



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

BRENO PEREIRA DE FREITAS

**DETERMINAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA
EM IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
AÇUDE DE SUMÉ - PB.**

**SUMÉ - PB
2017**

BRENO PEREIRA DE FREITAS

**DETERMINAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA
EM IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
AÇUDE DE SUMÉ - PB.**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientador: Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior.

**SUMÉ - PB
2017**

F866d Freitas, Breno Pereira de.

Determinação da uniformidade de aplicação de água em irrigação por aspersão na Bacia Hidrográfica do Açude de Sumé - PB. / Breno Pereira de Freitas. Sumé - PB: [s.n], 2017.

36 f.

Orientador: Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Irrigação por aspersão. 2. Bacia Hidrográfica – Açude de Sumé - PB. 3. Distribuição de água - uniformidade. I. Título.

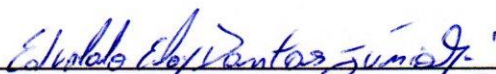
CDU: 631.67(043.1)

BRENO PEREIRA DE FREITAS

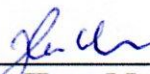
DETERMINAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE DE SUMÉ - PB.

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

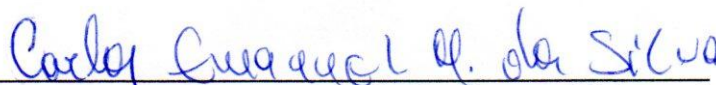
BANCA EXAMINADORA:



**Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior.
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**



**Professor Dr. Hugo Moraes de Alcântara.
Examinador I – UATEC/CDSA/UFCG**



**Bacharel em Eng. de Biosistemas Carlos Emanuel Moura da Silva.
Examinador Externo II- UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 21 de setembro de 2017.

SUMÉ - PB

Aos meus Pais, meus irmãos e minha avó,
pela torcida, paciência,
compreensão, e por
sempre me apoiarem.

A meu Orientador, pela
dedicação e auxílio
para a execução deste trabalho.

E a as demais pessoas,
que participaram de
forma direta ou indireta.

AGRADECIMENTOS

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

À Deus, que me tem sustentado nas minhas fraquezas, necessidades e angústias. Porque quando estava fraco, Ele me fez forte.

Aos meus pais, Vera Lúcia Clemente Pereira e Paulo Alfredo de Freitas (in memoriam), a minha avó Maria de Lurdes Clemente, e meus irmãos, Paula Lúcia Pereira de Freitas e Lúcio Paulo Pereira de Freitas, pela atenção e solidariedade e por sempre acreditar e me apoiar nas minhas decisões.

A todos os meus tios, padrinhos e primos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para este momento.

Ao Prof^o Edvaldo Eloy, pela paciência, compreensão, e por ter aceitado orientar-me em hora mais difícil tanto na vida pessoal quanto na acadêmica, e pela disponibilidade de seu sítio, para a execução do trabalho.

A todos os mestres da UFCG-CDSA, pelos ensinamentos, pelos conhecimentos transmitidos e pela troca de aprendizagem e dedicação.

Aos colegas de graduação, pela convivência e companheirismo ao longo do curso, pelos momentos de descontração e alegria, e sempre serão lembrados por toda minha vida.

A Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, da Prof^a Carina Seixas Dornelas pela sua paciência, amizade, apoio, sensatez e humildade.

Enfim, aos amigos, colegas, pessoas próximas e funcionários que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Caatinga – Nossa terra, nosso lugar

A cultura nordestina,
Estamos aqui pra mostrar,
O valor da Caatinga,
Nossa terra, nosso lugar.
Onde o sol é causticante,
Morre planta, morre gente.
Mas o homem não desiste,
Porque ele é persistente.

Convivendo com o clima
Que castiga a região,
O nordestino arruma um jeito
De reverter a situação.
Cria meios, inventa técnicas
Para viver na sua terra
Que não é só seca, não!

Mesmo com as chuvas escassas
E a falta de fontes perenes,
Ainda se encontra jeito
De ajudar toda essa gente,
Que não perde a esperança
E tem fé em Deus presente.

Captando a água das chuvas,
Valorizando a vegetação,
Criando animais
Típicos da região.
O homem vai aprendendo
A conviver com o Semi – Árido,
Não deixando sua cultura
Viver só de passado

Basta apenas os governantes
No sertão acreditar,
Fazendo com que o homem do campo
Permaneça no seu lugar,
Planejando e desenvolvendo ações
Para sua vida melhorar.

Tânia Cristina da Silva

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo projetar e avaliar a uniformidade da distribuição de água aplicada através do sistema de irrigação por aspersão na vertente da Bacia Hidrográfica do Açude Público de Sumé, PB, especificamente no Sítio Pitombeira Município de Sumé, Paraíba, visando analisar a Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC); Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Coeficiente estatístico de uniformidade (CUE), e a Eficiência de aplicação de água. A eficiência da irrigação vai depender da uniformidade com que a água é distribuída em seus emissores, por isso a uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação é um quesito muito importante. O experimento foi conduzido em um sistema de cultivo aberto, sob irrigação por aspersão, localizado no Sítio Pitombeira, as margens da Bacia Hidrográfica do Açude Público de Sumé, PB. A água utilizada na irrigação da área de produção é proveniente de um poço amazonas, com vazão média de $18 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, localizado no centro da área de cultivo. A amostra de água foi encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola / UFCG, onde foi realizada a análise química. Os resultados indicam que a prática da irrigação por aspersão, na área da pesquisa é realizada com pouca acurácia técnica, ocasionando perdas ou excesso na aplicação de água necessitando, a utilização de técnicas de manejo que potencialize a melhora da eficiência de aplicação água. Diminuindo assim as perdas de água e melhorando a sustentabilidade do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Uniformidade da distribuição de água. Irrigação por Aspersão. Eficiência de Aplicação.

ABSTRACT

The objective of this work is to design and evaluate the uniformity of the water distribution applied through the sprinkler irrigation system in the Reservoir Basin, specifically in the Pitombeira City of Sumé, Paraíba, in order to analyze the Determination of the Coefficient of Uniformity of Christiansen (CUC); Determination of the Uniformity of Distribution Coefficient (CUD); Statistical coefficient of uniformity (CUE), and Efficiency of water application. The efficiency of irrigation will depend on the uniformity with which water is distributed in its emitters, so the uniformity of water distribution in an irrigation system is a very important issue. The experiment was conducted in an open cultivation system, under irrigation by sprinkler, located in the Pitombeira Site, the banks of the Reservoir Basin of Sumé, PB. The water used in the irrigation of the production area comes from an amazon well, with an average flow rate of $18 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ located in the center of the cultivation area. The water sample was sent to the Laboratory of Irrigation and Salinity (LIS) of the Department of Agricultural Engineering / UFCG, where the chemical analysis was performed. The results indicate that the practice of sprinkler irrigation in the research area is performed with little technical accuracy, causing losses or excess in the application of water, using management techniques that enhance the efficiency of water application. This reduces water losses and improves the sustainability of the project.

KEYWORDS: Uniformity of water distribution. Sprinkler irrigation. Application Efficiency.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAUC - Associação dos Alunos da Universidade Camponesa

AMUABAS - Associação dos Moradores e Usuários da Bacia das Águas do Açude de Sumé

CHESF- Companhia Hidroelétrica do Rio São Francisco

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

COPAGEL - Cooperativa dos Profissionais em Atividades Gerais

CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Emissão ou Distribuição

CUE - Coeficiente estatístico de uniformidade

CVSF - Comissão do Vale do São Francisco

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

EA - Eficiência de Aplicação

EI - Eficiência de Irrigação

EMBRAPA - Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária

GEIDA - Grupo Executivo de Irrigação e Desenvolvimento Agrário

IFOCS - Inspetoria Federal De Obras Contra As Secas

IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas

LIS - Laboratório de Irrigação e Salinidade

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

PPI - Programa Plurianual de Irrigação

PRONI - Programa Nacional de Irrigação

SUDENE- Desenvolvimento do Nordeste

SUVALE - Superintendência do Vale do São Francisco.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Atributos químicos da água de irrigação utilizada no experimento 22

Tabela 02 - Dados coletados a partir da precipitação dos aspersores, com distância de 3 metros, 6 metros e 9 metros a partir da base 26

Tabela 03 - Valores e classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água em campo, do sistema de irrigação por aspersão 27

1 INTRODUÇÃO.....	11
--------------------------	-----------

SUMÁRIO

2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 A TÉCNICA DA IRRIGAÇÃO.....	15
3.2 EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO.....	17
3.3 UNIFORMIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POR ASPERSÃO.....	18
3.4 CARACTERÍSTICA HISTÓRICAS DA ÁREA DE PESQUISA	19
3.4.1 A Amuabas	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA.....	22
4.1.1 Características da água	22
4.1.2 Características do solo	23
4.1.3 Sistema de irrigação	23
4.1.4 Cultura implantada	23
4.2 AVALIAÇÃO TÉCNICA.....	23
4.2.1 Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).....	24
4.2.2 Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).....	24
4.2.3 Coeficiente estatístico de uniformidade (CUE).....	24
4.2.4 Eficiência de aplicação de água.....	24
4.2.5 Procedimento de coleta de dados.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica antiga, utilizada na agricultura visando garantir a produtividade e a sobrevivência da plantação. Segundo estudos a área irrigada do Nordeste corresponde a 495.370 ha sendo a potencial área de irrigação da região igual a de 2.717.820 ha (HEINZE, 2002).

De acordo com Reis e Silveira (2011), a implementação do programa de irrigação pública no Brasil teve como objetivo estimular o desenvolvimento da economia regional por meio da geração de empregos, do combate ao êxodo rural e da diminuição da pobreza, dessa maneira a política nacional de irrigação se deu a partir de 1950, visando o aproveitamento racional das águas e um maior investimento e infraestrutura econômica. É importante destacar que apenas em 1986 se estabelece o Programa Nacional de Irrigação (Proni), trazendo os objetivos para a política de irrigação.

O combate aos efeitos das secas no Nordeste sempre foi pensado e discutido por vários estudiosos, que abordaram soluções e projetos para amenizar a seca nessa região, assim como programas de construção de reservatórios do NE foi fomentado por meio do IFOCS (*Inspetoria Federal De Obras Contra As Secas*) que foi de grande importância para a vasta construção de açudagem para a irrigação. Inspetoria que em 1945 foi transformada em DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas). A constituição de 1946 também assegurava a dotação de recursos para as obras contra as secas.

Segundo Lucena e Pacheco (2008), o Cariri está localizado no Planalto da Borborema inserido em terreno cristalino do complexo gnáissico-migmatítico-granodiorítico. A formação das Caatingas caracteriza-se por uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica. Além disso, a irregularidade espacial e temporal da precipitação no Cariri faz com que a maior parte de seus rios e córregos sejam intermitentes ou temporários.

No Cariri paraibano há uma grande variedade pedológica, não apenas em relação às classes de solos existentes, mas também em relação às diversas associações em que estes ocorrem, conforme atestam os documentos BRASIL (1972) e PARAÍBA (1997). De forma geral, os solos encontrados nessa região são originários de rochas cristalinas, geralmente rasos, argilosos, pouco lixiviados, com predomínio de erosão laminar e fertilidade, embora variada, normalmente boa.

O uso da água na agricultura representa, a nível mundial, cerca de 70% de toda a água doce, enquanto a indústria utiliza 23% e o abastecimento humano, 7% (SANTOS, apud ROCHA; COSTA; MAPURUNGA; CASTRO, 1999). Com relação à agricultura irrigada, a água

é o fator principal que de alguma maneira vem se tornando limitante por falta da disponibilidade de recursos hídricos que faz com que novas medidas sejam adotadas para possibilitar o uso desses recursos para este segmento. Segundo Silva e Giongo (2015) é necessário minimizar a quantidade de água aplicada via irrigação sem, contudo, comprometer a produção final. Nos dias atuais, o emprego da irrigação localizada vem sendo aplicado com esse objetivo.

Dessa maneira, estudar a uniformidade da aplicação de água é essencial em qualquer método de irrigação, pois afeta a eficiência do uso da água e como consequência, a quantidade e a qualidade da produção. (SILVA, et al. , 2015).

Aspectos técnicos, envolvendo eficiência e uniformidade e aspectos econômicos devem ser avaliados em um sistema de irrigação. O uso inadequado dos sistemas de irrigação em ambiente protegido, principalmente devido ao mau dimensionamento hidráulico, ou de espaçamentos e manejo inadequado da irrigação, resulta em uma baixa uniformidade de distribuição de água, e em consequência, diminuição da qualidade na uniformidade e desenvolvimento das mudas. (SILVA, et al., 2015).

Silva e Giongo (2015) destacam que em sistemas de irrigação localizada a uniformidade de aplicação de água pode ser determinada por meio de vários coeficientes, destacando-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Emissão ou Distribuição (CUD), que compara a média de 25% dos menores valores de vazões observadas com a média total e a Uniformidade estatística (Us), entre outros.

Segundo Rocha et al.(2015) o CUC é função do módulo dos desvios em relação à média, desvios negativos e positivos são considerados como tendo o mesmo efeito e, no entanto, quando a drenagem é satisfatória, a deficiência de irrigação é mais crítica.

A aplicação de água nos sistemas de irrigação por aspersão se faz pela divisão de um ou mais jatos de água em uma grande quantidade de pequenas gotas no ar, que caem sobre o solo na forma de uma chuva artificial. A passagem de água sob pressão através de orifícios de pequena dimensão é o que causa o fracionamento do jato. Com o auxílio de um sistema de bombeamento, a água percorre um conjunto de tubulações gerando a pressão necessária para acionar os aspersores. O objetivo da irrigação por aspersão é simular precipitações, de modo que se apliquem uniformemente na quantidade de água sobre a área irrigada. (SALASSIER; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Esse tipo de irrigação traz vantagens relevantes, especialmente pensando na área aqui estudada, pois aplica-se a qualquer tipo de terreno, seja a topografia plana ou irregular, pode ser usado em qualquer tipo de solo, pode ser automatizado e ainda, permite um fácil controle da quantidade de água a ser aplicada, entre outras. Não podemos esquecer que uma das

desvantagens desse tipo de irrigação é que sofre com os efeitos dos ventos que diminui a uniformidade de distribuição.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Projetar e avaliar a uniformidade da distribuição de água aplicada através do sistema de irrigação por aspersão na vertente Bacia Hidrográfica do Açude Público de Sumé, PB, especificamente no Sítio Pitombeira Município de Sumé, Paraíba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC);
- Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD);
- Coeficiente estatístico de uniformidade (CUE), e
- Eficiência de aplicação de água.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A TÉCNICA DA IRRIGAÇÃO

Segundo Mello e Silva (2009), as primeiras tentativas de irrigação foram bastante rudimentares, mas a importância do manejo da água tornou-se evidente na agricultura moderna. Tribos nômades puderam estabelecer-se em determinadas regiões, irrigando terras férteis e, assim, assegurando produtividade suficiente para a sua subsistência.

Dados históricos mostram a sua dependência da agricultura irrigada, onde grandes civilizações desenvolveram-se nas proximidades de grandes rios como o rio Nilo, no Egito, por volta de 6000 a.C, rio Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, por volta de 4000 a.C., e Rio Amarelo, na China, por volta de 3000 a.C. Na Índia, há indícios da prática da irrigação em 2500 a.C. Nas civilizações antigas, a irrigação era praticada fazendo-se represamentos de água cercados por diques. Com o avanço da tecnologia e divulgação das mesmas, a irrigação espalhou-se por várias partes do mundo. (MELLO; SILVA, 2009).

A irrigação, quando utilizada de forma complementar à chuva, principalmente nas regiões onde o total de precipitação natural permite o desenvolvimento e a produção das culturas, proporciona melhor aproveitamento, aumentando a eficiência do uso da água aplicada pela chuva. Em outros casos, quando há escassez de chuvas ela torna possível o cultivo e garante a produção de alimentos.

O esforço para se praticar a agricultura, utilizando-se o fornecimento regular de água para irrigação, como forma complementar ou para substituir a irregularidade das chuvas, levou a humanidade a aprender a usar e, em certas regiões, a depender da irrigação; outrora, iniciou-se em técnicas elementares baseadas no escoamento por gravidade. As grandes civilizações da Mesopotâmia e da China poderiam ter florescido, mas sem a segurança alimentar garantida pela irrigação, certamente teriam sido discretas no livro da História. Estima-se que os incas estariam irrigando cerca de um milhão de hectares quando, os espanhóis chegaram ao Peru. (SILVA, 2006).

O planeta conta atualmente com cerca de 220 milhões de hectares de terras irrigadas, onde menos de 5% das áreas são disponíveis para a agricultura e alimentam mais da metade da população que vive sobre a Terra. Como destaca Mello e Silva (2009), o Brasil é um país iniciante e tem dois desafios: No Nordeste, onde há clima seco, problemas de salinidade da água e poucos rios perenes, como o São Francisco, e o do restante do país, com suas más distribuições pluviométricas e outros fatores.

No Brasil, a irrigação acontece a depender de alguns fatores climáticos. O final do século XIX e início do século XX foram marcados pela criação de instituições voltadas a questão do clima, disponibilidade hídrica, entre outros. Em 1909, no Nordeste, foi instituída a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), transformada em Inspetoria Federal (IFOCS), em 1919, e, mais tarde, no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Em 1948, foram criadas, simultaneamente, a Companhia Hidroelétrica do Rio São Francisco (CHESF) e a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), transformada em Superintendência (SUVALE), em 1967, e na Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), em 1974. A partir de 2002, a CODEVASF passou a exercer mandato também sobre a Bacia do Rio Parnaíba. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2008).

Em 1959 foi criada a Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), e em 1968, o Governo Federal instituiu o Grupo Executivo de Irrigação e Desenvolvimento Agrário (GEIDA), que, em 1970, lançava os delineamentos de uma política de irrigação para o Brasil, através do Programa Plurianual de Irrigação (PPI). Primeiro o IFOCS, depois o DNOCS foram criados para combater os efeitos das secas, determinando o chamado Polígono das Secas, se dedicando à construção de barragens e a perfuração de poços para represamento de água, para utilização em períodos de seca e que visassem, sobretudo criar as condições para uma agricultura irrigada (VIEIRA, 2014).

Contudo, como destaca Silva (2006), a finalidade da irrigação é atender as necessidades hídricas dos cultivos de forma a garantir sua produtividade, daí o autor destaca a divisão em três grupos, que seriam a irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada, onde a primeira é um método de irrigação não-pressurizado em que a água se movimenta por gravidade diretamente sobre a superfície do solo, de canais ou tubos janelados, até qualquer ponto de infiltração, exigindo, portanto, áreas sistematizadas e com declividade de 0 a 6%, de acordo com o tipo de irrigação (ANDRADE, 2010). Já a irrigação por aspersão é caracterizada pela divisão de um ou mais jatos de água em uma grande quantidade de pequenas gotas no ar, que caem sobre o solo na forma de uma chuva artificial e a irrigação localizada compreende os sistemas nos quais a água é aplicada diretamente sobre a zona radicular das plantas, em pequena intensidade, mas com alta frequência segundo Silva (2006).

3.2 EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO

Segundo (CONCEIÇÃO 2005), a eficiência de aplicação (EA) refere-se à relação entre o volume de água disponível para a cultura e o volume aplicado pelo emissor. Pode-se obter altos índices de eficiência empregando-se um dimensionamento correto do sistema, equipamentos adequados e um manejo racional da água.

A eficiência de irrigação, tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte, no âmbito mundial, é ainda muito baixa situando-se, em termos médios de 37 %. A simples melhora de 1 % na eficiência do uso da água de irrigação nos países em desenvolvimento de clima semiárido ou árido significaria uma economia de 200 mil litros de água, por hectare/ano. A irrigação utilizada de forma racional pode promover uma economia de aproximadamente 20 % da água e 30 % da energia consumida. Do valor relativo à energia, a economia de 20 % seria devido à não aplicação excessiva da água e 10 % ao redimensionamento e otimização dos equipamentos utilizados (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 1999 apud SILVA, 2006).

Segundo (Pires, et al., 1999), a eficiência de irrigação (EI) pode ser então aproximada por 0,95. Usando o (CUC) Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, admitindo-se uma perda de 5% por evaporação durante a irrigação por aspersão. As perdas por evaporação durante as irrigações são pequenas, para as condições tropicais e subtropicais. No caso da irrigação por aspersão, os sistemas de aspersão convencionais de alta pressão do tipo canhão são os de mais baixa eficiência (50 % - 60 %). Os sistemas de baixa e média pressão, tanto portáteis como móveis (“side-roll”), apresentam eficiência entre 60 % e 75 % (COELHO; COELHO; OLIVEIRA, 2005).

Contudo, existem alguns fatores que levam a baixa eficiência da irrigação, como o fato destacado por Silva (2006), de que alguns irrigantes não assimilam os princípios básicos da agricultura irrigada, dificultando o entendimento da eficiência de irrigação e suas vantagens, o que se torna um agravante. O agricultor irrigante, que se conscientiza que deve utilizar a água racionalmente, promove um aumento da eficiência de aplicação. A outorga de água condicionada ao uso de sistemas de irrigação mais eficientes e taxaço do insumo água e a orientação e capacitação dos irrigantes, podem contribuir muito para a percepção do agricultor.

3.3 UNIFORMIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POR ASPERSÃO

A eficiência da irrigação vai depender da uniformidade com que a água é distribuída em seus emissores, por isso a uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação é um quesito muito importante.

Na irrigação por aspersão o sistema precisa ser avaliado após a implantação do projeto, visando verificar se o seu desempenho está de acordo com o que foi preestabelecido possibilitando, se necessário, a realização de ajustes para melhorar a sua performance e, periodicamente, com o objetivo de avaliar a qualidade da manutenção e do manejo do sistema. (ROCHA, et al., 1999).

Contudo, no sistema convencional por aspersão, distribuem-se coletores formando uma malha quadriculada entre dois ou quatro aspersores para avaliação da uniformidade de aplicação de água do sistema. A distância entre coletores nesse caso varia de acordo com o espaçamento dos aspersores e, de um modo geral se utiliza em torno de 100 coletores em cada ponto de avaliação (PIRES, et al., 1999).

Segundo (Salassier, et al., 2006), o teste de uniformidade consiste em colocar coletores, como por exemplo, uma lata de óleo vazia, de um litro, em uma malha de pontos em torno do aspersor ou da linha lateral. Quando se utiliza somente um aspersor no teste, os espaçamentos entre aspersores e laterais são simulados, sobrepondo os dados convenientemente. A área em torno do aspersor é dividida em subáreas quadradas. Os coletores de precipitação são colocados no centro de cada subárea. Assim, o volume ou a lâmina coletada em cada pluviômetro representa a precipitação em cada subárea.

De acordo com (Pires, et al., 1999) destacam que a eficiência de irrigação pode ser aproximada aos coeficientes utilizados para avaliação da uniformidade de aplicação da seguinte maneira: O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) é o mais importante deles e é dado por:

$$CUC = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - m|}{n \cdot m} \right)$$

onde CUC é em porcentagem ou decimal, n é o número de observações, m é a média das precipitações e xi-m é o desvio absoluto de cada observação.

Para se determinar a uniformidade de distribuição d'água de um sistema de irrigação localizada pelo método de Christiansen, tem-se que medir a vazão dos emissores ao longo de todas as linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação,

requerendo muito tempo e muita mão de obra. Para simplificar o trabalho e o tempo necessário, recomenda-se definir o CUC por linha lateral escolhendo, de forma empírica, quatro linhas laterais em cada unidade operacional, sendo o CUC do sistema a média dos CUC das linhas (BERNARDO,1995 APUD SILVA 2006).

O coeficiente de uniformidade de distribuição (UD) é dos mais fáceis de aplicar e valoriza os menores valores:

$$UD = \frac{m_{25}}{xi - m}$$

onde: m_{25} é a média dos 25% menores valores de precipitação.

O coeficiente estatístico de uniformidade (CUE) é de mais ampla compreensão:

$$CUE = 100 - \%CV$$

onde % CV é o coeficiente de variação das observações dos pluviômetros.

3.4 CARACTERÍSTICA HISTÓRICA DA ÁREA DE PESQUISA

Segundo o Projeto Sumé (1966), que traz o aproveitamento hidro agrícola do açude público de Sumé, a bacia de irrigação do açude Sumé tem superfície de aproximadamente 260 hectares e se estende pelo vale formado pelo rio Sucuru e seus afluentes. O represamento das águas do rio Sucuru próximo ao município propiciou a formação do Açude Público. A bacia está situada em uma zona onde domina de maneira quase absoluta o clima semiárido, caracterizado pela insuficiência das precipitações, temperaturas elevadas, que implicam em forte evaporação, e principalmente pela alternância de duas estações nitidamente delimitadas: a das chuvas, também chamada pelos sertanejos de “inverno”, e a da seca ou “verão”. (PROJETO SUMÉ, 1966, pág. 15).

O trabalho foco desse TCC, foi realizado em uma comunidade conhecida como Sítio Pitombeira, no município de Sumé, PB. O acesso à comunidade se dá pela BR-412 no sentido Sumé/Monteiro, com uma distancia de 06 km pela BR. Sua fundação remete ao ano de 1922, no lugar onde era uma mata fechada composta de uma variedade de plantas e animais nativos. A comunidade recebeu esse nome devido à grande quantidade de pitombeiras que tinham naquela localidade. No inicio essas terras pertenciam ao Major Saturnino, mais tarde ficou para o Major Hugo Santa Cruz.

Em 1958, essas terras foram desapropriadas pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), onde o governo teve que pagar por terras, que na época eram pertencentes a Rodolfo Santa Cruz, depois da negociação, houve o loteamento, onde cada loteiro usava a terra a sua maneira. Atualmente, as terras que eram de Rodolfo Santa Cruz, partes foram vendidas e o que restou são de herdeiros, terras puxadas para o Sítio Marmeleiro.

3.4.1 A Amuabas

A Associação dos Moradores e Usuários da Bacia da Hidrográfica do Açude de Sumé (AMUABAS) é uma associação rural com sede no Sítio Pitombeira, entre outras comunidades do Município de Sumé, estado da Paraíba. Trata-se de uma instituição sem fins lucrativos, na qual os serviços prestados são voluntários. Tem como objetivo promover o desenvolvimento social e econômico da comunidade, apoiando a comercialização e a produção dos associados, estimulando ações que reforcem a união, a cooperação e a solidariedade, bem como desenvolver ações educacionais filantrópicas.

Essa associação foi fundada aos vinte e três (23) dias do mês de maio do ano de mil novecentos e noventa e um (23/05/1991), na residência do Sr. José Batista de Lima, no Sítio Riachão do Município de Sumé. Nesse momento, foi realizada à primeira reunião que tinha como finalidade fundar uma associação para os moradores e usuários da Bacia do Açude de Sumé, com o objetivo de trazer melhorias para a comunidade, tendo em vista que muitos benefícios só seriam atendidos, via associação. A referida reunião foi presidida pelo Sr. José Bonifácio Nunes da Silva e secretariada pelo Sr. Joel Viana de Queiroz, Vereador no referente ano, e contou com a presença de 61 (sessenta e um) membros, desta localidade, que escolheram uma direção provisória pelo prazo de três (03) meses, na qual ficou definida: Presidente: José Batista de Lima; Vice-presidente: José Bonifácio Nunes; 1º Secretário: Josemar Barros da Silva; Tesoureira: Valdilene Ferreira Rodrigues. Nessa reunião foi denominado o nome da associação, AMUABAS – Associação dos Moradores e Usuários da Bacia do Açude de Sumé-PB, o qual permanece até os nossos dias.

Após a data de (23/05/1991), ocorreu a eleição para a nova diretoria, de acordo com o Estatuto da Associação, o mandato dura apenas dois 2 (dois) anos, com direito a reeleição. O primeiro presidente eleito foi Josemar Barros da Silva, que teve um mandato de 1991 a 2007, ficando a frente da associação por dezesseis (16) anos. O segundo presidente foi Vital Rodrigues filho, que teve um mandato de 2008 a 2011, com duração de quatro (04) anos. O atual presidente é José Fabio Rodrigues Rafael, que foi eleito em Janeiro de 2012.

As reuniões no início ocorriam nas casas dos sócios ou na escola da comunidade, pois a Associação ainda não tinha sede própria. Com o passar do tempo o número de sócios foi aumentando cada vez mais, pois perceberam a importância dos benefícios que a Associação traria para a comunidade.

Através da associação foram conseguidos vários projetos que mudaram a maneira dos agricultores trabalharem, assim como a relação com o meio em que vivem, onde passaram a aproveitar melhor os espaços e a desenvolver atividades que contribuem para o desenvolvimento sustentável da comunidade.

A partir de então algumas conquistas foram aparecendo, tendo como exemplos energia elétrica, biblioteca, construção de cisternas, substituição de casas de taipa por alvenaria, antena para acesso a internet, construção de módulos sanitários, hortifrutigranjeiro agroecológico, melhoria na estrada que dá acesso à comunidade, criação do grupo de teatro AMUABAS e cinema na comunidade.

Alguns dos projetos que foram conseguidos através da Associação: Projeto para a compra de um trator, Projeto de Irrigação, Projeto Algodão Agroecológico, Projeto de Caprinovinocultura, Projeto de Artesanato, Projeto Arca das Letras, Projeto de Reflorestamento e o projeto de um Telecentro.

Contudo, a AMUABAS conquistou várias parcerias que contribuem para o desenvolvimento da comunidade, através de elaboração de projetos, entre eles podemos citar: Don Helder Câmara, COPAGEL (Cooperativa dos Profissionais em Atividades Gerais), AAUC (Associação dos Alunos da Universidade Camponesa), MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), EMBRAPA (Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária), Banco do Nordeste e Secretaria de Agricultura Municipal de Sumé-PB. Todos eles vêm colaborando nas áreas técnicas e educacionais da comunidade, como as palestras, oficinas e mobilização social. A Escola Rodolfo Santa Cruz também é uma parceira, pois desde o início tem cedido o espaço físico para que a associação possa realizar algumas atividades.

A uniformidade da irrigação tem efeito no rendimento das culturas e é considerada um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação (BERNARDO, 1995 APUD SILVA 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em um sistema de cultivo aberto, sob irrigação por aspersão, localizado no Sítio Pitombeira, em umas das vertentes da Bacia Hidrográfica do Açude Público de Sumé, PB.

4.1.1 Características da água

A água utilizada na irrigação da área de produção é proveniente de um poço amazonas, com vazão média de $18 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, localizado no centro da área de cultivo. A amostra de água foi encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola / UFCG, onde foi realizada a análise química.

As características químicas da água podem ser observadas na Tabela 01. De acordo com Bernardo et al., (2006) a água C4S1 tem salinidade alta mais com baixa concentração de sódio, sendo desaconselhada para irrigação em solos com deficiência de drenagem, podendo ser utilizados em plantas com boa tolerância aos sais.

Tabela 01 - Atributos químicos da água de irrigação utilizada no experimento

Características Químicas	Unidade	Valor
Ph	-	8,02
CE	$dS \text{ m}^{-1}$	4,779
Cálcio	$mmol_c L^{-1}$	13,41
Magnésio	$mmol_c L^{-1}$	13,95
Sódio	$mmol_c L^{-1}$	27,58
Potássio	$mmol_c L^{-1}$	0,25
Carbonatos	$mmol_c L^{-1}$	0
Bicarbonatos	$mmol_c L^{-1}$	6,15
Cloretos		33,75
Sulfatos	$mmol_c L^{-1}$	Presença
RAS	$(mmol L^{-1})^{0,5}$	7,46
Classe da água		C4S1

Fonte: Construído a partir de dados da pesquisa.

4.1.2 Características do solo

O solo da área e do tipo neossolo, litólico, eutrófico, de textura franco / argilosa. A caracterização físico-hídrica e química do solo foi feita no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola / UFCG, seguindo-se as metodologias propostas pela Embrapa (1997).

Pela determinação da retenção de umidade no solo (RICHARDS, 1947), o ponto de murcha permanente (Pmp), água retida no solo a um potencial matricial de -1,5 MPa, foi de 2,8 % e a capacidade de campo (Cc), correspondente ao percentual de água retida a um potencial de -0,033 MPa foi de 7,4 %, logo a água disponível era de 4,6 %.

4.1.3 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação consta de uma linha adutora de diâmetro nominal de 75 mm em PVC PN 80 que sai do poço localizado no centro da área cultivada e se estende na borda da área de produção. A cada 18 metros existem saídas de 50 mm, com registros para e encaixes roscáveis para montagem das linhas laterais nas quais são acoplados os tubos de subida para aspersores, de PVC de 32 mm e 1 m de altura.

Em uma plataforma fixada a 1,2 m, do nível estático da água foi colocada uma eletrobomba de 2 cv (SCHNEIDER modelo BC-92 S/T, monofásica), dentro do poço, a uma profundidade de 7,5 m. A eletrobomba abastece o sistema de irrigação a uma vazão de $10,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e pressão média de serviço, de 20 mca.

4.1.4 Cultura implantada

A cultura implantada na área sob cultivo, era de sorgo forrageiro. Salienta-se que no período das coletas de dados a cultura estava com 10 dias de germinação. De forma que não afetou na coleta dos dados.

4.2 AVALIAÇÃO TÉCNICA

Na área de estudo onde funciona o sistema de irrigação, foram levantados os seguintes dados: equipamentos instalados, comprimento e diâmetro das tubulações (nominal e interno), cota do terreno, vazão dos aspersores e das saídas das linhas de irrigação.

Através da análise dos dados de volume coletados em campo avaliou-se o sistema de aspersão, em função dos seguintes parâmetros de desempenho: Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), Coeficiente estatístico de uniformidade (CUE) e eficiência de aplicação de água.

4.2.1 Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC)

Para determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen do sistema (CUC) utilizou-se a seguinte equação: $CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N |L_i - L_m|}{NL_m} \right] \cdot 100$

Em que: N- número de coletores; L_i – lâmina coletada no ponto “i”, mm; e L_m – lâmina média de todas as observações, mm.

4.2.2 Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD)

Para determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) utilizou-se da seguinte expressão: $CUD = \frac{L_q}{L_m} \cdot 100$

Em que: L_q – média de 25 % das observações com menores ou seja, media do menor quartil; L_m – lâmina média de todas as observações, mm.

4.2.3 Coeficiente estatístico de uniformidade (CUE)

Para determinação do coeficiente estatístico de uniformidade (CUE), foi utilizada a seguinte equação: $CUE = 100 \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_i - L_m)^2}{(N-1) L_m^2}} \right]$

4.2.4 Eficiência de aplicação de água

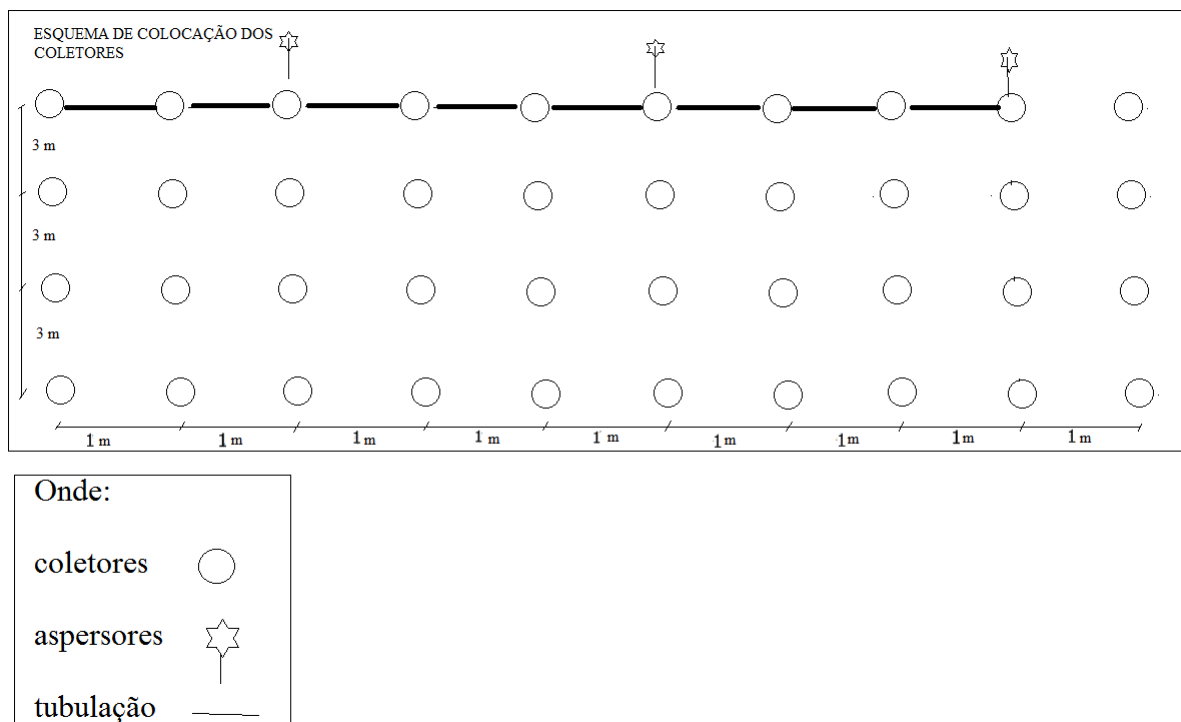
Segundo Merriam e Keller (1978), a eficiência de aplicação de água (E_a), sob irrigação completa, pode ser estimada por:

$$E_a = 0.9 \times CUD$$

4.2.5 Procedimento de coleta de dados

Figura 01 - Esquema de posicionamento dos coletores para catação da água aspergidas

dos aspersores na linha de irrigação.



Fonte: Do próprio autor (2017).

Para coleta de dados, na área cultivada sob irrigação procedeu-se da seguinte forma: (FIGURA 1) Instalou-se recipientes plásticos com capacidade de 1 litro com abertura de boca de 0,1 m de diâmetro, os quais foram distribuídos ao longo sistema. O sistema de irrigação era ligado e contabilizava-se 1 hora.

Tabela 02 - Dados coletados a partir da precipitação dos aspersores, com distância de 3 metros, 6 metros e 9 metros a partir da base.

Base	100 ml	100 ml	150 ml	100ml	100ml	150 ml	100ml	100ml	150ml	100ml
3m a partir da base	25 ml	25 ml	100 ml	50ml	50ml	100ml	50 ml	50 ml	100ml	25ml
6 m a partir da base	20 ml	20 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50ml	50 ml	20 ml
9m a partir da base	20ml	20 ml	25ml	20 ml	20 ml	25ml	20 ml	20ml	25ml	20ml

Fonte: Do próprio autor (2017).

Transcorrido o período de uma hora o sistema era desligado e fazia-se as medições dos volumes de água armazenada em cada coletor com o auxílio de uma proveta graduada em (ml) com capacidade de 2 L (TABELA 2). Esvaziava-se os coletores e recolocava-se, os mesmos, nas devidas posições. O procedimento era repetido por três vezes obtendo-se a média do volume coletado em cada posição do coletor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 podemos observar os valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen do sistema (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente estatístico de uniformidade (CUE) e a eficiência de aplicação de água (Ea), do sistema de irrigação por aspersão. Os valores foram medidos em uma linha lateral montada na área de produção cujo cultivo era de sorgo forrageiro.

Tabela 03 - Valores e classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água em campo, do sistema de irrigação por aspersão.

MÉTODO	VALOR CALCULADO	CLASSIFICAÇÃO
CHRISTIENSEN (CUC %)	42,54	BAIXO DESEMPENHO
KELLEER E KARMELI (CUD %)	36,05	BAIXO DESEMPENHO
COEFICIENTE ESTATÍSTICO DE UNIFORMIDADE (CUE %)	81,56	BOM
EFICIENCIA DE APLICAÇÃO (Ea %)	32,45	BAIXO DESEMPENHO

Fonte: Do próprio autor (2017).

Espera-se com normalidade que o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) seja menor que o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); podendo-se explicar o referido comportamento, pelo fato de que o primeiro método, considera a média das 25% menores lâminas coletadas e o método proposto por Christiansen pondera a média da lâmina coletada em todos os coletores fazendo com que exista uma compensação de vazões.

Salienta-se que a avaliação do desempenho de um sistema de irrigação seja uma etapa fundamental antes que qualquer estratégia de manejo de irrigação seja implementada, Corroborando com Reis et al (2002). Zocoler (1999) recomenda valores entre 70 a 80% e 82 a 88% para CUD e CUC, respectivamente, para as culturas cujo sistema radicular tenha a maior densidade nos primeiros 40 cm do solo.

Os baixos índices de uniformidade, bem como de eficiência de aplicação de água no solo, podem ser reflexo de um mal dimensionamento dos aspersores, além das interferências do vento. Contudo o coeficiente estatístico de uniformidade de 81,56 % indica um bom resultado nas coletas de dados no experimento.

A má performance do equipamento quanto à uniformidade de distribuição de água, a aplicação de lâmina de água diferente da que lhe foi solicitada, é um fato muito comum na vertente da Bacia Hidrográfica do Açude Público de Sumé, PB, provocado pela falta de conhecimento dos produtores em razão da falta de capacitação e/ou assistência técnica surgindo, muitas vezes, áreas de déficit e de excesso de água, o que é indesejável para o produtor.

6 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a prática da irrigação por aspersão, na área da pesquisa é realizada com pouca acurácia técnica, ocasionando perdas ou excesso na aplicação de água necessitando, a utilização de técnicas de manejo que potencialize a melhora da eficiência de aplicação de água que reduzam as perdas e melhorem a sustentabilidade do empreendimento.

As altas temperaturas e grandes velocidades de vento, associadas à baixa umidade do ar, resultam perdas de água por evaporação e arraste pelo (PEREIRA, et al., 2010).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S. **Irrigação Por Superfície: Sulco E Inundação**. Cuiabá – MT. Junho. 2010.
- ARAÚJO, Auricélia.; MELO, Cláudia.; ARAÚJO, Isaías. Cartilha. **AMUABAS: A Valorização do Sujeito Através da Conservação de Sua História**. 23 pág. Sumé, 2012.
- BRASIL. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Sudene, 1972.
- COELHO; E. F. COELHO, M. A. F. OLIVEIRA, S.L. **Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água**. Bahia Agríc., v.7, n.1, set. 2005.
- HEINZE, B. C. L. B. **A Importância Da Agricultura Irrigada Para O Desenvolvimento Da Região Nordeste Do Brasil**. Monografia apresentada ao curso MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada da ECOBUSINESS SCHOOL/FGV. Brasília, Distrito Federal. 2002.
- LUCENA, R.L.; PACHECO, C. **O Cariri Paraibano: Aspectos Geomorfológicos, Climáticos e de Vegetação**. UFPB. 2008.
- MELLO, J.L.P.; SILVA, L. D. B. **Irrigação**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Tecnologia. Departamento de Engenharia. 2009.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A irrigação no Brasil: situação e diretrizes**. Brasília: IICA, 2008.
- PIRES, R. C. M. et al. **Métodos E Manejo Da Irrigação**. Contrato FUNDAG – FEHIDRO.CBH-PCJ-107/99. Apoio – PRONAF. Novembro. 1999.
- PARAÍBA. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PDRH-PB)**. Síntese do estudo de reconhecimento de solos em meio digital do Estado da Paraíba. João Pessoa: SEPLAN, 1997
- PROJETO SUMÉ – **Aproveitamento Hidro- Agrícola do Açude Público de Sumé** – Volume I- Dnocs – 3ª DR. – Recife – PE, 1966.

REIS, P. R. C.; SILVEIRA, S. F. R. **Impactos da Política Nacional de Irrigação sobre o desenvolvimento socioeconômico do norte de Minas Gerais**. Ano XX – N. 3 – Jul./Ago./Set. 2011.

ROCHA, E. M. M. et al. **Uniformidade De Distribuição De Água Por Aspersão Convencional Na Superfície E No Perfil Do Solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB. Vol.3, n.2, 1999. 160 p.

SALASSIER, B.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. Editora: UFV. [s.l.], 2006.

SILVA, L. F. D. **Avaliação de Unidades Produtivas da Agricultura Familiar no Perímetro Irrigado de Sumé, PB**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

SILVA, R. F.; GIONGO, P. R. **Avaliação Da Eficiência E Uniformidade Da Irrigação Em Ambientes Protegidos**. [s.l.: s.n.], 2015.

VIEIRA, J.S. **Revisitando o Perímetro Irrigado de Sumé (PB)**: Uma análise da trajetória das famílias irrigantes após a paralisação do sistema de irrigação. Monografia- Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – PB, 2014.

ANEXOS



Fonte: Arquivo do autor. Medição para instalação dos recipientes para coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Medição para instalação dos recipientes para coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Coleta de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Medição de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Medição de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Medição de precipitação



Fonte: Arquivo do autor. Cronometrando a vasão da água



Fonte: Arquivo do autor. Medição da vasão da água



Fonte: Arquivo do autor. Recipiente utilizado na vasão da água

