	8,0	63,0	58,0	40,0
1	1,0	11,0	18,0	8,0	8,0	20,0	2,0	10,0	9,0	0,0
VALORES DA SOBREPOSIÇÃO										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	34,0	38,0	56,0	67,0	44,0	26,0	52,0	83,0	20,0	21,0
3	30,0	26,0	42,0	60,0	35,0	32,0	67,0	92,0	32,0	44,0
2	40,0	28,0	49,0	76,0	50,0	82,0	13,0	125,0	153,0	98,0
1	40,0	47,0	65,0	65,0	60,0	59,0	42,0	88,0	46,0	31,0

X= Posição do aspersor