

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

CURSO DE AGRONOMIA

“Estruturas hidráulicas e eficiência da aplicação de água cinza em áreas irrigadas por pequenos produtores rurais do Sertão do Pajeú e do Sertão do Araripe”

Paulo Romário Calixto da Silva

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito básico para formação do Bacharel em Agronomia.

Orientador: Genival Barros Júnior

SERRA TALHADA - Fevereiro de 2019

PERNAMBUCO – BRASIL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE Biblioteca da UAST,
Serra Talhada - PE, Brasil.

S586e Silva, Paulo Romário Calixto da

Estruturas hidráulicas e eficiência da aplicação de água cinza em áreas irrigadas por pequenos produtores rurais do Sertão do Pajeú e do Sertão do Araripe / Paulo Romário Calixto da Silva. – Serra Talhada, 2019.

36 f.: il.

Orientador: Genival Barros Júnior

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

Coordenação do Curso de Agronomia

PAULO ROMÁRIO CALIXTO DA SILVA

“Estruturas hidráulicas e eficiência da aplicação de água cinza em áreas irrigadas por pequenos produtores rurais do Sertão do Pajeú e do Sertão do Araripe”

Aprovado em: 12/02/2019

Orientador: Genival Barros Junior

Banca avaliadora:

Eduardo Soares de Souza – Professor Associado

José Raliuson Inácio Silva – Engº Agrônomo

SERRA TALHADA – PE

FEVEREIRO DE 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por me conceder discernimento, sabedoria, coragem e capacidade para trabalhar durante o período em que desenvolvi as atividades do presente estágio.

A minha mãe Maria Nita de Alencar Silva e meu Irmão João Paulo Calixto da Silva por me darem tudo o que precisei até o presente momento.

A minha esposa Marinalva Pereira da Silva por dividir comigo momentos difíceis e felizes ao longo do tempo que passamos juntos.

Aos meus amigos que me ajudaram durante a realização deste estágio sendo eles: Alysson Cordeiro, Josias Jordão e Hugo estudante de Biologia.

Ao Professor Genival Barros Junior por seus ensinamentos e orientação durante o curso de graduação em Agronomia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A crise hídrica e o reuso de água.....	9
2.2 Métodos e sistemas de irrigação destinados a pequenos produtores rurais.....	10
2.3 Característica da agricultura familiar com viés na irrigação	11
2.4 Eficiência do uso da água em pequenos empreendimentos irrigados.....	12
3. OBJETIVOS	13
a) Geral:	13
b) Específicos:.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 Descrição dos sistemas Reutilização de Água Cinza [RAC] instalados nas áreas dos pequenos agricultores	14
4.2 Aferições dos sistemas localizados de irrigação (gotejamento)	16
4.2.1 Coleta de vazões nos emissores	16
4.2.2 Aferição das pressões de trabalho dos emissores:	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÕES	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

A irrigação é reconhecidamente uma técnica utilizada para suprir as necessidades hídricas das culturas, melhorando o seu desenvolvimento e produção, sendo aplicada principalmente em regiões onde a precipitação é mal distribuída e a escassez da água é uma realidade durante períodos consideráveis do ano. O presente estudo foi realizado nos municípios de Flores e Triunfo-PE, mais especificamente, nas comunidades de Poço Grande, Lagoa da Favela, Espírito Santo e Sítio do Grito, região do Pajeú, além de cinco comunidades rurais no município de Ouricuri e Exu na chapada do Araripe, sendo elas Cal, Cova do Anjo, Serra dos Paus Doíás, Serra do Araripe e Sítio Tanque dos Bernardos. Neste trabalho, no período de outubro a dezembro de 2018, procedeu-se o levantamento de dados das estruturas hidráulicas em funcionamento de sistemas de gotejamento abastecidos com água residuária cinza, bem como de parâmetros como vazão média e pressão de trabalho dos emissores, de forma a aferir à qualidade técnica destes sistemas no tocante a uniformidade de distribuição e eficiência da aplicação da água. Os resultados encontrados revelam pressões de trabalho abaixo do recomendado pelo fabricante com reflexo sobre a vazão dos emissores, além de um baixo volume de água cinza produzida para o bombeamento, o que condiciona a adoção de turnos de rega elevados. No tocante a uniformidade de distribuição e a eficiência da aplicação da água, os sistemas monitorados podem ser classificados de regulares a bom, proporcionando um ganho ambiental importante pois evita o lançamento de efluentes de forma bruta no ambiente.

PALAVRAS CHAVE: Agricultura familiar; manejo de irrigação; água residuária

1. INTRODUÇÃO

A mesorregião do sertão que engloba o Sertão do Pajeú e o Sertão do Araripe está localizada no Semiárido brasileiro que é reconhecidamente caracterizada por apresentar um quadro de irregularidade temporal e espacial de chuvas. Em função das condições climáticas adversas, foram sendo construídas nessa região barramentos em diversos pontos da calha dos Rios Pajeú e Brígida, bem como dos seus tributários, para o represamento de água com a finalidade de suprir as necessidades da população local. A partir destes barramentos os agricultores passaram a irrigar pequenas áreas onde produzem alimentos que contribuem para melhorar a segurança alimentar e a renda de suas famílias (LAZIA, 2012).

Por outro lado, o aumento da demanda por água tem levado os agricultores, e seus assessores técnicos ligados as ONG's e as instituições oficiais de ATER, a buscarem soluções locais para aumentar a oferta deste importante insumo para os cultivos, fato que já tem impulsionado o uso de águas residuárias em pequena escala em muitas comunidades ou sítios da região. Com a reutilização da água residuária o produtor rural passa a ter uma nova opção de utilização deste recurso hídrico disponíveis na sua propriedade (SANTOS, et. al, 2012).

Um dos entraves para otimização destas atividades irrigadas é a baixa ou até mesmo ausência de acompanhamento técnico durante a irrigação e manejo dos cultivos, que, além de comprometer a eficiência do uso da água, aumenta a pressão ao meio ambiente por falta de conhecimento e aplicação de práticas de manejo de água associadas a práticas edáficas e conservacionistas (ANDRADE; BRITO. 2016). A assistência técnica na região do Sertão do Estado de Pernambuco é reconhecidamente fragmentada e não consegue atender a grande quantidade de produtores existente, sendo poucas as instituições/ações voltadas para este trabalho nas comunidades rurais.

A água utilizada de forma incorreta impacta diretamente no meio ambiente e nos seres que nele habitam e trabalham, que, após degradado o ambiente, principalmente os

solos, estes precisam passar por processos de recuperação que são reconhecidamente lentos e onerosos. A utilização ou reutilização da água, mesmo de forma rigorosa, já propicia ao longo do tempo complicações aos solos como é o caso da salinização secundária, o que obriga ao irrigante tomar cuidados especiais, devendo fazer parte da rotina dos agricultores o monitoramento desta água e dos sistemas por ele instalado para condução da água a área radicular das plantas.

É importante enfatizar que o uso irracional da água pode levar ao esgotamento acelerado dos mananciais e propiciar a lixiviação dos minerais essenciais para as plantas, provocar a erosão hídrica dos solos e a contaminação dos corpos hídricos de superfície e subterrâneos, causando assim impactos ambientais graves e de ampla magnitude (EMBRAPA, 2013).

A ausência de informações consistentes sobre os principais sistemas de irrigação utilizados nas comunidades locais e, principalmente, quanto a eficiência da aplicação da água de reuso, justificou a realização do presente trabalho, permitindo assim avaliar e qualificar o uso destes sistemas dentro de agroecossistemas de produção agrícola familiar no Sertão do Pajeú e do Araripe, o que contribuiu para a melhoria da eficiência do manejo das áreas irrigadas na região, numa perspectiva sustentável de reuso da água cinza.

A reutilização da água cinza é muito importante por possibilitar a preservação do ecossistema natural, uma vez que diminui o lançamento da água de uso consuntivo na natureza, diminuindo assim a poluição/contaminação dos reservatórios superficiais e subterrâneos. Um outro tipo de água que merece destaque é a água negra, produzida pelo uso do vaso sanitário com potencial ainda maior de poluição/contaminação. É importante notar que existem diferenças importantes entre esses dois tipos de água, entre elas a carga bacteriana, coloração e custo para tratamento (REBÊLO, 2011).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A crise hídrica e o reúso de água

O aumento da exploração dos recursos hídricos tem afetado a disponibilidade de água para as comunidades no mundo e ameaça a sobrevivência das gerações futuras; o crescimento descontrolado da população e o consumo desregrado tem provocando a falta de água potável e já afeta a qualidade de vida das pessoas. Para o futuro o quadro vem apontando para dificuldades na gestão e acomodação do uso desse recurso e a eficiência múltipla do seu uso pelas gerações seguintes (CHRISTOFIDIS, 2002. apud GALVÃO et al., 2013).

O contínuo aumento da demanda pela água está diretamente relacionado ao crescimento populacional, ao uso consuntivo desse recurso finitamente disponível, o que pode causar desequilíbrio ambiental sem precedentes nos aquíferos de águas subterrâneas e nos mananciais de superfície. Dessa forma, o estudo e o desenvolvimento de alternativas não convencionais de usos da água é importante, o que pode melhorar o equilíbrio dos ecossistemas e garantir a permanência de atividades vitais para a população, inclusive a geração de renda para as famílias locais (ANDROELI et al., 2005. apud GALVÃO et al., 2013).

Neste aspecto vem ganhando importância a tecnologia social denominada de “Bioágua Familiar” que foi idealizada e desenvolvida pelo Projeto Dom Helder Câmara (PDHC), com a finalidade de reutilizar águas cinza ou servidas, destinando-as para a irrigação de pequenas áreas ou quintais produtivos de agricultores familiares. Segundo a concepção da equipe do PDHC, a eficiência deste sistema depende da manutenção, capacidade operacional da família irrigante e das suas estruturas de condução e bombeamento da água. Ainda segundo o PDHC, o quantitativo de água cinza “gerado” pela família produtora não deve jamais ser destinada para dessedentação de animais domésticos, sendo exclusivamente destinada a irrigação de verduras, legumes, hortaliças, etc. A categoria de “água cinza” engloba qualquer água residuária produzida a partir de processos domésticos que pode corresponder de 50 a 80 % do esgoto

residencial [água usada na louça, banhos, pias e lavanderias de roupas] (SANTOS, et al. 2012).

O quantitativo de água residuária produzida é significativo nos aglomerados urbanos e rurais na região semiárida do Brasil, o que nos desafia, mediante um quadro permanente de escassez hídrica, a implementar sistemas de coleta e tratamento desta água; na contramão desta realidade enxerga-se visivelmente a falta de investimento e de políticas públicas que, por não existirem, levam cada vez mais reservatórios superficiais e subterrâneos a poluição e contaminação (GALVÃO, 2011). Neste sentido, trabalhos como o do PDHC, DIACONIA, CAATINGA, CECOR e CENTRO SABIÁ, com reconhecida atuação na região semiárida do Brasil, que procuram reutilizar a água cinza proveniente das casas dos pequenos produtores na condução de seus sistemas agroflorestais, passam a ter um enorme significado nas áreas rurais do Sertão.

2.2 Métodos e sistemas de irrigação destinados à pequenos produtores rurais

A irrigação é reconhecidamente uma alternativa para viabilizar o escalonamento da produção agrícola, de forma que, além de melhorar os rendimentos dos cultivos, melhora substancialmente a qualidade e a oferta dos produtos, com consequente melhoria na vida produtiva e econômica dos agricultores irrigantes. Segundo Delgado (2017) essa atividade tem uma forte ligação com as condições financeira do agricultor e o tamanho da área que vai ser irrigada. A instalação de sistemas de irrigação, no geral não envolvem custos baixos, porém é possível diminuir valores e a relação custo/benefício a partir do aperfeiçoamento do uso dos equipamentos e da água captada, fatores que são impactados e comprometidos quando se utiliza um baixo nível tecnológico e materiais de qualidade inferior (PEREIRA, 2004).

Dentre os métodos mais empregados pelos pequenos agricultores irrigantes se destacam a condução da água por gravidade e por tubos pressurizados. No tocante ao método pressurizado as fontes de energia para o funcionamento dos sistemas são provenientes principalmente dos combustíveis fosseis e da energia elétrica. Para minimizar ainda mais os custos e em regiões com reconhecida escassez de água, uma

alternativa para os produtores é a utilização de reservatórios elevados que são abastecidos através de bombeamento da água da fonte principal, para em seguida distribuírem a água de irrigação por gravidade (COELHO et. al, 2012).

A tipologia dos sistemas adotados pelos agricultores familiares depende do material disponível e de sua capacidade financeira para aquisição dos equipamentos, além do conhecimento técnico e do tamanho da área a ser irrigada. Dentre os principais sistemas utilizados podem ser mencionados o Sistema “bubbler” adaptado, a microaspersão artesanal, o sistema de irrigação localizada “xique-xique”, o gotejamento com uso de emissores artesanais ou comerciais de baixo custo, as bacias abastecidas por canais elevados revestidos, o sistema de irrigação localizada de “garrafas PET” e a irrigação por mangueira perfurada (CASTRO, 2018).

O gotejamento é um dos métodos de irrigação no qual a água é aplicada em alta frequência e sua aplicação é direcionada para a zona radicular das culturas, o que o caracteriza com um sistema de baixa vazão. Neste sistema, não há necessidade de molhar completamente a superfície do solo, sendo a água aplicada por dispositivos que dissipam a energia de pressão, depositando a água no pé da planta, proporcionando uma economia de água compatível com o baixo volume produzido em sistemas que utilizam água cinza na irrigação (GOMES, 2013).

Por ser uma tecnologia de reconhecida eficiência, os sistemas de irrigação por gotejamento aplicam a água diretamente no sistema radicular das culturas, o que lhes conferem índices de eficiência nesta aplicação que ultrapassa os 90%, proporcionando economia de água e ganhos na produção (MANTOVANI, 2007).

2.3 Característica da agricultura familiar com viés na irrigação

A agricultura brasileira é uma atividade reconhecida em todo o mundo e dentro dela encontram-se as mais diversas formas de se fazer agricultura, ganhando destaque a produção agrícola familiar. No Brasil essa atividade vem ganhando destaque por causa da importância econômica, social e ambiental, garantindo a segurança alimentar e gerando renda para os produtores (LAZIA, 2012). Esses pequenos produtores, muitas

vezes enfrentam dificuldades na hora que levam em consideração o custo de implantação de seus cultivos por unidade de área, da mão-de-obra a ser remunerada e da aquisição dos componentes de um sistema de irrigação, dado o baixo nível de capitalização que possuem.

A agricultura familiar, que vem se mantendo num patamar importante no campo nutricional por disponibilizar 70% dos alimentos consumidos no país, além de ter sido implementada em programas públicos direcionados a merenda escolar como é o caso do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), tem buscado nas pequenas estruturas de irrigação aumentar a sua capacidade produtiva e melhorar a oferta de alimentos, tanto do ponto de vista da quantidade ofertada quanto da qualidade do que é produzido (SAMBUICHI, 2014). Segundo Saraiva et. al (2013), citando dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a maior parte dos alimentos que vai para a mesa dos brasileiros é proveniente desse modelo de agricultura, correspondendo ainda por 7 de cada 10 empregos gerados no campo.

Segundo FAO (2014), estudos realizados na África Austral com pequenos agricultores, atestam que ainda é muito baixo o emprego pelas famílias dos sistemas de irrigação por gotejamento, bem como a relação destas com os aspectos operacionais do sistema.

2.4 Eficiência do uso da água em pequenos empreendimentos irrigados

A falta de assistência técnica e de capital para investimento tem obrigado a maioria dos produtores familiares rurais a utilizarem sistemas de irrigação sem levar em consideração a eficiência de aplicação de água por unidade de área e a relação custo/benefício do sistema implantado (ANDRADE et al., 2016)

Estudos realizados pela Embrapa no ano de 2012, na região de Cruz das Almas – Bahia, mostra que a tendência dos produtores familiares é de utilizar sistemas de irrigação de baixa pressão (10 metro de coluna de água) pelo baixo custo da aquisição

dos equipamentos e pela possibilidade de utilização de elevatórios para irrigação por gravidade (COELHO et al.,2012).

O uso intensivo das “adaptações” nas áreas de produção tem se tornado uma rotina cada vez maior, o que, na maioria das vezes, pode prejudicar o solo, o lençol freático e qualidade de vida dos produtores, uma vez que a eficiência desses sistemas caem devido às modificações que são feitas com o passar do tempo, aliado a qualidade inferior do material adquirido e utilizado para sua montagem e/ou estruturação (PEREIRA, 2004).

3 OBJETIVOS

a) Geral:

Avaliar as condições de operação e manejo de sistemas pressurizados de irrigação por gotejamento em pequenas áreas irrigadas com água cinza, pertencentes a agricultores familiares nas regiões do Sertão do Pajeú e Sertão do Araripe

b) Específicos:

- Qualificar o nível de operação e manutenção dos sistemas de irrigação por gotejamento em funcionamento em áreas que integram Reuso de Água Cinza (RAC) com Sistemas Agroflorestais (SAF's) na agricultura familiar;
- Monitorar o desempenho do sistema de gotejo pelo uso da água cinza proveniente das residências dos agricultores familiares;
- Determinar a Eficiência de Distribuição e Aplicação de água cinza pelos sistemas localizados de gotejamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado nos municípios de Flores e Triunfo-PE, mais especificamente, nas comunidades de Poço Grande, Lagoa da Favela, Espírito Santo e Sítio do Grito. Além de cinco comunidades rurais no município de Ouricuri e Exu na

chapada do Araripe, sendo elas Cal, Cova do Anjo, Serra dos Paus Doías, Serra do Araripe e Sítio Tanque dos Bernardos.

4.4 Descrição dos sistemas de Reutilização de Água Cinza [RAC] instalados nas áreas dos pequenos agricultores

A seguir, são descritos os principais componentes do sistema de reúso de água cinza implantados em 10 % dos sistemas de irrigação instalados (num total de 100 em funcionamento nas regiões do Pajeú e Araripe) e que irrigam as áreas dos sistemas agroflorestais (SAF's), de pequenas famílias agricultoras beneficiadas pela parceria entre o Centro Sabiá/CAATINGA e a CARITAS Suíça:

- a) **Caixa de gordura:** neste compartimento ficam depositados as partículas mais grosseiras que não devem passar na tubulação e chegar ao filtro, por ser de difícil decomposição, podendo causar entupimento ao próprio filtro ou as tubulações de recalque ou distribuição.
- b) **Filtro físico:** a capacidade de funcionamento do sistema de irrigação é totalmente dependente da qualidade da água filtrada, e o filtro destina-se a reter as partículas sólidas nas etapas anteriores e que podem prejudicar a aplicação da lâmina de água, causando obstrução nas linhas laterais e emissores. O material utilizado para fazer a filtragem da água cinza proveniente das residências é o cascalho, a areia grossa, a areia fina e o carvão.
- c) **Tanque de reuso:** é uma estrutura construída de alvenaria ou confeccionada de PVC (policloreto de vinila); este compartimento tem como principal função armazenar a água que vem do filtro, para posterior recalque ao sistema.
- d) **Cabeçal de controle:** o cabeçal é responsável em controlar, filtrar e quantificar a água cinza que vem do tanque de reuso, sendo composto por registro, filtro de disco e hidrômetro.

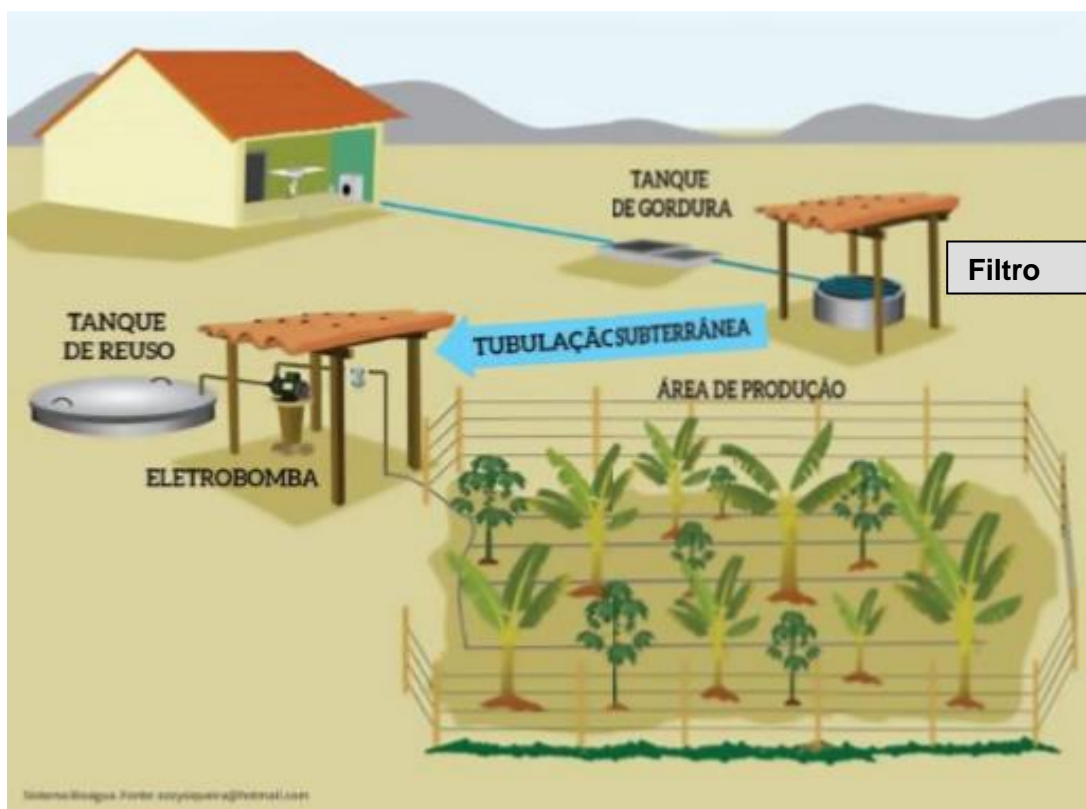


Figura 01: Layout do sistema RAC. Fonte: Associação CAATINGA.

Durante as etapas do trabalho foram realizados levantamentos das condições operacionais dos sistemas de irrigação e eficiência de aplicação da água e um mapeamento das estruturas de irrigação dos agricultores irrigantes nestas comunidades, totalizando 05 sistemas no Sertão do Pajeú e 05 no Sertão do Araripe, sendo apresentada a seguir a sequência metodológica para a execução temporal dos trabalhos executados:

I - Visita as áreas para identificação das famílias irrigantes, apresentação dos objetivos do trabalho e solicitação da permissão para o estudo das mesmas.

II - Amostragens:

- 1) Levantamento geral das condições operacionais da irrigação nas áreas objeto deste trabalho;

- 2) Início do monitoramento e aferição dos sistemas de irrigação quanto à eficiência do uso da água;
- 3) Coleta de dados nos sistemas de irrigação em funcionamento.

4.5 Aferições dos sistemas localizados de irrigação (gotejamento)

Nesta etapa do trabalho procedeu-se o levantamento de dados da estrutura hidráulica dos sistemas de irrigação, enfatizando espaçamento entre linhas e entre emissores, a tipologia e características técnicas do emissor, vazão projetada nominal e vazão coletada nos emissores, pressão de serviço projetada e medida no campo, ocorrência de vazamentos. Para determinação da vazão dos emissores e da pressão de trabalho dos mesmos, foram utilizados instrumentais apropriados de acordo com metodologias específicas de uso para cada equipamento.



Figura 02: Sistema de irrigação localizado na área de Maria Ednalva. Comunidade de Poço Grande – Flores / Outubro de 2018.

4.2.1 Coleta de vazões nos emissores

Os procedimentos aplicados para coleta dos dados em campo destinados a determinação do coeficiente de uniformidade e de eficiência de aplicação da água, a partir das vazões coletadas nos emissores, estão descritos a seguir, conforme metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975):

- Entre as linhas laterais instaladas quatro foram escolhidas quatro, sendo:

- A primeira linha lateral do setor;
- A linha lateral situada a $1/3$ do comprimento da linha de derivação;
- A linha lateral situada a $2/3$ do comprimento da linha de derivação;
- A última lateral do setor.

- Nestas linhas laterais previamente identificadas, foram monitorados quatro emissores em cada uma delas, em bom funcionamento, totalizando 16 emissores na coleta, sendo:

- 1º gotejador da linha;
- 2º gotejador monitorado situado a $1/3$ da linha;
- 3º gotejador monitorado situado a $2/3$ da linha;
- O último gotejador da linha.

A figura 03 a seguir apresenta o esquema de distribuição dos coletores de vazão nas linhas laterais de gotejamento.

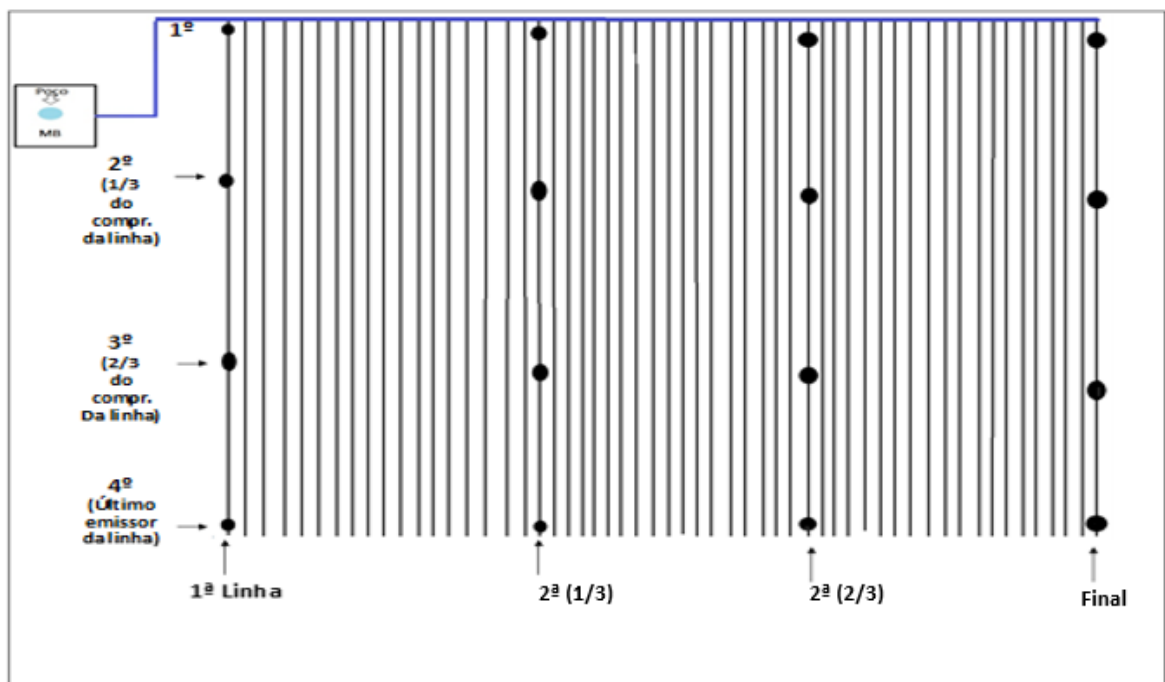


Figura 3: Esquemática das linhas de irrigação e o posicionamento dos coletores.

A vazão de cada emissor foi coletada separadamente usando recipientes apropriados, ambos volumes captados foram medidos em provetas graduadas; durante a coleta das lâminas, cronometrou-se o tempo com o devido rigor para projeção das vazões medidas.



Figura 04: coleta da lâmina de água no sistema de irrigação por gotejamento/ Ouricuri - PE.

O processamento dos dados coletados permitiu gerar índices de eficiência de distribuição e de aplicação da água a partir de modelos matemáticos indicados para cada situação, conforme descrição a seguir:

O Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) da água, proposto por Clemmens & Solomon (1997), onde:

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q} \times 100 \quad \text{.....Equação (1)}$$

sendo $q_{25\%}$ a vazão média dos 25% menores valores de q (vazão média de todos os emissores), em l/h.

A partir do CUD obteve-se a estimativa da Eficiência de Aplicação (Ea) da água pelo sistema, multiplicando-se o valor obtido para o CUD por 0,90 conforme proposto por Merriam & Keller (1978):

$$EA (\%) = CUD \times 0,9 \dots\dots\dots \text{Equação (2)}$$

4.2.2 Aferição das pressões de trabalho dos emissores:

As medições das pressões foram realizadas concomitantemente a coleta das vazões, em manômetros previamente instalados no final da primeira e da última linha, sendo as leituras realizadas a cada dez minutos durante todo tempo de realização dos testes na rede.



Figura 5: Manômetro instalado na última linha lateral do sistema. Comunidade da Cova do Anjo – Ouricuri / Novembro de 2018.

Por fim, foram coletadas amostras de água de cada RAC familiar para análise da Condutividade Elétrica (CE) e do potencial Hidrogeniônico (pH), de forma a classificá-las quanto ao risco de salinização.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios para aferição e qualificação do funcionamento dos sistemas monitorados ao longo do trabalho ocorreram de acordo com o que se encontra explicitado na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Dinâmica de coleta de dados dos sistemas monitorados

Localidade	Família detentora do sistema	Data de avaliação	Duração do teste
Sertão do Pajeú			
Poço Grande (Flores)	Deasolange Romão da Silva	03/10/2018	55 minutos
Poço Grande (Flores)	Maria Ednalva dos S. Mendes	05/10/2018	70 minutos
Espírito Santo (Triunfo)	Elineide Bezerra de Lima Pereira	09/10/2018	20 minutos
Lagoa da Favela (Flores)	Maria Gerlande R. de Medeiros	05/11/2018	38 minutos
Sítio Grito (Triunfo)	Genivaldo Gomes de Carvalho	09/11/2018	48 minutos
Sertão do Araripe			
Sítio Cal (Ouricuri)	Iranildo	13/12/2018	70 minutos
Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	Vanuza	13/12/2018	70 minutos
Serra dos Paos Doías (Exu)	Vera	14/12/2018	70 minutos
Serra do Araripe (Exu)	Vilmar	14/12/2018	55 minutos
Sítio T. dos Bernardos (Ouricuri)	Lindalva	15/12/2018	41 minutos

É importante notar que na maioria dos casos, em função do baixo nível de recarga dos reservatórios de água residuária, não foi possível aferir o sistema em funcionamento por pelo menos 01 hora, como é estabelecido pelas normas para obtenção de resultados mais precisos para os sistemas em avaliação. Em anexo a este documento encontra-se a planilha usada no monitoramento do bombeamento da água em função da capacidade de reposição da carga hidráulica dos reservatórios a partir da

dinâmica de funcionamento da casa dos agricultores detentores do sistema RAC. Também a partir desta planilha foi possível quantificar o volume de água bombeado e o tempo de retorno para efetivação dos eventos de irrigação sucessivos nas áreas a serem irrigadas, o que caracteriza um turno de rega (TR) possível a partir da dinâmica de produção da água cinza em cada família detentora do sistema RAC.



Figura 06: Hidrômetro instalado na Região do Araripe. Comunidade de Cova do Anjo. Ouricuri / Novembro de 2018.

Os sistemas hidráulicos dimensionados e instalados nas agroflorestas familiares, avaliados no presente trabalho, estão descritos na Tabela 2, bem como as características da tubulação com as respectivas áreas uteis irrigadas por família. Na região do Sertão do Pajeú o fabricante das fitas gotejadoras em uso é a IRRITEC, sendo que para as famílias da Sertão do Araripe as fitas gotejadoras foram fabricadas pela NETAFIM. As motobombas, em ambas as regiões, foram fornecidas pelos fabricantes AMMA e HAMMAR, todas com potencia de ½ cv.

Os tubos gotejadores instalados nos sistemas apresentam diâmetro externo de 16,5 mm e diâmetro interno de 16,0 mm, com espaçamento entre emissores de 0,30 metro (Pajeú) e 0,20 metro (Araripe), exceto no caso de uma modificação feita no sistema de irrigação da família do produtor Vilmar na Serra do Araripe, a qual decidiu introduzir duas linhas extras de microtubos com gotejadores espaçados em 0,30 metro, com diâmetros externo e interno de 8 e 5,6 mm, respectivamente. Os tubos utilizados na confecção das linhas principais e de derivação de todas as famílias são de PVC destinados ao uso residencial com 32 mm de diâmetro.

As condições gerais de operação dos sistemas durante a realização dos testes de vazão e de pressão encontram-se detalhadas na Tabela 3, com destaque para os sistemas de irrigação da família de Gerlande em Lagoa da Favela, cujo ataque de roedores proporcionou um elevado número de vazamentos nas linhas de gotejo e da família de Vilmar na Serra do Araripe que, por ter introduzido um envoltório de pano na válvula de pé na sucção, com intuito de diminuir o entupimento contínuo do filtro de tela em função do desenvolvimento de algas e de larvas de mosquitos no reservatório, provocou uma frequente entrada de ar na sucção, tornando imperativa a realização continuada de escorvamento da bomba.

A seguir na tabela 2 estão caracterizados os sistemas hidráulicos de irrigação por gotejamento no Sertão do Pajeú e Sertão do Araripe.

Tabela 2 - Caracterização dos sistemas hidráulicos instalados na região do Pajeú e Sertão do Araripe.

Família/ Localidade	Comprimento da rede adutora (m)	Distância média entre as linhas laterais (m)	Espaçamento entre emissores (m)	Comprimento médio das linhas laterais (m)	Área útil irrigada (m²)	Pressurização da rede
Vale do Rio Pajeú						
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	56,0	6,5	0,30	33	1108,4	Bombeamento
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)	58,0	2,3	0,30	21,5	628,4	Bombeamento
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	31,0	4,2	0,30	45,50	868,0	Gravidade (Desnível da área)
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	45,0	3,9	0,30	33	641,8	Bombeamento
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)	9,20	4,4	0,30	27	615,1	Bombeamento
Vale do Rio Brígida						
Iranildo Sítio Cal (Ouricuri)	10,3	10,0	0,20	30	1296,0	Bombeamento
Lindalva Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)	13,0	8,7	0,20	25	1198,8	Bombeamento
Vanuza Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	18,1	10,0	0,20	23	1351,8	Gravidade (Elevatória)
Vera Serra dos Paos Doías (Exu)	40,0	5,0	0,20	50	1114,5	Gravidade (Elevatória)
Vilmar Serra do Araripe (Exu)	33,4	5,2	0,20 e 0,30*	47	1338,9	Bombeamento

* Microtubo instalado pela família para aumentar a abrangência da área irrigada.

Na tabela 3 encontra-se quantificado as condições de operação dos sistemas monitorados no Sertão do Pajeú e Sertão do Araripe.

Tabela 3 – Condições gerais de operação dos sistemas monitorados

Famílias acompanhadas	Vazamentos nas linhas principais	Vazamentos nas linhas laterais	Emissores obstruídos
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	02	01	0
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)	0	0	0
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	0	0	0
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	02	11	01
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)	0	0	0
Iranildo - Sítio Cal (Ouricuri)	01	0	0
Lindalva - Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)	0	0	0
Vanusa - Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	0	02	0
Vera - Serra dos Paos Doías (Exu)	0	0	0
Vilmar - Serra do Araripe (Exu)	02	01	02

Uma das principais preocupações que podem limitar o alcance de uma boa uniformidade de aplicação da água está na variabilidade na vazão pelos gotejadores, provocada principalmente por vazamentos ou pelo entupimento nas linhas (PEREIRA, 2004). Na Tabela 4 apresenta-se o número de linhas por sistema de irrigação localizados no Sertão do Pajeú e Sertão do Araripe.

Tabela 4 – Número de linhas laterais/sistema avaliado

Proprietário/área	Número de linhas do sistema de irrigação
Sertão do Pajeú	
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	06
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo Triunfo)	10
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	05
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	06
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)	06
Sertão do Araripe	
Iranildo Sítio Cal (Ouricuri)	05
Lindalva Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)	04
Vanuza Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	08
Vera Serra dos Paos Doías (Exu)	07
Vilmar Serra do Araripe (Exu)	06

No Tabela 4 observa-se que o maior número de linhas instaladas se encontra no sistema de irrigação de Elineide (Espírito Santo – Triunfo) num total de 10, enquanto que na área irrigada de Lindalva (Tanque dos Bernardos – Ouricuri) aparecem apenas 4 linhas laterais. O quantitativo de linhas presente nas áreas irrigadas variou em função do tamanho da área útil que cada família dispõe para o trabalho; é importante notar que quanto maior for o número de linhas laterais maiores serão as perdas de carga no sistema, menores pressões de serviço e maior custo de instalação do sistema.

Na Tabela 5 a seguir são apresentados os dados médios obtidos durante a realização dos testes para pressão de trabalho dos sistemas e vazão ofertada pelos emissores.

Tabela 5 – Valores médios de pressão e vazão obtidos durante o tempo de realização dos testes

Família agricultora/localidade	Fabricante	Pressão média no final da linha		Vazão média dos emissores (l/h)	Lâmina média aplicada/área irrigada (mm/h)
		ATM			
		Primeira	Última		
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)		0,7	0,7	1,39	0,14
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)		0,4	0,0	1,02	0,12
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo) *	IRRITEC	0,6	2,1	1,53	0,27
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)		0,2	0,0	0,76	0,13
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)		0,8	1,1	1,26	0,18
Iranildo - Sítio Cal (Ouricuri)		0,5	0,9	1,24	0,14
Lindalva - Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)		0,3	1,0	1,04	0,11
Vanusa - Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	NETAFIM	0,0	0,0	0,58	0,05
Vera - Serra dos Paos Doías (Exu)		0,0	0,0	0,64	0,14
Vilmar - Serra do Araripe (Exu)		0,0	0,0	0,31	0,05

Segundo dados fornecidos pelo fabricante IRRITEC, o tubo com gotejador plano de 16,0 mm de diâmetro interno, necessita de uma pressão de trabalho que se enquadre no intervalo de 0,78 a 1,66 ATM para atender as vazões nominais projetadas para os emissores em condições normais de funcionamento do sistema (IRRITEC, 2012). Verifica-se, portanto, que entre os sistemas avaliados no Vale do Pajeú, dois encontram-

se dentro desta faixa de operação, sendo um deles pressurizado pela bomba de ½ cv instalada no projeto (Ednalva/Poço Grande) e outro, cujo sistema é pressurizado pela diferença de nível entre o reservatório e as linhas de gotejamento (Genivaldo/Sítio Grito), apresenta um desnível entre a saída do reservatório e a última linha de gotejo do sistema chega a 40 metros.

Mantovani (2007) afirma que problemas gerados com projetos mal estruturados (caso da área de Elineide, cuja linha de recalque alcançou um comprimento de 58 metros em função da distância de locação da área irrigada em relação ao tanque de armazenamento onde fica a bomba de sucção) e manutenções insuficientes ou inexistentes das estruturas (área de Gerlande, cujo número de vazamentos detectados chegou a onze) - desequilibram hidráulicamente os sistemas causando queda de pressão e afetando a eficiência de uso da água.

No tocante as pressões médias obtidas durante os testes nos sistemas em funcionamento do Vale do Rio Brígida, todos instalados com componentes da fabricante NETAFIM, segundo a qual a faixa de pressão de trabalho dos emissores deve ficar em 0,98 ATM para uma vazão nominal de 1 l/h, apenas dois sistemas alcançaram pressões neste patamar (ambos pressurizados por bombas centrifugas). Porém dois destes sistemas (Vanusa e Vera) tem carga hidráulica dependente de uma elevatória construída entre o reservatório e o cabeçal de entrada da água na área a ser irrigada, cuja altura não ultrapassa 2,0 metros.

As baixas pressões de trabalho refletiram na vazão média medida nos emissores, ficando 04 destes sistemas abaixo de 1,0 l/h (variações que foram de 0,31 a 0,58 l/h em três sistemas no Araripe e em apenas um no Sertão do Pajeú que alcançou 0,76 l/h); segundo a NETAFIM seus gotejadores podem apresentar vazões que devem variar de 0,8 a 2,2 l/h, em função da pressão de trabalho do sistema, o mesmo ocorrendo para a IRRITEC, cujo emissor pode gotejar de 0,8 a 1,5 l/h.

Segundo a EMBRAPA (2004), na irrigação por gotejamento os pequenos agricultores fazem opção pelo uso das fitas gotejadoras por ofertarem uma baixa vazão (0,5 l/h a 2 l/h), que reflete no custo final do sistema que se torna mais barato, apesar de

possuir uma menor durabilidade quando opera em condições de campo. Segundo estes autores, a vazão está diretamente relacionada com eficiência de aplicação da água, de forma que, quando os sistemas passam a funcionar com vazões muito baixas dificultam a uniformização da umidade no solo, o que pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, afetando assim, a sua produtividade.

Uma das características da água residuária cinza, produzida a partir do uso doméstico da água potável, é o baixo volume acumulado ao longo do tempo, fato que limita a sua utilização em atividades de larga escala e que necessite de tempos prolongados. Na Tabela 6 a seguir é possível verificar a dinâmica de produção da água cinza das famílias acompanhadas neste trabalho.

Tabela 6- Dinâmica da produção e do uso da água cinza na irrigação dos cultivos

Famílias acompanhadas	Volume médio de água cinza produzida (m³/semana)	Tempo médio de bombeamento em função da água armazenada (minutos)	Turno de rega (dias)
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	1,30	98	7,0
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)	0,60	62	6,0
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	1,40	*	7,5
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	0,96	56	8,5
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)	1,24	102	8,0
Média	1,10	79,5	7,4

*Sistema pressurizado por gravidade.

O baixo volume médio de água cinza produzido pelas famílias (média de 1.100 litros / semana), proporciona turnos de regas longos (até 8,5 dias para a efetiva realização de eventos de irrigação consecutivos numa mesma área) em função do tempo

necessário para recarga do reservatório, além de que o bombeamento da água ocorre por um tempo não muito superior a 1 hora dentro deste turno de rega, o que impacta significativamente a reposição da água no solo nas áreas de cultivo.

Dados do Projeto Dom Helder Câmara (2012) alertam que o dimensionamento da área a ser irrigada deve ser proporcional ao volume de água produzido na residência, uma vez a baixa quantidade de água cinza gerada inviabiliza a irrigação de grandes áreas. Na grande maioria das famílias a irrigação atende a pequenos quintais produtivos, dos quais são consumidos produtos “in natura” e de qualidade, sendo essas áreas destinadas a plantação de frutíferas, leguminosas e hortícolas

Na Tabela 7 estão relacionadas as informações referentes aos parâmetros de Condutividade Elétrica e Potencial Hidrogeniônico da água cinza oriunda das residências dos produtores rurais e utilizada para o abastecimento dos sistemas de gotejamento.

Tabela 7: Caracterização da água cinza filtrada utilizada pelas famílias no tocante a Condutividade Elétrica (CE) e ao potencial Hidrogeniônico (pH)

Família	pH	CE (dS/m)	Classe de água para irrigação*
Sertão do Pajeú			
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	7,1	1,24	
Elineide Bezerra de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)	6,9	0,92	
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	7,1	0,89	C₃
Maria Gerlande Romão de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	6,9	1,56	
Maria Ednalva dos santos Mendes - Poço Grande (Flores)	7,3	1,36	
Sertão do Araripe			
Iranildo - Sítio Cal (Ouricuri)	7,1	0,72	C₂
Lindalva - Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)	7,0	1,02	C₃
Vanusa - Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	7,3	0,41	C₂
Vera - Serra dos Paos Doíás (Exu)	7,3	1,35	
Vilmar - Serra do Araripe (Exu)	6,8	0,77	C₃

*Richards (1954)

Segundo (ALMEIDA, 2011), água classificada para irrigação como C₂ indica uma salinidade mediana, sugerindo o cultivo de plantas com moderada tolerância a salinidade com riscos que expiram cuidados, sendo necessário adotar práticas de manejo apropriadas e a instalação de sistemas de drenagem. Por outro lado, água classificada como C₃, classe a qual pertence a grande maioria da água cinza produzida pelas famílias acompanhadas, refere-se a uma salinidade alta, tornando obrigatório a implantação de sistemas de drenagem de forma a propiciar a lavagem permanente dos sais (OLIVEIRA, 2017), além do uso de espécies vegetais de elevada tolerância a salinidade.

Aplicados os modelos propostos por Clemmens & Solomon (1997) e Merrian e Keller (1978), os resultados referentes a performance dos sistemas no tocante a distribuição e a eficiência da aplicação da água encontram-se na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Avaliação qualitativa dos sistemas de irrigação por gotejamento abastecidos com água cinza

Família agricultora/Localidade	Coefficiente de distribuição da água (CUD - %)	Classificação*	Eficiência de aplicação da água (EA - %)	Classificação*
Sertão do Pajeú				
Deasolange Romão da Silva - Poço Grande (Flores)	95	Excelente	85	Bom
Elineide B. de Lima Pereira - Espírito Santo (Triunfo)	76	Razoável	68	Ruim
Genivaldo Gomes de Carvalho - Sítio Grito (Triunfo)	82	Razoável	74	Razoável
Maria Gerlande R. de Medeiros - Lagoa da Favela (Flores)	79	Razoável	71	Razoável
Maria Ednalva dos S. Mendes - Poço Grande (Flores)	91	Excelente	82	Bom
Sertão do Araripe				
Iranildo - Sítio Cal (Ouricuri)	69	Ruim	62	Ruim
Lindalva - Sítio Tanque dos Bernardos (Ouricuri)	77	Razoável	69	Ruim
Vanusa - Sítio Cova do Anjo (Ouricuri)	82	Bom	74	Razoável
Vera - Serra dos Paos Doías (Exu)	86	Bom	77	Razoável
Vilmar - (Araripe - Exu)	42	Inaceitável	38	Inaceitável

* Segundo Montovani (2001)

É importante notar que quanto mais baixo forem os valores para o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), pior será a capacidade do sistema aplicar o volume de água projetado para a área irrigada. De acordo com que propõem Merriam & Keller (1978), CUD considerado excelente para irrigações localizadas deve ser superior a 90 %. No presente estudo apenas dois dos dez sistemas analisados superaram este índice, com três desses sistemas passando a serem classificados como bom, uma vez que estes mesmos autores assim classificam todos aqueles sistemas que alcançam índices acima de 80%; os demais ficaram abaixo deste patamar e, portanto, são considerados regulares, ruim ou inaceitável.

No tocante a eficiência de aplicação da água (EA), segundo a classificação de Mantovani (2001), nenhum dos sistemas pode ser considerado excelente para este parâmetro; segundo ainda este mesmo autor dois sistemas são considerados como bom (Deasolange e Ednalva, situados no Sítio Poço Grande e Flores – Pajeú), quatro podem ser classificados como razoáveis (Genivaldo - Sítio Grito, Maria Gerlande – Poço Grande, Vanuza – Cova do Anjo e Vera – Serra dos Paos Dóias); classificados como ruins estão os sistemas de gotejamento pertencente a Elineide – Espírito Santo, Iranildo – Sítio Cal e Lindalva – Sítio Tanque dos Bernardos); os resultados indicam que, segundo este autor, o sistema em funcionamento na área do agricultor Vilmar – Serra do Araripe apresenta desempenho inaceitável.

Coelho et al. (2012) avaliando sistemas de irrigação de baixo custo (xique-xique, microaspersão artesanal, xique-xique modificado, bubbler e gotejamento) em assentamentos no Estado da Bahia (Municípios de Barra, Cansanção e Senhor do Bonfim), constataram baixa uniformidade e eficiência de aplicação da água na maioria deles, os quais, segundo os autores, apresentaram este baixo rendimento em função de diversas variáveis, sendo elas a própria constituição dos emissores, podendo ter ocorrido variações nas dimensões dos furos, a capacidade operacional do agricultor irrigante, além da existência de entupimento de emissores, que na maioria das vezes não são reparados. No caso do presente estudo, duas destas variáveis foram constatadas nos levantamentos de campo: a habilidade do irrigante e a obstrução de emissores, aliado a baixa pressão proporcionada pela motobomba de ½ cv, casos agravados ainda mais nas áreas onde foram construídas elevatórias destinadas a pressurização da rede.

Segundo Keller & Bliesner, citado por Souza et al. (2006), a eficiência da irrigação é dada em dois aspectos: a uniformidade de aplicação e as perdas de carga do sistema. Em trabalhos realizados com o objetivo de avaliar os sistemas de irrigação por gotejamento utilizados na cafeicultura irrigada no norte do Espírito Santo e nas áreas de cerrado de Minas Gerais, caracterizando inclusive a porcentagem de área molhada (PAM), estes autores verificaram que o coeficiente de distribuição (CUD) apresentava valor abaixo de 70%.

6 CONCLUSÕES

As condições operacionais dos sistemas de irrigação avaliados estão influenciando na uniformidade de aplicação da água em função das baixas pressões de trabalho, aliadas a vazamentos detectados na rede e entupimentos de emissores em parte das áreas irrigadas, fatores que provocam desequilíbrio na distribuição da água tornando necessário a adoção de medidas para melhorar a capacidade funcional dos mesmos.

A implantação/manejo de pequenos sistemas agroflorestais familiares com a utilização da água cinza, que antes era destinada de forma bruta ao ambiente, propicia um ganho ambiental importante por permitir a reutilização de um recurso cada vez mais escasso, além de não poluir o habitat onde vivem e trabalham as famílias agricultoras, contribuindo assim para a preservação do ambiente natural da Caatinga.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

ANDRADE, Camilo.; BRITO, Ricardo – AGEITEC – **Métodos**, 2016. [Internet] Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051120.html#>. Acesso em: 28 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **Sistema bioágua**. Disponível em: https://issuu.com/climadacaatinga/docs/no_clima_da_caatinga_cartilha_bioag. Acesso em: 30 jan. 2019.

CASTRO, César. N. Ipea - **Sobre a agricultura irrigada no semiárido**: uma análise histórica e atual de diferentes opções de política, 2018. [Internet] Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/180312_td_2369.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2018.

CLEMMENS, A.J.; SOLOMON, K.H. Estimation of global irrigation distribution uniformity. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 123, n 6, p 454 – 461, 1997.

COELHO, Eugenio Ferreira. **Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar.** 2012. [Internet] Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74572/1/circular-106-Sistema-de-irrigacao-para-agricultura-familiar.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

DELGADO, Guilherme Costa. BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira (orgs.) **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.

EMBRAPA. **O semiárido pode produzir e viver com mais qualidade, diz presidente da Embrapa.** 2013. [internet] Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1495299/o-semiarido-pode-produzir-e-viver-com-mais-qualidade-diz-presidente-da-embrapa>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

FAO. **Técnicas de irrigação para agricultores de pequena escala.** Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3765o.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2014.

GALVÃO, Carlos de Oliveira et al. Reuso de águas residuária para fins hidroagrícolas. In: Silva, V. P et al. (Orgs.). **Recursos hídricos para a convivência com o semiárido: abordagens por pesquisadores no Brasil, Portugal, Cabo verde, Estados Unidos e Argentina.** 1. Ed. Recife: ABRH, 2013. P. 337-362.

GOMES, HEBER PIMENTEL. **Sistemas de irrigação: Eficiência Energética.** 1ª ed. João Pessoa: UFPB, 2013. 71-87 p.

IRRITEC. **P1 Tubo com Gotejador Plano.** [internet] Disponível em:<<http://new.irritec.com/pt-br/wp-content/uploads/sites/17/2013/09/p1-2012.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

Keller, J.; Bliesner, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Avibook, 1990. 649p.

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

LAZIA, Beatriz – PORTAL AGROPECUÁRIO – A importância da irrigação para a produtividade, 2012. [Internet] Disponível em:<<http://www.portalagropecuario.com.br/agricultura/irrigacao/a-importancia-da-irrigacao-para-a-produtividade>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

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

MANTOVANI, et al. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2007. 225-261 p.

MERRIAM, J.L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 271 p. 1978.

NETAFIM. **Dripperlines, drippers & other emitters**. [internet] Disponível em:<<https://www.netafim.com.br/497b5d/globalassets/products/drippers-and-dripperlines/dripnet-pc/170702-drippers-cataloge-2017-v2-1.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

OLIVEIRA, A.M et al. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. **Associação brasileira de águas subterrâneas**, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 31, p. 58-73, out./mar. 2017. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/28663/18712>>. Acesso em: 04 fev. 2019.

PEREIRA, A. S. **Sistemas de irrigação localizada: principais problemas em projetos e assistência técnica**. In: anais do congresso brasileiro de assistência técnica à agricultura, 2004, Piracicaba, SP. (Anais) Piracicaba, SP: FEALQ, AGROESP, 2004, p. 285-291.

REBÊLO. M. M. P. S. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbico com chicanas**. 2011. 115 p. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Federal Rural de Alagoas. Maceió.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

SAMBUICHI, R. H. R. et al. Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas. Brasília, DF: IPEA, p. 75-104, 2014.

SANTOS, F.S. et al. **Bioágua Familiar: Reuso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido**. 1. Ed. Recife: PDHC, 2012. p. 11-13. [internet] Disponível em: <https://www.projetodomhelder.gov.br/site/images/PDHC/Artigos_e_Publicacoes/Bioagua/Bioagua_Familiar.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

SARAIVA, Elisa Braga et al. Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 927-935, 2013.

SILVA et al., **Qualidade de água na irrigação**. ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido, Paraíba, v.07, n 03, p. 01 – 15, julho/setembro 2011.

SOUZA, Luís OC et al. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura1. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 541-548, 2006.

SOUZA, Luís, O. C et al. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura1. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 541-548, 2006.

ANEXO

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CENTRO SABIÁ – CAATINGA**

DIÁRIO DE ANOTAÇÕES DAS ÁREAS EM ACOMPANHAMENTO

Família participante: _____

Data	Atividade realizada	Horário		Leitura no hidrômetro da bomba		Local da realização	
		Início	Término	Inicial	Final	Área irrigada	Sequeiro