



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

ERICK ALEXANDRE DORIA SOUZA

**TIPOS E NÍVEIS DE COBERTURA DE SOLO E SEU EFEITO
NA EFICIÊNCIA DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DE
COQUEIRO-ANÃO (*Cocos nucifera L.*)**

São Cristóvão/SE

2020

ERICK ALEXANDRE DORIA SOUZA

**TIPOS E NÍVEIS DE COBERTURA DE SOLO E SEU EFEITO NA
EFICIÊNCIA DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DE COQUEIRO-ANÃO
(*Cocos nucifera L.*)**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Recursos Hídricos como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Souza Resende

São Cristóvão/SE

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S729t Souza, Erick Alexandre Doria
Tipos e níveis de cobertura de solo e seu efeito na eficiência da irrigação localizada de coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.) / Erick Alexandre Doria Souza ; orientador Ronaldo Souza Resende. – São Cristóvão, SE, 2020.
68 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Recursos hídricos. 2. Irrigação por aspersores. 3. Cobertura dos solos. 4. Plantas – Efeitos da umidade do solo. 5. Coqueiro – Cultivo. I. Resende, Ronaldo Souza, orient. II. Título.

CDU 556.18:631.674.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
HÍDRICOS



Ata da 71ª Sessão de Defesa Pública de Dissertação de
Mestrado em Recursos Hídricos.

Ao vigésimo dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte, às Nove horas, realizou-se na sala 302 da Didática VII, na Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, a sessão pública de defesa de dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos de **Erick Alexandre Dória Souza**, sob o título: “**Tipos e Níveis de Cobertura de Solo e seu Efeito na Eficiência da Irrigação Localizada de Coqueiro-Anão (*Cocos Nucifera L.*)**” presidida pelo Prof. Dr. Ronaldo Souza Resende. O orientador passou a palavra ao aluno para que procedesse à apresentação de seu trabalho. Após a apresentação, o primeiro examinador, Prof. Dr. Edson Patto Pacheco, arguiu o aluno que teve igual período para sua defesa. A palavra foi franqueada ao examinador interno Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho, para a arguição do aluno, que, após as considerações, respondeu aos questionamentos. Em seguida, o Prof. Dr. Ronaldo Souza Resende, orientador do aluno, teceu comentários sobre o trabalho apresentado. Encerrada a apresentação, a banca examinadora solicitou que todos se retirassem do recinto para avaliação. A comissão decidiu **APROVAR** o aluno, sendo atendidas as determinações da banca examinadora e da Resolução nº 25/2014/CONEPE que regulamentam a apresentação e defesa de dissertação de Mestrado. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata que será assinada pelos componentes da banca e pela aluna.

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 20 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Ronaldo Souza Resende
Presidente-orientador

Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho
Examinador Interno

Prof. Dr. Edson Patto Pacheco
Examinador Externo

Erick Alexandre Dória Souza
Aluno

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades. Agradeço a Ele também por manter a minha família em paz e em harmonia.

Aos meus irmãos e irmãs, pelo apoio e carinho sempre presentes.

Aos meus pais Celestina Doria Filha e José Renaldo de Oliveira Souza, pelo amor e carinho que me deram e forças para suportar os momentos mais difíceis.

A minha noiva Tracy Anne, pelo apoio, carinho e dedicação a minha pessoa.

A todos os meus parentes, pelo incentivo e apoio durante todo o período de duração do programa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão de bolsa de estudos em nível de mestrado indispensáveis para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Sergipe (UFS) e ao Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos pela oportunidade.

A Embrapa Tabuleiros Costeiros/Aracaju SE, pelo suporte técnico, concessão da área experimental, recursos humanos no fomento à pesquisa.

Ao meu orientador Professor Dr. Ronaldo Souza Rezende por todas as oportunidades de aprendizado durante o mestrado e principalmente por seu apoio, ensinamentos, paciência e inteligência na orientação desse trabalho.

Ao Corpo administrativo e técnico da Fazenda H. Dantes, pelo apoio e colaboração, em especial ao Beto, Rodrigo, Anderson, Lucas, Vânia, Maria, que contribuíram com desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e colegas do curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos/UFS pela amizade e valorosas reflexões, críticas e sugestões recebidas durante as disciplinas do curso.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização da minha pós-graduação, o meu,

MUITO OBRIGADO!

SOUZA, E. A. D. Tipos e níveis de cobertura de solo e seu efeito na eficiência da irrigação localizada de coqueiro-anão (*Cocos nucifera L.*) [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe; 2020.

RESUMO

O coqueiro, ecotipo anão, tem apresentado crescimento contínuo em sua área de cultivo, tendo sua produção majoritariamente destinada à obtenção de água de coco, cujo consumo vem sendo incrementado no Brasil e no mundo configurando nosso país como maior produtor mundial. O coqueiro anão, associado à irrigação por microaspersão apresenta melhor desempenho produtivo e início antecipado da produção, em relação aos demais cultivares. Este cultivo tem como característica o elevado consumo de água, que onera os custos da produção e demanda a condução de pesquisas visando maximizar a eficiência de uso desse insumo. Desta forma, este trabalho foi realizado no campo de cultivo de coqueiro anão em fase de produção e irrigado por sistema de irrigação do tipo microaspersão e objetivou avaliar o efeito da cobertura morta na interceptação da água de irrigação aplicada e no padrão de umedecimento do solo, em cultivo de coqueiro-anão. Para tanto, foram avaliadas três condições: solo sem cobertura, com cobertura utilizando rafia e com cobertura utilizando folhas de coqueiro, sendo este último com formação da cobertura com 10, 30 e 50 folhas; sob duas doses de irrigação, 50 e 100 L planta⁻¹ dia⁻¹, que foram avaliados quanto ao nível de interceptação da água e perfil de umedecimento proveniente da irrigação. Para avaliação do perfil de umedecimento do solo, somente a cobertura com palhada formada por 30 folhas, além dos tratamentos com rafia e solo sem cobertura foram avaliados. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constando de oito tratamentos e três repetições, sendo efetuada a ANAVA para o fator “nível de interceptação”. Para obtenção do perfil de umedecimento do solo utilizaram-se sondas de umidade, com base do princípio da Reflectometria no Domínio da Frequência – FDR. Concluiu-se que dentre os materiais utilizados como cobertura, a rafia apresentou menor índice de interceptação em relação à cobertura morta com folhas; e entre os tratamentos que utilizaram folhas, observou-se uma relação inversa entre nível de interceptação da cobertura e dose de irrigação e uma relação direta entre nível de interceptação e número de folhas utilizadas na cobertura. O perfil de umedecimento do solo foi influenciado pelo tipo de cobertura do solo, sendo que a folhas do coqueiro foi a que resultou em maior umidade média do perfil.

Palavras-chave: *Mulch*, perfil de umedecimento, interceptação, eficiência de uso da água.

SOUZA, E. A. D. Types and levels of soil cover and their effect on the efficiency of localized irrigation of dwarf coconut (*Cocos nucifera* L.) [Dissertation]. São Cristóvão: Graduate Program in Water Resources, Federal University of Sergipe; 2020.

ABSTRACT

The coconut tree, a dwarf ecotype, has shown continuous growth in its cultivation area, with its production mainly destined to obtain “coconut water”, whose consumption has been increasing in Brazil and in the world and making our country the largest world producer. The dwarf coconut tree, associated with micro-sprinkler irrigation, has a better productive performance and an early start of production, compared to other cultivars. This cultivation is characterized by high water consumption, which increases production costs and demands the conduction of research in order to maximize the efficiency of the use of this input. In this way, this work was established a field of cultivation of dwarf coconut tree in production phase and irrigated by a micro sprinkler type irrigation system and aimed to evaluate the effect of mulch on the retention of applied irrigation water and the pattern of soil moistening, in cultivation of micro-irrigated dwarf coconut. For that, three conditions were evaluated: soil without cover, with cover using raffia and with cover using coconut leaves, the latter with the formation of cover with 10, 30 and 50 leaves; under two irrigation doses, 50 and 100 L plant⁻¹ day⁻¹, which were assessed for water interception level and wetting profile from irrigation. To evaluate the soil wetting profile, only the mulch cover formed by 30 leaves, in addition to the raffia and soil treatments without cover were evaluated. The experimental design used was that of randomized blocks, consisting of eight treatments and three repetitions, with ANAVA being performed for the factor “level of retention”. To obtain the soil moistening profile, humidity probes were used, based on the principle of reflectometry in the frequency domain - FDR. It was concluded that among the materials used as cover, the raffia presented a lower retention index in relation to the mulch with leaves; and among the treatments that used leaves, there was an inverse relationship between retention level and irrigation dose and a direct relationship between retention level and number of leaves used in the cover. The soil wetting profile was influenced by the type of soil cover, and the straw of coconut leaves was the one that resulted in the highest average humidity of the profile.

Keywords: *Mulch*, wetting profile, interception, water use efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa do avanço do cultivo de coqueiros nos estados brasileiros em 1990 e 2014	19
Figura 2. Produtividade de coco no Brasil, no Nordeste e no Estado de Sergipe de 1990 a 2011	20
Figura 3. Percentual de uso da água no Brasil (retirada e consumo) por setor usuário.....	25
Figura 4. Mapa de localização da área experimental	35
Figura 5. Espaçamento do coqueiro em formato de arranjo espacial quincôncio	36
Figura 6. Croqui da distribuição dos tratamentos no cultivo de coqueiro-anão.....	38
Figura 7. Tratamento com folhas de coqueiro.....	39
Figura 8. Tratamento com sacos de rafia.....	39
Figura 9. Sistema de irrigação por microaspersão no tratamento com sacos de rafia.....	40
Figura 10. Superfície de absorção seco (a) e úmida (b).	41
Figura 11. Taxa de evaporação das superfícies de absorção ao longo do processo de secamento	42
Figura 12. Lay-out de instalação das superfícies absorventes nos tratamentos com sacos de rafia (a) e folhas de coqueiro (b) e instalação em campo (c) e (d)	43
Figura 13. Esquema de distribuição dos tubos instalados em um transecto na zona de coroamento de coqueiro-anão.....	45
Figura 14. Leitura de perfil em cobertura morta com folhas de coqueiro	46
Figura 15. Perfil de aplicação de água do microaspersor em diferentes doses de irrigação diária, na condição de solo sem cobertura.....	48
Figura 16. Perfil de aplicação de água do microaspersor na dose de 50 L/planta/dia, na condição de solo com diferentes tipos de cobertura	49
Figura 17. Perfil de aplicação de água do microaspersor na dose de 100 L/planta/dia, na condição de solo com diferentes tipos de cobertura.....	50
Figura 18. Nível de interceptação da água de irrigação em diferentes coberturas quando aplicada uma dose de 50 L/planta/dia na condição de solo.....	51
Figura 19. Nível de interceptação da água de irrigação em diferentes coberturas quando aplicada uma dose de 100 L/planta/dia na condição de solo.....	52
Figura 20. Percentuais de interceptação das coberturas utilizadas sobre a aplicação de diferentes níveis de irrigação no cultivo do coqueiro anão, em cada tratamento.....	55

Figura 21. Distribuição da umidade nos perfis do solo em ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) para os diferentes tipos de cobertura morta e volumes diários de irrigação avaliados durante o Verão na Fazenda H. Dantas	57
Figura 22. Distribuição das precipitações diárias, em mm, durante a realização das leituras de umidade no período do verão na área do experimento.....	59
Figura 23. Amplitude de valores de umidade no perfil do solo, para diferentes níveis de irrigação e de tipos de cobertura do solo	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área plantada com coqueiro e produção de coco nas regiões do Brasil, em 2017..	17
Tabela 2. Produção de coco, área plantada e produtividade do coqueiro dos principais Estados brasileiros produtores em 2017.....	18
Tabela 3. Análise de variância dos tratamentos utilizando as coberturas mortas no cultivo do coqueiro anão, com três repetições.....	52
Tabela 4. Resultados obtidos através da análise estatística entre as médias \pm desvio padrão entre os tratamentos com cobertura sobre diferentes níveis de irrigação no cultivo do coqueiro anão	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. Coqueiro-Anão (<i>Cocos Nucifera L.</i>).....	16
3.1.1. Origem e distribuição do coqueiro	16
3.1.2. Cocoicultura no Brasil, no Nordeste e Sergipe.....	16
3.1.3. Cultivares.....	21
3.1.4. Exigências climáticas: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, vento e radiação solar.....	22
3.2. Irrigação.....	23
3.2.1. Uso da água na irrigação.....	23
3.2.2. Irrigação na cultura do coqueiro	26
3.2.3. Sistema de irrigação por microaspersão	27
3.2.4. Umidade do Solo	29
3.2.5. Disponibilidade de Água no solo.....	30
3.2.6. Capacidade de Campo	31
3.2.7. Ponto de Murcha Permanente	31
3.3. Cobertura Morta.....	32
3.3.1. Uso de resíduo vegetal como cobertura.....	33
4. MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1. Localização da área experimental.....	35
4.2. Cobertura morta da área experimental.....	39
4.3. Níveis de irrigação	40
4.4. Quantificação do nível de interceptação da água de irrigação pela cobertura morta	40
4.5. Monitoramento da umidade do solo	44
4.6. Análise estatística	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1. Nível de interceptação da água de irrigação pela cobertura do solo.....	47
5.2. Análise de variância dos percentuais de interceptação das coberturas no cultivo do coqueiro anão.....	52

5.3. Caracterização da formação dos bulbos úmidos.....	55
6. CONCLUSÃO	62
7. REFERÊNCIAS.....	63

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto colocado no ranking mundial de produção de coco, atrás apenas da Indonésia, Filipinas e Índia (FAO, 2016). O coqueiro, *Cocos nucifera L.*, é uma planta derivada de regiões de clima tropical e subtropical, que gera diversos produtos e subprodutos, tais como coco seco *in natura*, coco ralado, leite de coco, óleo de coco e água de coco. A crescente demanda por este último produto contribuiu com a expansão do coqueiro para outras regiões e com o aumento da produtividade e produção nas últimas décadas, sendo uma atividade agrícola rentável em escala mundial (BRAINER, 2018). Destacando-se em muitos países não só pelos aspectos econômicos, mas também os sociais e ambientais (MARTINS e JUNIOR, 2011).

O cultivo do coqueiro depende de diversos fatores para ter um bom desempenho produtivo, tais como: o clima, as características do solo, as condições de irrigação (tipo de sistema, frequência, dimensionamento e manutenção dos sistemas), o estado nutricional da planta e entre outras características edafoclimáticas (MIRANDA e GOMES, 2006). Estes fatores podem ser otimizados visando a sustentabilidade econômica, social e ambiental, bem como o aperfeiçoamento do uso de recursos hídricos.

No entanto, para que se possa viabilizar a exploração comercial da cocoicultura, a aplicação de irrigação é uma prática importante, devido ao déficit hídrico no solo, ocasionado pela má distribuição das precipitações durante as estações ao longo do ano, principalmente quando cultivado na região Nordeste. Sendo que nessa região praticamente todo o cultivo é conduzido com irrigação plena, ou seja, buscando-se a reposição total da demanda evapotranspirativa (RESENDE *et al.*, 2017).

Essas condições também colaboram para a baixa produtividade do coqueiro, tornando-se um dos principais problemas inerentes ao seu cultivo e proporcionando desta forma, o aumento do consumo de água na irrigação na cultura, sobretudo nos plantios de coqueiro-anão. Cintra, Resende e Fontes (2015), ressaltam a importância do desenvolvimento de tecnologias para aumentar a eficiência de seu uso, a exemplo da redução da quantidade de água utilizada na irrigação sem redução de produtividade.

Resende *et al.* (2017) citam que os cocoicultores não têm adotado estratégias de manejo da irrigação que permitam controlar mais acuradamente a aplicação de água, bem como a dinâmica da água no solo e o volume de água demandado pela cultura. Desta forma, geram diversos problemas, o que tende ao menor aproveitamento de uso de água pela cultura, ocasionando assim, a queda da produtividade em cultivos irrigados.

O método de microaspersão é o mais propício a ser usado em cultivo de hortícolas e fruteiras como a cocoicultura. No cultivo do coqueiro a microaspersão é um sistema que tem uma boa eficiência de aplicação, dentre os diversos tipos de irrigação, sendo o principal sistema utilizado no cultivo em solos arenosos. O sistema é caracterizado pela aplicação de água ao solo com pequena intensidade e alta frequência, por meio dos microaspersores, com baixas perdas de água por condução e evaporação (SARAIVA, REBOUÇAS e SOUZA, 2014). O suprimento de água, através de sistemas de irrigação é influenciado pela presença de cobertura morta no solo, o que proporciona mais água disponível para as plantas.

Desta forma a utilização de cobertura morta em sistemas de cultivo apresenta vantagens como reciclagem de nutrientes, redução das perdas de água por evaporação da superfície do solo, manutenção de níveis de umidade e temperatura nas camadas superficiais do solo, proporcionando melhores condições de conservação da umidade, adequados ao desenvolvimento de raízes, microrganismos e o crescimento da planta (MIRANDA *et al.* 2004; MIRANDA, SOUSA e CRISOSTOMO, 2007).

Segundo Procópio, Cintra e Resende (2017), o uso da cobertura morta ocasiona diversos benefícios como inibição do crescimento de plantas invasoras na área de influência da cultura, menor consumo de água de irrigação, aumento da matéria orgânica do solo e liberação e fornecimento de nutrientes contido na cobertura morta, decorrente de sua decomposição.

Desta forma, devido à crescente preocupação com os recursos naturais e a necessidade de maior produção e comercialização de coco, este trabalho têm como objetivo avaliar o efeito da cobertura morta no padrão de umedecimento do solo, em cultivo de coqueiro-anão microirrigado, em condições de campo, a fim de reduzir o consumo hídrico através de uma baixa interceptação de água pela cobertura morta.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito da cobertura do solo na interceptação da água de irrigação aplicada e no padrão de umedecimento do solo em cultivo de coqueiro-anão microirrigado.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito de diferentes materiais utilizados como cobertura morta na interceptação de água aplicada em microaspersão, no cultivo do coqueiro;
- Avaliar o efeito de diferentes níveis de cobertura morta com folhas de coqueiro na interceptação da água aplicada por microaspersão, no cultivo do coqueiro;
- Avaliar o perfil de umedecimento do solo em coqueiro irrigado por microaspersão, sob diferentes materiais utilizados como cobertura morta;
- Avaliar o perfil de umedecimento do solo em coqueiro irrigado por microaspersão, para os tratamentos de cobertura morta com 30 folhas de coqueiro, em relação aos diferentes níveis de irrigação (50L e 100L).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Coqueiro-Anão (*Cocos Nucifera L.*)

3.1.1. Origem e distribuição do coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera L.*) é uma palmeira de distribuição mundial, presente principalmente nas regiões tropicais. A determinação exata de seu local de origem é muito controversa, pois não se conhecendo populações espontâneas as teorias baseiam-se em evidências indiretas determinando sua origem. A sua principal referência de centro de origem e diversidade são: Ilhas do Pacífico, Continente Asiático, Ceilão, Índia, África, América Central e América do Sul. Porém, considerando a quantidade de cultivares conhecidas a hipótese mais evidente é de que a região do Sudeste Asiático seja o provável centro de origem, estendendo-se por um grande número de ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico, da Malásia à Nova Guiné (BENASSI, FANTON e SANTANA, 2013).

No Brasil, as evidências históricas indicam que a primeira introdução do coqueiro-gigante no Brasil foi em 1553, pelos portugueses. Já a introdução dos coqueiros-anões ocorreu da seguinte maneira: o anão-verde em 1924, e o de Java em 1939, o anão-amarelo em 1938, e o anão-vermelho em 1939, ambos provenientes do Norte da Malásia. A variedade de coqueiro anão vermelho-de-camarões foi introduzida em 1978, proveniente da Costa do Marfim (FONTES e FERREIRA, 2006).

A exploração comercial do coqueiro restringe-se aproximadamente a 90 países, onde seu cultivo caracteriza-se como uma atividade agrícola rentável em todo o mundo, por promover um sistema autossustentável de exploração. A diversidade de produtos que oferece e a diversificação nos seus usos, a consorciação com culturas anuais e perenes em todas as fases de seu cultivo, o manejo com animais na fase adulta de exploração, tornam uma importante atividade fonte de renda para o produtor, empregando mão de obra e contribuindo na permanência do homem no campo durante todo o ano (CARON, 2012).

3.1.2. Cocoicultura no Brasil, no Nordeste e Sergipe

O crescimento do cultivo do coco está relacionado à melhoria nas áreas de cultivo, pelo incremento tecnológico na condução manejo e tratamentos culturais do coqueiro, uso de variedades melhoradas de coqueiros do tipo Anão e híbridos, que ao mesmo tempo, propiciaram aumento da produtividade e avanço do cultivo de coqueiros em regiões agrícolas que não eram propícias

(MARTINS e JÚNIOR, 2011). Condições essas que tornaram cultivo do coqueiro favoráveis, desta forma diversos pesquisadores vêm trabalhando na otimização do seu processo produtivo.

Martins e Júnior (2014), destacam que em 1990 o Brasil ocupava a 10^o posição no ranking mundial, com uma produção ao redor das 477 mil toneladas de coco. Atualmente o país é o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil ha de coqueiros beneficiando diretamente mais de 220 mil cocoicultores (JÚNIOR *et al.* 2013). Entretanto, em termos de produtividade, o Brasil lidera o ranking dos países com maior rendimento tendo (11,21 mil/t/ha), seguido por Vietnã (8,62 mil/t/ha) e o México com (6,33 mil/t/ha) comparados aos outros país produtores (MARTINS e JÚNIOR, 2014).

O cultivo do coqueiro tem como finalidade a produção de frutos destinados à agroindústria, principalmente para produção de coco ralado e leite coco, além da água de coco. O aumento significativo da demanda por água de coco nos últimos anos, gerou uma rápida expansão no segmento produtivo, tendo em vista o crescimento do consumo nos mercados interno e externo, o qual, tem sido normalmente associado à qualidade de vida e saúde. No Brasil, o avanço no cultivo do coqueiro não ocorre só pela evolução em patamares produtivos, que condicionam ao país lugar de destaque entre os maiores produtores mundiais, mas também, pela expansão da área cultivada (Tabela 1), principalmente em regiões não tradicionais de cultivo. O cultivo de coqueiro no Brasil é feito tradicionalmente em regiões tropicais, como é o caso do Nordeste, nos últimos 30 anos estas áreas vêm se expandindo para outras regiões do Brasil, principalmente no Sudeste, Centro Oeste e Norte do país (MARTINS e JÚNIOR, 2014).

Tabela 1. Área plantada com coqueiro e produção de coco nas regiões do Brasil, em 2017

Regiões do Brasil	Área plantada (ha)	Produção (mil frutos)
Nordeste	178.840	1.155.783
Norte	20.569	186.528
Sudeste	14.619	200.618
Centro oeste	1.430	17.528
Sul	225	1.504

Fonte: Adaptado de IBGE - Produção Agrícola Municipal (2018).

Embora o cultivo do coqueiro venha se expandindo para diferentes regiões do Brasil, onde seu plantio não é tradicional, como o semiárido nordestino, Centro-Oeste e até o norte do

Paraná, observa-se superioridade expressiva nas regiões litorâneas do Nordeste. Entre os 10 maiores estados produtores de coco no Brasil (tabela 2), setes deles são da região tropicais do Nordeste. Sendo que a liderança com maior produção nacional é da Bahia, seguida de Sergipe e Ceará (Tabela 3), que juntos correspondem a mais de 50% da produção nacional de coco.

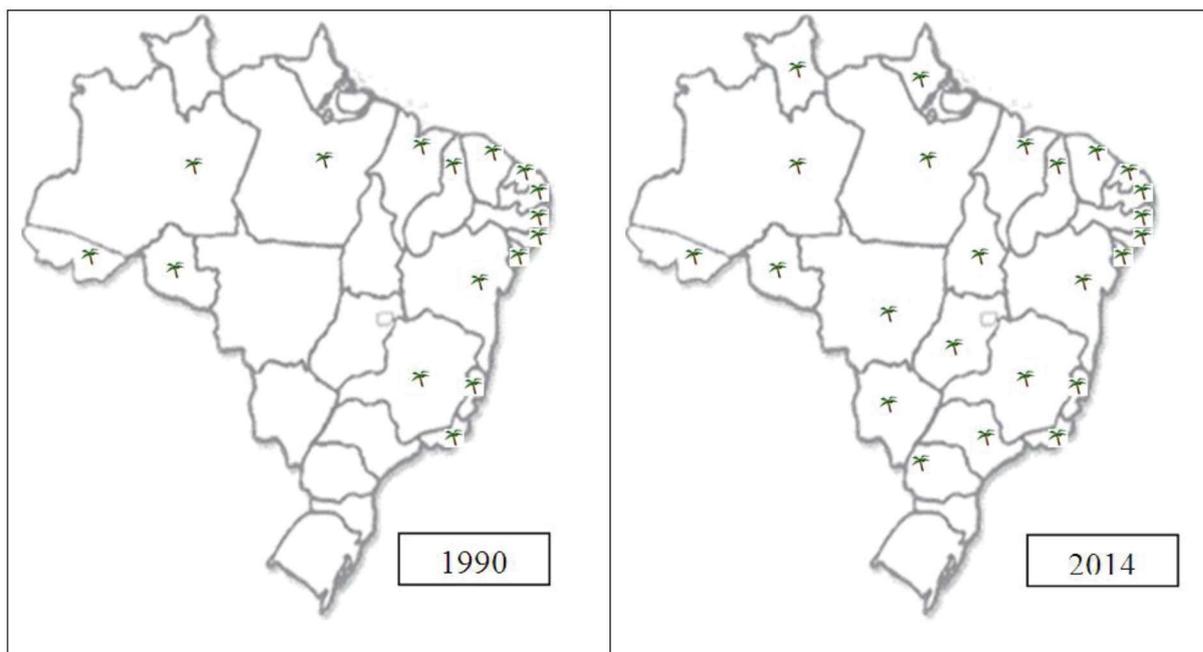
Tabela 2. Produção de coco, área plantada e produtividade do coqueiro dos principais Estados brasileiros produtores em 2017

Estado	Produção (mil frutos)	Área plantada (ha)	Produtividade (mil frutos/ha)
Bahia	350.868	47.638	7.37
Sergipe	234.332	36.821	6.36
Ceará	186.732	38.965	4.79
Pará	173.788	18.595	9.35
Pernambuco	158.879	7.685	20.67
Espírito Santo	118.476	9.346	12.68
Alagoas	102.159	23.338	4.38
Rio Grande do Norte	69.076	15.140	4.56
Rio de Janeiro	45.731	2.802	16.32
Brasil	1.561.961	215.683	7.24

Fonte: Adaptado de IBGE- Produção Agrícola Municipal (2018).

Segundo Júnior *et al.* (2013), a exploração do coqueiro tem se expandido no país (Figura 1), principalmente devido ao cultivo do coqueiro-anão irrigado destinado a produção de água de coco. Contudo, a cultura do coco seco e do coco de água, ainda são bem distintas, principalmente devido ao destino da produção e especificações dos seus mercados.

Figura 1. Mapa do avanço do cultivo de coqueiros nos estados brasileiros em 1990 e 2014



Fonte: Martins e Junior, (2014).

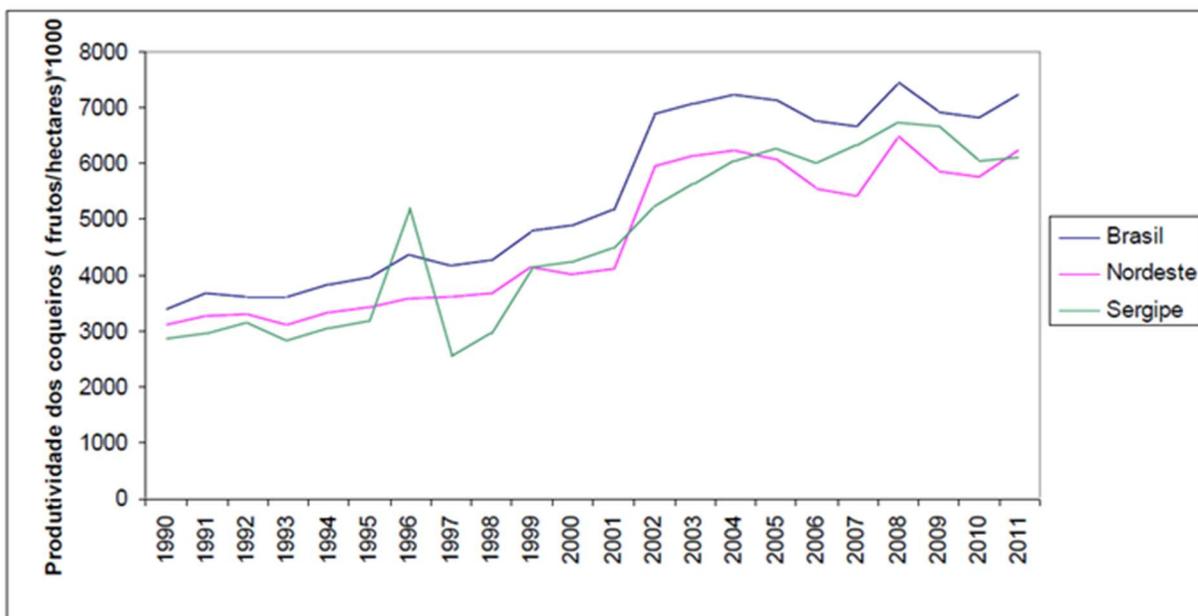
É inegável e evidente a importância socioeconômica e ambiental do coqueiro para o país, principalmente pela cultura se fazer presente em ecossistemas frágeis, áreas que sofrem com a intensa especulação imobiliária litorânea e o avanço do monocultivo da cana-de-açúcar e, sobretudo por ser explorada por pequenos agricultores de base familiar (MARTINS e JÚNIOR, 2011).

O coqueiro tem grande importância econômica para o país, principalmente na região Nordeste do Brasil, sendo então um produto de interesse para vários investidores. O Estado de Sergipe é considerado tradicional no cultivo do coqueiro e vem apresentando grande potencial de exploração. Atualmente é o segundo maior produtor de coco no Brasil, atrás apenas da Bahia. A cocoicultura no estado de Sergipe é bem desenvolvida, cultivada principalmente na região dos Tabuleiros Costeiros (MARTINS, ALVES e CORREIA, 2011).

No estado de Sergipe a produção de coco seco, concentra-se principalmente na região litorânea do Nordeste, cultivado de forma extensiva e/ou semi-extensiva, sendo o fruto comercializado *in natura* ou vendido para indústrias de alimentos que produzem o leite de coco e/ou coco ralado como principais produtos de comercialização, desta forma é inegável ressaltar que a exploração do coqueiro tem crescido no país, principalmente com o cultivo de coqueiro anão irrigado, destinado para a produção de água de coco (JÚNIOR *et al*, 2013).

A evolução produtiva do coqueiro ao longo dos anos, que reflete ao nível tecnológico empregado com as variedades de coco exploradas e de sua utilização. Contudo, a partir do final da década de 90 início do século XXI verifica-se a marca da evolução em termos de produtividade (Figura 2). A produção nacional, na região nordestina e no estado de Sergipe apresentaram incremento em termos de produtividade, o que demonstrando a evolução tecnológica nos últimos 20 anos (JÚNIOR *et al*, 2013).

Figura 2. Produtividade de coco no Brasil, no Nordeste e no Estado de Sergipe de 1990 a 2011



Fonte: Júnior *et al.* (2013).

Segundo Martins, Alves e Correia (2011), entre o período entre 1990 e 2009, Sergipe triplicou a produção de coco, saindo de 2,1 mil frutos/ha para 6,6 mil frutos/ha. Sendo que o cenário não é dos melhores, o cultivo do coco em Sergipe ainda é um elemento importante para a economia do Estado. Dentre as regiões sergipanas produtoras de coco, destacam-se as microrregiões de Propriá, Baixo Cotinguiba, Japaratuba e Aracaju, por possuírem as melhores condições edafoclimáticas para seu cultivo.

É notório que a região sergipana representa um importante papel na produção nordestina e brasileira de coco, graças aos incrementos aplicados na produtividade. Atualmente o estado de Sergipe é o segundo maior produtor de coco no país, atrás apenas da Bahia, sendo que evolução do cultivo em termos de produtividade ainda tem níveis baixos de rendimento. Entretanto, o aumento de consumo, aliado ao crescimento populacional e a preocupação com a saúde, demonstram claramente a potencialidade de crescimento deste setor perante a cadeia produtiva

de coco. E ainda, condiciona um novo redesenho do cenário produtivo da cultura do coco no Brasil, a fim de atender não só as demandas atuais, a nacional, mas principalmente às futuras, que começam a se consolidar para a exportação (MARTINS e JÚNIOR, 2011).

3.1.3. Cultivares

O coqueiro é uma frutífera perene produzida em vários países conhecida como a “árvore da vida”, essa espécie vegetal é cultivada mundialmente nas regiões tropicais e subtropicais, fornecendo ao homem uma grande quantidade de produtos e subprodutos. Seu cultivo é considerado uma das mais importantes atividades agrícolas do mundo, gerando emprego e renda, além de ser uma importante fonte nutricional para alimentação humana e animal (BENASSI, FANTON e SANTANA, 2013).

O gênero *Cocos* é constituído pelo coqueiro (*Cocos nucifera L.*), é uma espécie diplóide com 32 cromossomos ($2n=32$), e inclui cerca de 60 espécies, sendo que grande maioria das espécies são encontradas na América Central e América do Sul. A espécie *Cocos nucifera L.* é uma entre aproximadamente 2.600 espécies da família *Arecaceae* (*Palmae*). Esta espécie, por sua vez, é composta por determinadas variedades, entre as quais, as mais importantes do ponto de vista socioeconômico e agroindustrial são as *typica* (Var. gigante) o coqueiro ‘Gigante’ e *nana* (Var. anã) coqueiro ‘Anão’. A variedade de coqueiro-Anão é composta pelas cultivares amarela, verde e vermelha, da Malásia, e vermelha, de Camarões. Sendo que cultivar Anão-verde é a mais difundida no Brasil pela qualidade e por maior aceitação do fruto no mercado de água-de coco. (SIQUEIRA *et al*, 1998; RIBEIRO, SIQUEIRA e ARAGÃO, 2002; BENASSI, FANTON e SANTANA, 2013).

A variedade *nana Griff.*, conhecida como coqueiro anão, é predominantemente de autopolinização, onde as fases de formação das flores masculinas e femininas são coincidentes. As plantas apresentam um desenvolvimento vegetativo lento, iniciando sua produção em média, três a quatro anos após o plantio. Tem estipe estreito com circunferência média de 56 centímetros e atinge altura média de 10,7 metros. As folhas são do tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, contendo numerosos folíolos, medindo em torno de 4 metros de comprimento. Os frutos são pequenos, fibroso, de forma ovoide, e são requeridos de 9.000 a 12.000 frutos para produzir uma tonelada. As plantas se desenvolvem bem em solos profundos, férteis e cultivadas em regiões com precipitação bem distribuída. São susceptíveis a pragas e doenças, e sofrem muito com a seca. A vida útil de produção econômica está em torno de 40 anos. Características que atraem pesquisadores e produtores à utilizarem essas variedades em

programas de melhoramento genético e também na produção de coco verde para fornecimento de água (SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

Dentre essas variedades de coqueiro, a mais sensível ao déficit hídrico é a variedade Anã. Em regiões onde ocorre estação seca definida, e onde houver disponibilidade de água para irrigação, essa prática cultural é uma alternativa que propicia altas produtividades (SOBRAL *et al*, 2009).

Fontes e Wanderley (2006) citam que se utilizados sistemas de produção irrigados, manejo fitossanitário e nutricional adequados para planta, o coqueiro anão inicia seu período de produção de frutos a partir do terceiro ano, podendo alcançar uma produção média de 200 frutos/ planta/ano a partir do sétimo ano, quando se estabiliza a fase produtiva.

Por outro lado, a maior conscientização do consumidor sobre as qualidades nutricionais da água de coco, obtida através de um padrão superior de qualidade, poderão abrir novas perspectivas de mercado para a cultura do coqueiro anão, que apresenta grande potencial de cultivo para a maioria das ecorregiões do Brasil (FONTE e WANDERLEY, 2006).

3.1.4. Exigências climáticas: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, vento e radiação solar

De acordo com Fontes e Ferreira, (2006) o coqueiro requer clima quente, sem grandes variações de temperatura, com média anual em torno de 27°C e oscilações diárias de 5°C a 7°C, consideradas ótimas para o crescimento e a produção. Essas condições são normalmente encontradas nas regiões próximas ao litoral, onde o oceano estabiliza a temperatura (BENASSI, FANTON e SANTANA, 2013).

A tolerância do coqueiro à altitude é influenciada pela temperatura em função da latitude. Se estiver localizada próximo a linha do equador, a planta pode ser cultivada até 750 metros, entretanto, quando se distancia da mesma esse limite é reduzido e as altitudes ideais para o cultivo são menores. A baixa umidade relativa do ar, quando menor que 60%, pode influenciar o desenvolvimento da planta, por outro lado, umidade muito alta pode favorecer a propagação de doenças, além de diminuir a absorção de nutrientes em função da redução da transpiração (SOBRAL *et al*, 2009).

Benassi, Fanton e Santana (2013), ressaltam que regiões com baixa umidade atmosférica associados ao lençol freático muito profundo e período prolongado de estiagem durante ano, provocam acentuado déficit hídrico na planta, comprometendo a produção.

A precipitação e a distribuição das chuvas durante o ano são alguns dos principais fatores que podem influenciar no desenvolvimento do cultivo do coqueiro. O regime pluvial ideal é

para o cultivo é entorno de 1.500 mm de precipitação anual, entretanto, para que haja uma boa produção, nenhum mês deverá apresentar precipitação abaixo de 130 mm. Períodos com precipitações abaixo de 50 mm por mês são considerado prejudicial para o coqueiro (FONTES e FERREIRA, 2006).

Segundo Benassi, Fanton e Santana (2013), essas alterações climáticas podem afetar o desenvolvimento fisiológicas e morfológicas da planta, gerando problemas como murchamento das folhas e da planta, seca e queda prematura de folhas, menor formação de flores femininas, redução no tamanho dos frutos, redução no volume de polpa e de água de coco e, conseqüente, queda na produção. Por outro lado, o excesso de chuva pode ser prejudicial em virtude da redução da insolação e da aeração do solo, como também o aumento da lixiviação dos elementos minerais, dificultando assim o processo de polinização do coqueiro.

Dependendo da intensidade, os ventos favorecem o desenvolvimento do coqueiro, aumentando sua transpiração e a absorção de água e de nutrientes pelas raízes. Porém, em condições de deficiência de água no solo, os ventos tornam-se prejudiciais por agravarem os efeitos da seca, embora tenha papel importante na disseminação do pólen e na fecundação das flores femininas (FONTES e FERREIRA, 2006). Dentre os cultivares, o coqueiro gigante tem maior exigência da ação do vento, por ser uma planta alógama, ou seja, de fecundação cruzada e o coqueiro-anão tem menor exigência da ação do vento, devido à baixa alogamia verificada (BENASSI, FANTON e SANTANA, 2013).

O coqueiro é uma planta exigente em luz e não se desenvolve bem sob condições de baixa luminosidade. O aspecto estiolado de coqueiros que crescem sob o sombreamento de coqueiros adultos é bem conhecido. Uma insolação de 2.000 horas anuais com no mínimo 120 horas por mês, é considerada ideal. No entanto a insolação não é um bom método para avaliar a incidência de energia luminosa, devendo-se considerar principalmente a radiação solar (FONTES, FERREIRA e SIQUEIRA, 2002).

3.2. Irrigação

3.2.1. Uso da água na irrigação

A água é um elemento natural e reciclável por excelência. É uma substância líquida e incolor, podendo ser encontrada em vários estados como: líquido, sólido ou gasoso. Está presente principalmente em rios, lagos, geleiras, oceanos, aquíferos e na atmosfera. Do total de água existente no planeta, sua grande maioria é salgada, presente principalmente nos oceanos, que cobrem cerca de 75% da superfície da Terra, o qual 97,5% representa água salgada e apenas

2,5% doce, disponível para consumo. Ressalte-se que a maior parte da água doce, 68,7% encontra-se armazenada congelada em calota polares e geleiras, 29,9% em reservatórios subterrâneos e 0,9% estão presentes na umidade do solo, na biomassa e no vapor da atmosfera. Desse montante, apenas 0,3% da água contida do volume total de água doce da terra são de águas superficiais, disponíveis em rios e lagos, formas de armazenamento em que os recursos hídricos são mais acessíveis ao uso humano (SETTI *et al*, 2001).

É notório que água é um recurso natural imprescindível para a existência da vida no planeta, recurso extremamente importante para o desenvolvimento de atividades humanas, satisfação de necessidades básicas, produção de alimento, transporte, energia e manutenção do equilíbrio ambiental dos ecossistemas. Desta forma, a medida em que aumenta a população humana, cresce também a demanda pelos recursos hídricos, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água doce (SILVA *et al*, 2015).

Aguiar Netto e Bastos (2013), ressaltam que a quantidade e qualidade de alimentos, fibras e energia não seriam possíveis de alcançar sem a aplicação de água no solo através de irrigação, suprimindo assim as necessidades hídricas dos vegetais.

De acordo com a Agência Nacional de Aguas (ANA) (2017), a prática da irrigação no mundo ocorre desde as antigas civilizações, desenvolvendo-se em regiões áridas como no Egito e na Mesopotâmia, onde a produção de alimentos só é possível graças a irrigação. Em regiões de características físico-climáticas mais favoráveis, a agricultura tendeu a se desenvolver inicialmente em regiões onde a quantidade e a distribuição espacial e temporal das chuvas são capazes de suprir a necessidade das culturas, de forma que a irrigação passou a emergir em períodos mais recentes.

É importante saber que a agricultura irrigada quando usada de forma adequada, possibilita maior produção (mais de um plantio por ano) e produtividade (otimização no uso de áreas), bem como a geração de empregos permanentes, com menores níveis de investimento em comparação com outros segmentos da economia (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

Segundo Porto, Silva e Aguiar Netto (2018), a agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para a otimização da produção mundial de alimentos, gerando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de emprego e renda familiar estável.

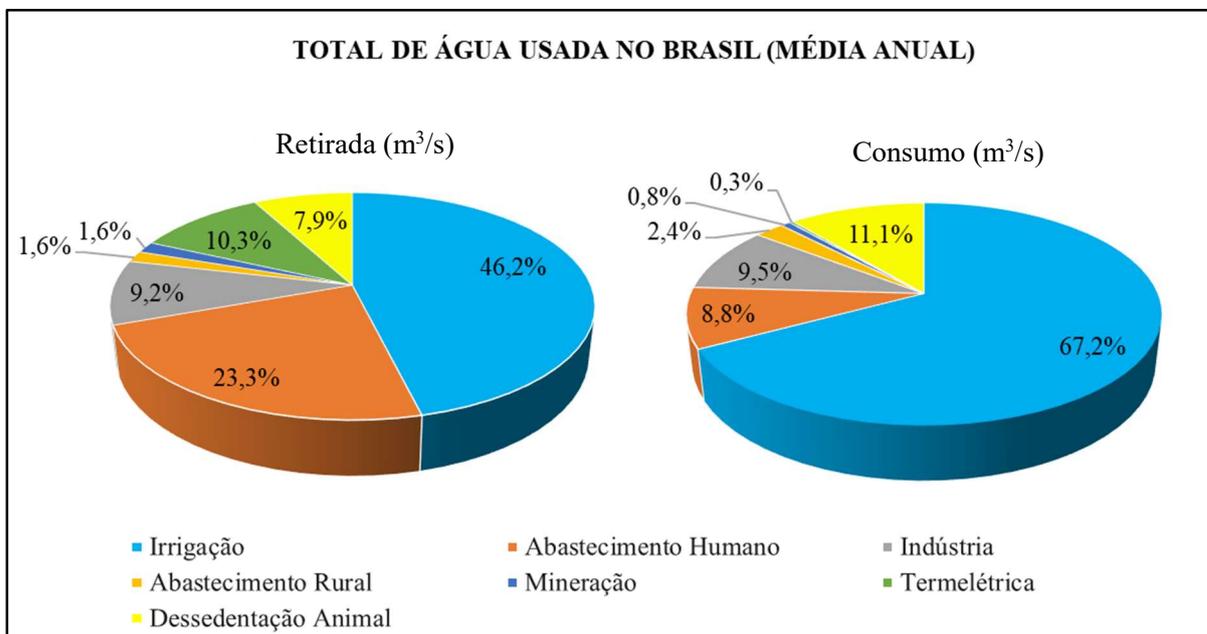
Amorim *et al*. (2008), ressaltam que a irrigação é uma prática indispensável para agricultura, adotada para suprir a deficiência total ou parcial da água utilizada para a produção. Do mesmo modo, a irrigação é a única maneira de garantir a produção agrícola de forma sustentável e com segurança, a preservação ambiental e a sustentabilidade dos sistemas

agrários, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, características típicas do semiárido do Nordeste brasileiro. Se utilizada corretamente, a irrigação pode contribuir para o uso mais eficaz dos insumos gerando aumento de produtividade e amenização dos custos de produção (CINTRA, RESENDE e FONTES, 2015).

O contínuo crescimento populacional, junto à crescente demanda por matérias-primas e alimentos estimulam o uso de maior quantidade possível de solo agricultável, o que vem impulsionando a irrigação, aumentando assim a demanda do uso da água (AMORIM *et al*, 2008). Fatores os quais aumentam a demanda do uso da água na agricultura irrigada no Brasil e no mundo.

Na Figura 3 pode ser observado a estimativa realizada pela Agência Nacional de Águas (2017), por tipo de uso consuntivo de recursos hídricos, onde mostra os resultados do levantamento atual da irrigação no Brasil, que, é responsável pela retirada de cerca de 969 mil litros por segundo (969 m³/s) e pelo consumo de 745 mil litros por segundo (l/s) (745 m³/s). Considerando os demais usos, esses valores correspondem à 46% da retirada (2.105 m³/s) e 67% da vazão de consumo (1.110 m³/s).

Figura 3. Percentual de uso da água no Brasil (retirada e consumo) por setor usuário



Fonte: Adaptado de ANA - Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017 (no prelo).

Brito, Gomes e Ludwing (2012), ressaltam que a água usada na agricultura pode ser de qualidade inferior, em comparação à água utilizada nos usos residenciais e industriais. Desde que seja feito tratamento antes de seu uso. Deste modo, as áreas agrícolas estão recorrendo a

águas recicladas como uma fonte alternativa de uso, contribuindo assim, com preservação dos recursos hídricos. No entanto, é necessário salientar que os órgãos competentes estabeleçam normas e diretrizes para assegurar que a água reciclada é segura para usos agrícolas.

A Lei de Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n.9433/97) dispõe que “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, e em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”. Esta lei busca assegurar para atuais e futuras gerações disponibilidade de água para respectivos usos, em quantidade e em padrões de qualidade adequados para utilização, estabelecendo o uso racional e integrada dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Borghetti *et al.* (2017) citam que, a irrigação, quando bem planejada e executada, possibilita: o aumento da produção; o aumento da eficiência no uso da água tanto em quantidade quanto em qualidade e regularidade; aumentar a diversidade de culturas, contribuindo significativamente no fomento da produção agropecuária e, conseqüentemente, no próprio PIB do país.

3.2.2. Irrigação na cultura do coqueiro

O volume de água a ser aplicado no cultivo do coqueiro varia principalmente de acordo com a região de plantio, com a época do ano e com a idade da planta, sendo o necessário para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, na camada de solo correspondente à profundidade efetiva das raízes da cultura. Para plantas já desenvolvidas, esse volume normalmente varia, na época mais seca do ano, de 120 a 200 litros por planta (FONTES e FERREIRA, 2006). Amorim (2002) ressalta que plantas jovens de coqueiro-anão, irrigadas por microaspersão, indicam um consumo de água variando de 8 a 12 L/planta/dia, nos primeiros seis meses após o plantio, de 12 a 28 L/planta/dia, dos 7 aos 12 meses, e de 30 a 55 L/planta/dia, dos 13 aos 18 meses de idade.

Resende *et al.* (2017) citam que no manejo da água na cultura do coqueiro-anão, deve-se considerar fatores de clima (precipitação pluvial e as variáveis climáticas que determinam a demanda evapotranspirativa), do solo (capacidade de armazenamento de água, textura, profundidade, presença de impedimentos físicos ou mecânicos) e características específicas da planta (profundidade do sistema radicular, períodos críticos à falta de água, resposta da cultura à irrigação, K_c , entre outros). Para que o manejo da irrigação se proceda dentro de um critério de uso racional, precisa-se ter conhecimento prévio de uma série de informações relacionadas

não só à planta, como também ao solo, à água e ao clima (FONTES, FERREIRA e SIQUEIRA, 2002).

Segundo Ferreira *et al.* (2011), a preferência de sistema de irrigação utilizado em cultivo de coqueiro-anão é pelos sistemas de microaspersão e gotejamento. Sendo que nesses sistemas a água é aplicada próxima à região radicular da cultura, reduzindo as perdas por evaporação devido à diminuição do volume de solo umedecido (CONCEIÇÃO, 2004).

Contudo, todas as etapas envolvidas no processo, desde o planejamento, o projeto, a seleção das culturas, a seleção das técnicas de produção, a instalação, a operação e a manutenção dos equipamentos no campo, além do manejo da própria água, devem ter igual atenção (BORGHETTI *et al.*, 2017).

3.2.3. Sistema de irrigação por microaspersão

O sistema de irrigação por microaspersão é um dos métodos de irrigação localizada, e tem como principal característica a aplicação de água ao solo em pequena intensidade (baixa vazão) e alta frequência (turno de rega pequeno), por meio dos microaspersores, através dos quais a água é aspergida, com vazões variando de 20 a 150L/h. A baixa perda de água por condução e evaporação é umas das principais características do sistema (SARAIVA, REBOUÇAS e SOUZA, 2014).

Nesses sistemas de irrigação a água é distribuída por uma rede de tubos, sob baixa pressão. Os emissores são conectados nas tubulações dispostas na superfície do solo ou enterradas, acompanhado as linhas de plantio. (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

Segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), as principais vantagens e desvantagens do sistema de irrigação localizada são:

- Vantagens da Irrigação Localizada
 - Possibilidade de controle rigoroso da quantidade de água fornecidas às plantas;
 - Grande economia de água e energia;
 - Os sistemas são usualmente semiautomatizados ou automatizados, necessitando de menos mão de obra para manejo do sistema;
 - Redução da incidência de pragas e doenças e do desenvolvimento de plantas daninhas;

- Permite a quimigação (aplicação de produtos químicos via água de irrigação).
- Otimização do uso de fertilizante;
- Possibilidade de uso de água com maior salinidade;
- Possibilidade de cultivo em áreas com afloramentos rochosos e, ou, com declividades acentuadas;
- Excelente uniformidade de aplicação de água.

➤ Desvantagens da Irrigação Localizada

- Alto custo inicial;
- Elevado potencial de entupimento dos emissores;
- Necessidades de sistema de filtragem;
- Inviável em águas com altos níveis de ferro e carbonato;
- Manutenção com maior frequência.

Estas vantagens e desvantagens dependem de fatores como conhecimento da distribuição, quantidade correta de água aplicada, a intensidade de água que a planta necessita, garantindo o bom desempenho do sistema de irrigação. Neste caso, se associada aos demais fatores plenamente atendidos como adubação, clima, época de cultivo adequada e potencial genético da planta, é possível obter maiores produtividades da cultura (BISCARO, 2014).

Desta forma os processos de avaliação do desempenho de um sistema de irrigação devem basear-se em critérios, técnicos, definidos em determinações de campo, como vazão, tempo de irrigação e uniformidade de distribuição de água, estes que são fundamentais para diagnóstico do sistema (CLEMMENS e MOLDEN, 2007).

Segundo Bernardo (2008), a uniformidade de distribuição de água exerce efeito direto na produtividade e/ou, na rentabilidade das culturas na propriedade, sendo considerado como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. Por sua vez, a ausência de uniformidade no fornecimento de água às culturas, resulta em uma aplicação desequilibrada, fazendo com que partes da área recebam mais água do que a planta necessita e outras recebam menos que o necessário, tornando dessa maneira a produção irregular (CALGARO e BRAGA, 2008).

A falta de uniformidade na irrigação como por exemplo o excesso de água acarreta a lixiviação de nutrientes, a redução de oxigênio acessíveis às raízes, aumento na incidência de

pragas e doenças (PAULINO *et al*, 2009), aumento do impacto ambiental, em virtude da redução na produtividade das culturas irrigadas e do desperdício de água, energia e fertilizantes. (JUSTI; VILAS BOAS e SAMPAIO, 2010).

3.2.4. Umidade do Solo

O solo é um complexo composto constituído de partículas em formato sólidas, líquidas e gasosas, exerce um importante papel no equilíbrio ecológico de diversos ecossistemas, pode-se dizer que ele é visto como um grande componente fundamental para o armazenamento, escoamento e infiltração de água na superfície (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Devido à importância da água no desenvolvimento das plantas e suas implicações em várias propriedades do solo, a determinação do teor de água no solo sempre foi de grande interesse, tanto no aspecto científico como no econômico (SOARES *et al*, 2014).

Para irrigação, a umidade do solo deve ser determinada e servirá de parâmetro para a quantidade de água a ser aplicada pelo sistema. Logo, é de fundamental importância o conhecimento da umidade do solo para estudos do movimento da água no solo, disponibilidade de água, erosão, época e quantidade de água a ser aplicada ((MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009; BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Há vários métodos para determinação da umidade do solo, dentre eles os comumente utilizados são os gravimétricos, eletrométricos, tensiômetros, sondas de nêutrons e TDR (refletrometria com domínio do tempo), frequentemente usados em projetos de irrigação (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), há diversas formas de quantificação do armazenamento de água do solo. Os métodos Eletrométricos vem se destacando no meio agrícola devido a praticidade e agilidade na coleta dos dados, sendo utilizados principalmente em trabalhos de pesquisas. A técnica do TDR envolve a medida da constante dielétrica do solo por meio da medição do tempo decorrido por um pulso eletromagnético, obtido através da introdução de hastes de aço inoxidável no solo. Esse tempo decorrido é proporcional a constante dielétrica do solo e varia unicamente com conteúdo de água deste. Quando bem calibrado esse equipamento disponibiliza dados muito preciso; as medidas não são afetadas pela salinidade do solo e medem diretamente a umidade do solo.

Outra forma de medição da umidade do solo é através da capacitância. Nada mais é que a utilização de sensores que são capazes de criar um campo elétrico magnético ao seu redor, e

através da frequência medida é quantificado o valor em função da umidade do solo que é expressada no local. São compostos por sondas conectadas a um “datalogger”, onde são armazenadas as leituras. Com a utilização desse equipamento, pode-se acompanhar a movimentação de água no perfil do solo, através da modulação de gráficos, sendo que os sensores são instalados a diversas pontos com profundidades e a distâncias do objeto, o que torna essa a sua principal vantagem, assim sendo indicados principalmente para solos de texturas finas (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

3.2.5. Disponibilidade de Água no solo

A frequência de irrigação requerida para uma cultura, sob determinado clima, depende da quantidade de água que pode ser armazenada no solo após a aplicação de irrigação. Atualmente, não mais se procura classificar a água do solo, mais sim caracterizá-la quantitativamente, para fins de estudo de sua disponibilidade, para as plantas, durante a sua movimentação pelo solo. A água presente no solo não é um elemento estático, mas sim dinâmico, movimentando-se em função do gradiente de seu potencial entre dois pontos quaisquer no solo (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Para Klein *et al.* (2010), a determinação do volume de água disponível às plantas é fundamental para o correto manejo da irrigação, e definição quanto ao uso dos solos agrícolas. Sendo assim a textura e estrutura do solo são os principais fatores que exercem influência na interceptação e disponibilidade de água às plantas.

A água disponível às plantas, classicamente definida como uma característica estática, sendo representada pela quantidade de água que um solo poderia reter ou armazenar entre a “capacidade de campo” (Cc) e o “ponto de murchamento” (Pm). Essa definição pressupõe que o teor de água do solo entre as umidades correspondentes à saturação e à capacidade de campo não é disponível às plantas, devido à perda de partes nas camadas mais profundas do perfil do solo, por ação da gravidade (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Entretanto, é viável ressaltar que o teor de água do solo contido entre a capacidade de campo (CC) e o PMP, são alguns dos desafios que pesquisadores vem buscando resolver em relação a ciência do solo, uma vez que é indispensável para o correto manejo da água e a orientação de projetos de irrigação (KLEIN, 2008).

3.2.6. Capacidade de Campo

Existem diversas formas de fornecimento de água para as plantas que são oriundas principalmente da precipitação, do lençol freático ou movimento de água dentro do solo. Uma parte desta água é armazenada no próprio solo, outra parte é drenada através do seu perfil para as camadas mais profundas e, estando dentro do solo saturado, parte pode fluir através da superfície para drenos e cursos d'água (DURÃES e MAGALHÃES, 2008).

O solo é um ambiente poroso, composto pelas fases sólida, líquida e gasosa, habitado por raízes de plantas, pela fauna e populações de microrganismos, cujo ambiente pode estar ocupado total ou parcialmente por água. No primeiro caso chama-se saturação hídrica, formando o aquífero; quando a porosidade é ocupada por ar e água, a parte líquida denomina-se umidade do solo (BARRETO *et al* 2004).

Para Durães; Magalhães (2008), a água utilizada para irrigação pode ser obtida de curso d'água, lagos, poços comuns ou poços artesianos. Entretanto, apenas parte da água que o solo pode reter fica disponível para o uso das plantas. Essa parte é comumente compreendida como água de retirada entre capacidade de campo e o ponto de murcha permanente.

Segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), conhecimento da disponibilidade de água no solo é de fundamental importância, pois indica em que condições hídricas o solo se encontra. Sua disponibilidade pode ser oriunda da precipitação natural ou irrigação. Porém, é necessário a utilização de alguns parâmetros para fins de quantificação do seu armazenamento no solo.

Há diferentes formas de medir essa disponibilidade, sendo a Capacidade de campo (CC) uma das principais. É definida como o limite superior de interceptação hídrica no solo, sendo a máxima quantidade de água que o mesmo pode reter sem causar danos ao sistema, ou seja, quando a água excede o limite da capacidade de campo, o solo já não possui mais capacidade de armazenamento de água através de suas estruturas, ao atingir esse ponto ocorrerá a saturação do solo, ocasionando desse modo o escoamento superficial e lixiviação de nutrientes na superfície do solo (MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009).

3.2.7. Ponto de Murcha Permanente

Ponto de murcha permanente (PMP) ou ponto de murchamento é o parâmetro de interceptação de água pelo solo que não sofre mais a ação da força capilar ou tensão superficial. O movimento de retirada da água no solo é feita através da força de absorção entre a partícula de solo e as moléculas de água, sendo que não há nítida transição entre um tipo de interceptação e

o outro. As quais as leis de movimento de água no solo são aplicadas (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

Para Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), esse ponto é definido como o limite inferior de armazenamento de água no solo, nesse momento a água já não se encontra mais disponível às plantas, pois a força de interceptação que o solo exerce sobre a água é maior do a capacidade da planta em absorvê-la.

O ponto de murchamento nada mais é do que o baixo teor de umidade do solo no qual a planta se encontra não podendo efetuar a retirada de água na mesma intensidade na qual e perdida pela transpiração. Dessa forma, aumenta a cada instante déficit hídrico da planta, o que acabará acarretando na sua morte, caso não seja irrigada. Caso o limite mínimo da água armazenada no solo que será usada pelo vegetal. Entretanto, vale ressaltar que esse fenômeno depende do tipo de solo e algumas plantas têm capacidade de extrair até diferentes limites aplicadas (BERNARDO; SOARES e MANTOVANI, 2006).

3.3. Cobertura Morta

A aplicação de cobertura morta ou “*mulch*” é uma técnica utilizada através de uma camada de material orgânico ou inorgânico, espalhada sobre o solo perto das plantas ou nas linhas da cultura, com finalidade de proteger o solo de ações do vento, chuva e sol muito intenso. Diversos materiais são utilizados como matéria prima para cobertura morta tais como: restos vegetais em geral, papel, palha, serragem, filme plástico de polietileno e entre outros (KOSHIMA *et al*, 2006), onde a aplicação desses materiais é uma prática de baixo custo e de fácil execução para os agricultores.

Silva *et al.* (2018) ressaltam que com a difusão da plasticultura, isto é, o uso de materiais feitos de plástico na agricultura (papel filmes, lonas, tubos, embalagens, telas e entre outros) no cultivo de hortaliças, flores e até de cultivos perenes, são alternativas disponíveis no mercado para os agricultores. Entre esses materiais, a rafia feita a base de polipropileno utilizada como cobertura do solo é uma excelente solução para o inibir o crescimento de plantas invasoras, apresenta um bom índice de permeabilidade, permitindo a aeração e controle da erosão do solo, no entanto, é viável resalta que, há poucos trabalhos na literatura usando plástico de rafia no cultivo de coqueiro híbrido.

Amaral *et al.* (2016) ressaltam que o uso de cobertura morta no solo é uma técnica que vem sendo aplicada pelos agricultores há muitos anos, sendo que os principais materiais utilizados em sua aplicação são resíduos de palha, capim, serragem e materiais artificiais nas mais variadas

culturas. Entretanto, a adoção de cobertura morta com plástico eleva os custos de produção, pois como se trata de matérias industrializados, como é o caso filme plástico de polietileno é mais caro do que a maioria das coberturas mortas utilizadas com resíduos vegetais utilizados na instalação de plantios de hortaliças (CARVALHO *et al*, 2005). Favarato, Souza e Guarçoni (2017) citam que a presença da cobertura morta no solo influencia positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas, criando condições ótimas para o crescimento radicular da cultura.

O uso de cobertura morta vegetal por se trata de uma prática cultural simples e eficaz, torna-se um método econômico, que pode reduzir os danos causados pela ação erosiva de precipitações. Isto deve-se à proteção que os restos de culturas oferecem contra o impacto das gotas de chuva na superfície do solo, reduzindo a velocidade de escoamento superficial, como também o aumento da rugosidade e favorecimento no processo de infiltração da água no perfil (PIMENTEL e GUERRA, 2011).

3.3.1. Uso de resíduo vegetal como cobertura

Segundo Cintra, Resende e Fontes (2015), o uso de resíduos vegetais na área do coroamento de espécies perenes, junto ao manejo da irrigação, quando bem executado, auxilia na redução do volume diário de água aplicado no cultivo, sem prejuízo à produtividade, gerando ganhos ecológicos, ambientais e produtivos resultantes da utilização, tais como:

- Preservação dos mananciais, como reflexo da redução do volume de água utilizado na irrigação;
- Aproveitamento dos resíduos dos coqueirais impedindo que os mesmos sejam amontoados na área ou queimados;
- Melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo proporcionada pela adição de matéria orgânica no sistema solo/ planta;
- Reciclagem dos nutrientes minimizando suas perdas pela queima ou distribuição aleatória dos resíduos na lavoura;
- Redução das perdas de água por evaporação;
- Maior expansão do sistema radicular em função do acúmulo de nutrientes e matéria orgânica na zona do coroamento;
- Menor estresse hídrico dos coqueiros face ao fornecimento regular de água para as plantas.

A aplicação sistemática e planejada de resíduos vegetais oriundas da propriedade rural poderá representar importante estratégia eficaz no uso desses recursos naturais em sistemas de cultivo de coco (CINTRA, RESENDE e PROCÓPIO, 2017).

Segundo Nunes e Santos (2009), a região Nordeste tem a maior produção de coco do Brasil, o qual gera grandes quantidades de resíduos vegetativo durante seu desenvolvimento, onde a produção anual de resíduos de coqueiro é aproximadamente cerca de 729 mil toneladas de casca, 595 mil toneladas de folhas e 243 mil toneladas de inflorescência, totalizando 1 milhão 567 mil toneladas de resíduos.

Para Nunes (2017), o acúmulo de resíduos do coco nas etapas de produção e industrialização é um problema frequente que promove degradação ambiental, entretanto, esses resíduos apresentam a vantagem de serem passíveis de reciclagem, possibilitando assim o melhor aproveitamento do resíduo como matéria-prima na geração de insumos agrícolas de grande importância à preservação do solo, aspectos fundamentais da agricultura sustentável.

Cintra, Resende e Procópio (2017) destacam que o uso de estratégias na reciclagem desses grandes volumes de resíduos tem importância fundamental na conservação ambiental por permitir a reciclagem dos resíduos orgânicos e seus benefícios associados como melhoria do solo, aumento na produção de frutos e lucratividade dos sistemas produtivos, como também, por contribuir para redução do acúmulo e, muitas vezes, queima dos resíduos nas áreas de produção, meios os quais são danosas ao meio ambiente.

Contudo, a utilização da cobertura morta resulta nos benefícios já mencionados, por outro lado há o fato de que a presença de uma camada de materiais orgânicos, forma uma barreira física ao aporte de água ao solo, onde parte da água aspergida na superfície pelo sistema de irrigação na área de abrangência poderá ser absorvida pelo material orgânico da cobertura, devido ao seu alto potencial absorção (RESENDE *et al*, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

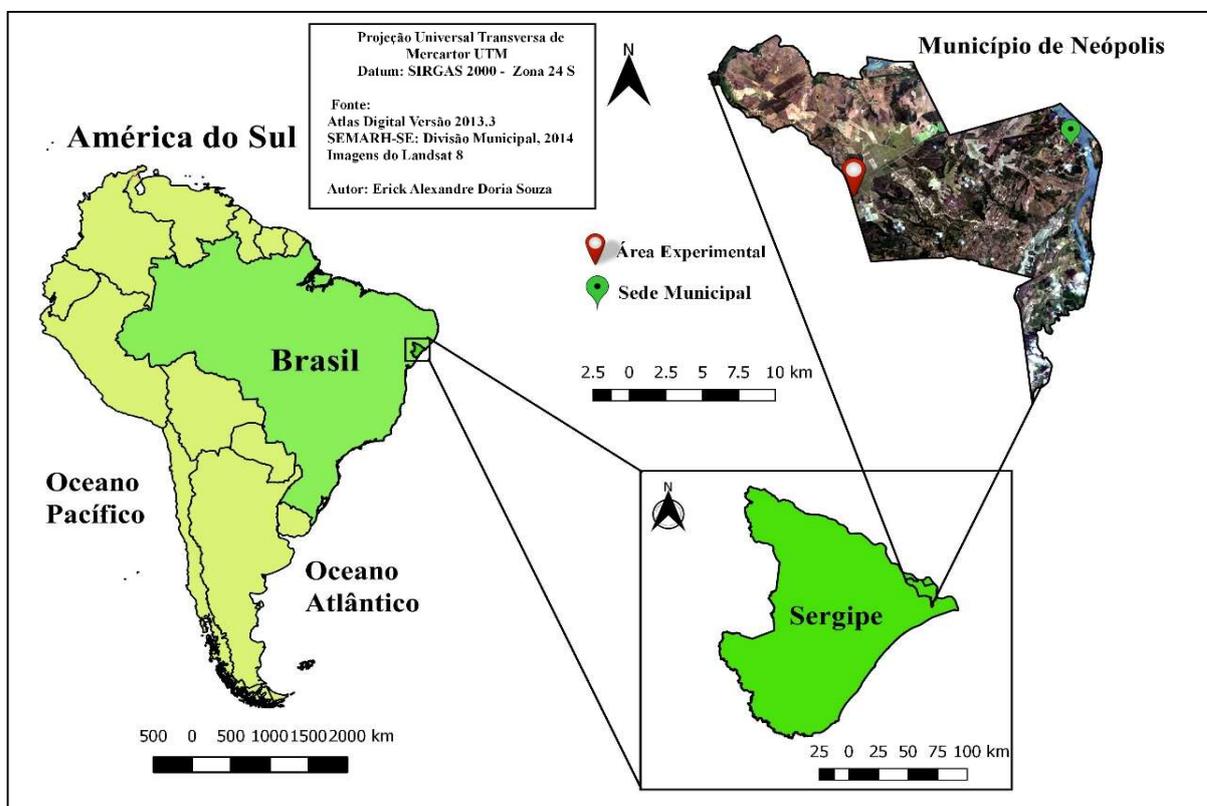
4.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em um pomar da Fazenda H. Dantas Coco Verde, situado no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, no Estado de Sergipe. As coordenadas geográficas da área experimental são 10° 20' 23,0" latitude sul e 36° 42' 48,1' longitude de Greenwich, com altitude de 128 m (Figura 4).

Segundo Cintra *et al.* (2009), o clima na região é do tipo tropical chuvoso com verão seco, de acordo com a classificação de Köppen e a precipitação pluvial da região é em torno de 1.200 mm anuais, com chuvas concentradas durante os meses de abril a setembro, com uma temperatura média anual na área do perímetro é de 25 °C e uma umidade do ar em torno de 70%, característica típica da unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros.

Jacomine *et al.* (1975) citam que os solos predominantes da região são classificados como Podzólico Vermelho Amarelo, apresentando uma textura Areia Franca/Franco Arenosa, com um relevo do solo predominantemente plano na região, com ondulações suaves.

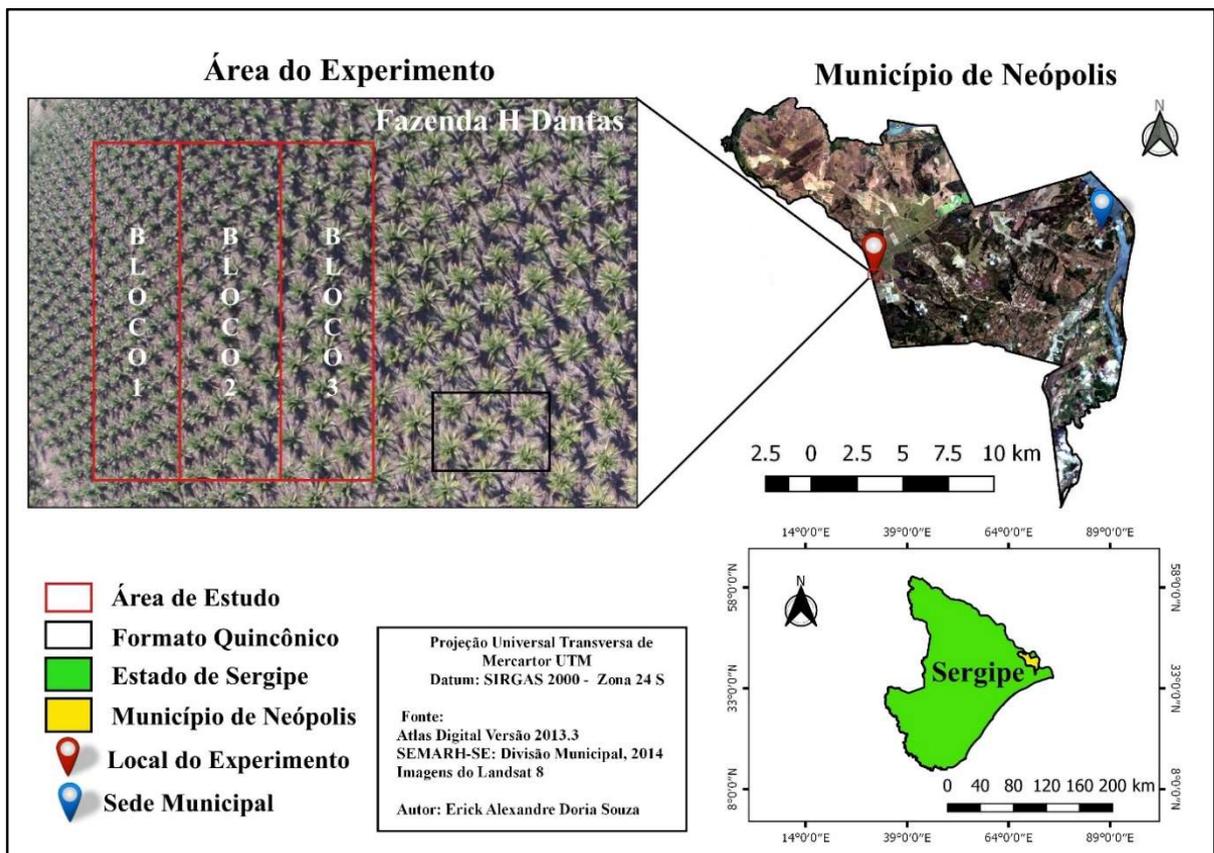
Figura 4. Mapa de localização da área experimental



Fonte: Autoria própria, (2020)

O plantio da área experimental foi arranjado em esquema de quincôncio, com espaçamento entre plantas de 8,5 m, resultando em uma densidade de plantio de 180 plantas por hectare. As plantas de coqueiro são do ecotipo anão verde e se encontram com idade de 15 anos (Figura 5). A irrigação foi realizada com frequência diária, utilizando sistema de irrigação por microaspersão, com dois emissores por planta, dispostos diametralmente e distanciados, cada um, de 1 m do estipe do coqueiro.

Figura 5. Espaçamento do coqueiro em formato de arranjo espacial quincôncio



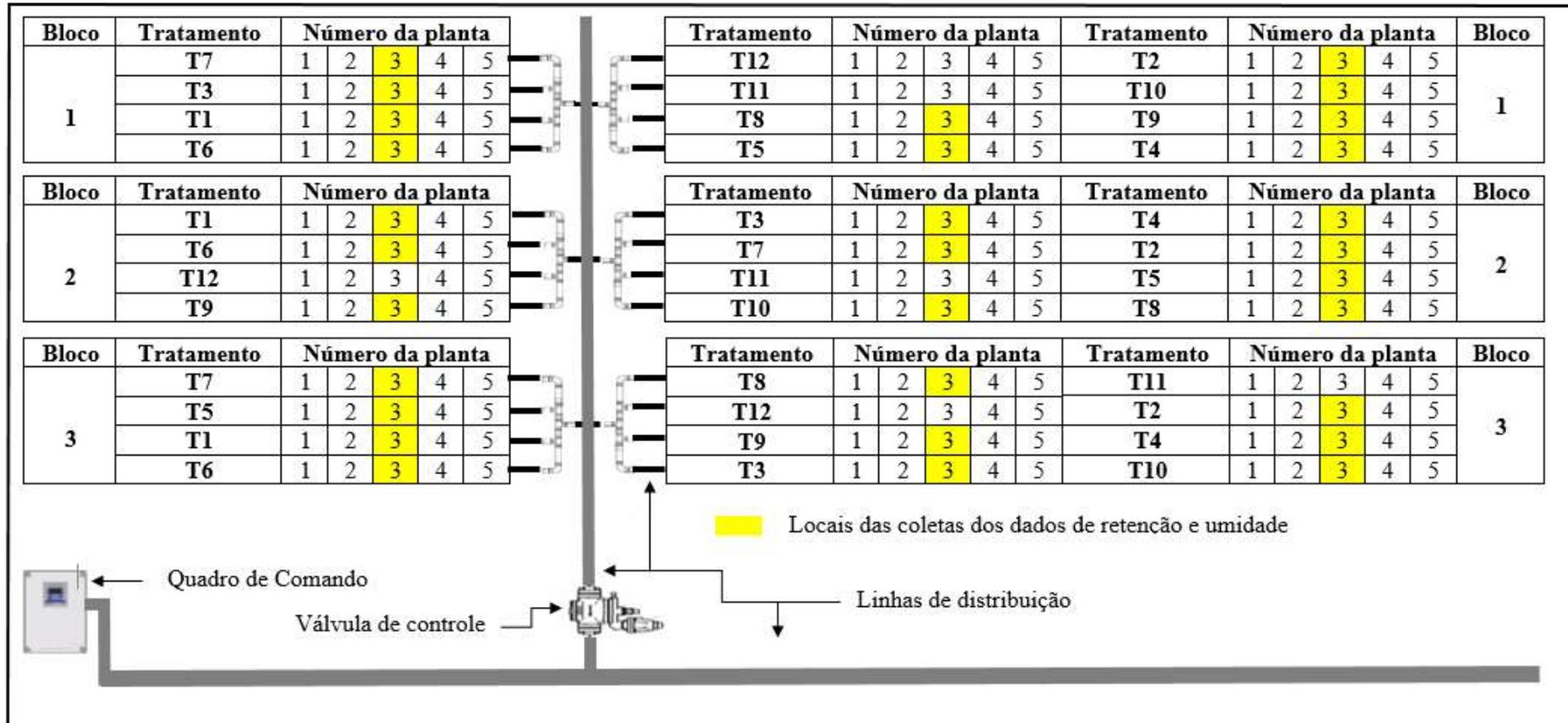
Fonte: Autoria própria, (2020)

Constituíram fatores de avaliação os tratamentos com aplicação de volumes de irrigação diárias no coqueiro e o tipo de cobertura morta (Sem cobertura, Cobertura com rafia – material sintético produzido industrialmente a base de polipropileno - e cobertura com folha de coqueiro). Para a cobertura com folha do coqueiro, foi avaliado o número de folhas para sua formação: 10, 30 e 50 folhas por planta. A estrutura completa do experimento compreendeu a avaliação de quatro níveis de irrigação: 50, 100, 150 e 200 litros por planta, por dia. Porém, para atender o foco do presente trabalho, somente os dois primeiros constituíram tratamentos. Desse modo, o arranjo experimental foi formado por 10 tratamentos, arranjados em

delineamento estatístico “blocos ao acaso”, com três repetições. A parcela experimental era constituída de uma fileira de cinco plantas, sendo que todas as avaliações foram efetuadas na planta localizada no meio da parcela (Figura 6). Os tratamentos foram constituídos como segue:

- T1 - Irrigação com 50 L de água/planta/dia; }
T2 - Irrigação com 100 L de água/planta/dia; } S/Cobertura
- T3 - Irrigação com 50 L de água/planta/dia + cobertura morta com 10 folhas de coqueiro;
T4 - Irrigação com 50 L de água/planta/dia + cobertura morta com 30 folhas de coqueiro;
T5 - Irrigação com 50 L de água/planta/dia + cobertura morta com 50 folhas de coqueiro;
T6 - Irrigação com 50 L de água/planta/dia + cobertura morta com ráfia;
T7 - Irrigação com 100 L de água/planta/dia + cobertura morta com 10 folhas de coqueiro;
T8 - Irrigação com 100 L de água/planta/dia + cobertura morta com 30 folhas de coqueiro;
T9 - Irrigação com 100 L de água/planta/dia + cobertura morta com 50 folhas de coqueiro;
T10 - Irrigação com 100 L de água/planta/dia + cobertura morta com ráfia;

Figura 6. Croqui da distribuição dos tratamentos no cultivo de coqueiro-anão



Os tratamentos T11 e T12 não fazem parte do escopo definido para o presente trabalho.

Fonte: Adaptado de (CINTRA; RESENDE, 2017)

4.2. Cobertura morta da área experimental

As coberturas foram distribuídas dentro da área de projeção da copa da planta, sendo as folhas de coqueiro disposta em formato circular, com raio de, aproximadamente, 2,5 m (Figura 7) e a cobertura com a manta de ráfia, em formato retangular, com lados de 2,0 m x 2,2 m (Figura 8).

Figura 7. Tratamento com folhas de coqueiro



Fonte: Ronaldo Souza Resende, (2018).

Figura 8. Tratamento com sacos de ráfia



Fonte: Autoria própria, (2020).

4.3. Níveis de irrigação

Para cada planta, o volume de água era aplicado por dois microaspersores, distribuídos na linha de plantio, a uma distância de 1 m do estipe do coqueiro, com vazão individual de 30 L h^{-1} e operado com pressão nominal de 100 kPa (Figura 9).

A duração de cada evento de irrigação era correspondente ao tempo necessário para que fosse aplicado a dose diária de irrigação, em função da vazão do par de microaspersores em cada planta, resultando em tempos de irrigação de 50 e 100 minutos para os volumes $50 \text{ e } 100 \text{ L planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Figura 9. Sistema de irrigação por microaspersão no tratamento com sacos de rafia



Fonte: Ronaldo Souza Resende, (2018).

4.4. Quantificação do nível de interceptação da água de irrigação pela cobertura morta

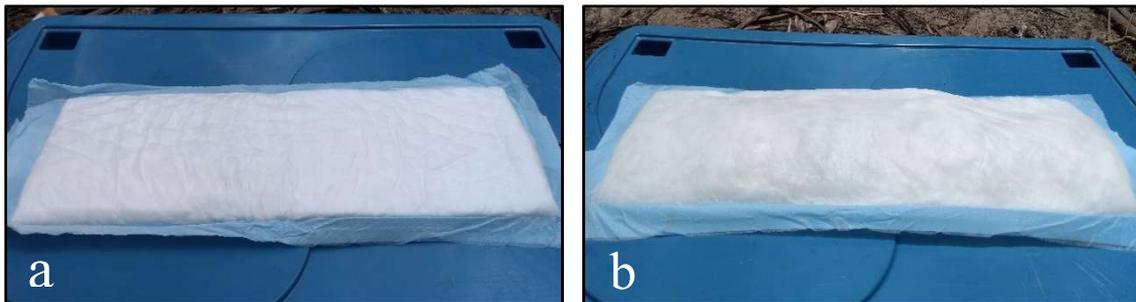
Com o propósito de quantificar a influência dos diferentes tipos de cobertura morta na interceptação da água de irrigação, para os diferentes níveis de aplicação, foi utilizada uma adaptação da metodologia classicamente utilizada de quantificação da lâmina de água aplicada por aspersores.

A metodologia experimental foi idealizada por Resende, R.S. e se baseia no uso de material hidroabsorvente em substituição a coletores volumétricos, de maneira a ser

possível a mensuração de forma mais precisa da lâmina de irrigação aplicada abaixo das coberturas de solo avaliadas.

A superfície absorvente foi previamente testada visando estabelecer sua capacidade de absorção, de modo a garantir que não houvesse perdas por drenagem das lâminas aplicadas pelo microaspersor, quando da realização dos testes de campo. Para isso, foi aplicada quantidade crescente de água na superfície absorvente, até que iniciasse o processo de escoamento (Figura 10). Em seguida, a superfície foi submetida a secamento natural, de modo a estimar a magnitude da perda de água por evaporação, de modo a antever se tais perdas afetariam a medição efetuada durante a realização dos testes de campo. Constatou-se uma capacidade máxima de absorção equivalente a uma lâmina de 16 milímetros, o que supera a lâmina média aplicada em cada evento de irrigação dos tratamentos avaliados.

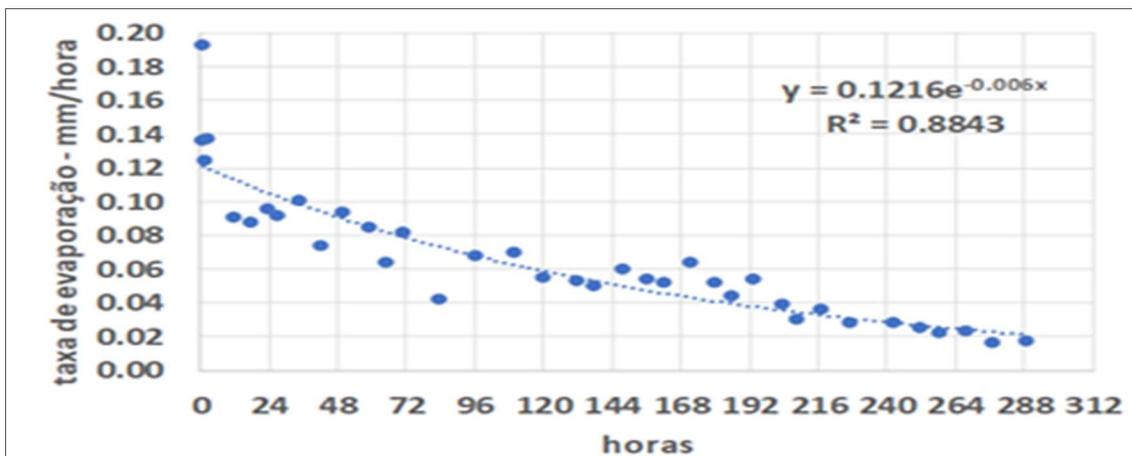
Figura 10. Superfície de absorção seco (a) e úmida (b).



Fonte: Autoria própria, (2020)

Na Figura 11 pode ser observada a taxa de evaporação da superfície, ao longo do processo de secamento. Observou-se que a taxa de evaporação média é da ordem de $0,07 \text{ mm h}^{-1}$. Uma vez que o tempo máximo nas coletas foi de 3 horas, o volume perdido pela evaporação da superfície de absorção pode ser considerado insignificante.

Figura 11. Taxa de evaporação das superfícies de absorção ao longo do processo de secamento

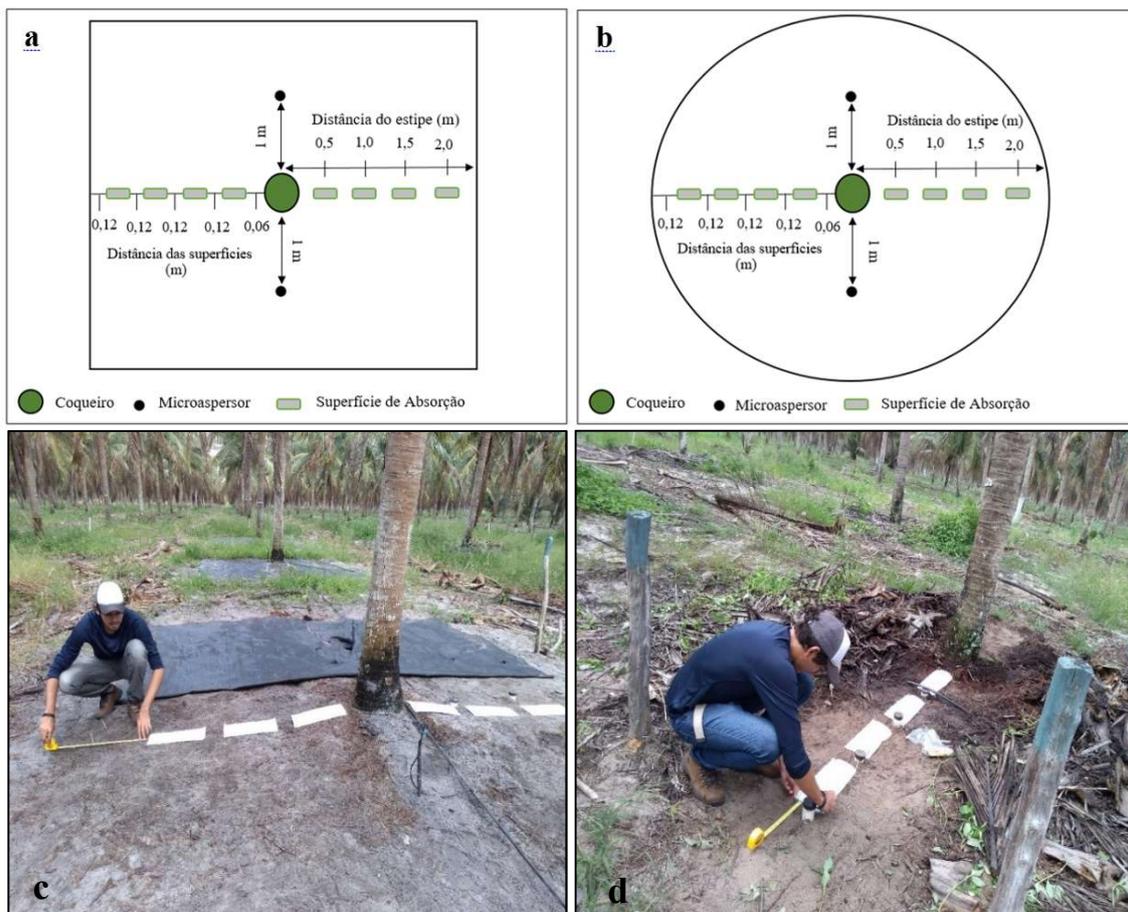


Fonte: Autoria própria, (2020).

A quantificação da interceptação de água nas coberturas foi feita através da aplicação de volumes diários de água idênticos, onde os valores obtidos foram estabelecidos a partir da diferença entre a lâmina de água aplicada nos tratamentos sem cobertura do solo e a lâmina aplicada na condição de cada cobertura do solo.

As superfícies absorventes tinham como medidas 0,11 m de largura por 0,38 m de comprimento e foram instaladas em dois transectos perpendiculares a estipe do coqueiro, sendo que cada transecto era composto por quatro superfícies, espaçadas em 0,12 m e representados as distâncias de 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m e 2,0 m do estipe do coqueiro, conforme representado na Figura 12.

Figura 12. Lay-out de instalação das superfícies absorventes nos tratamentos com sacos de ráfia (a) e folhas de coqueiro (b) e instalação em campo (c) e (d)



Fonte: Autoria própria, (2020).

O cálculo da lâmina de água aplicada em cada segmento do transecto foi efetuado a partir da área da superfície absorvente, do peso seco e do peso úmido do material, após realização do teste de campo, considerando o peso específico da água como 1 Kg dm^{-3} . A determinação da lâmina aplicada em cada superfície foi feita com base na equação (1):

$$L = \frac{(Pu - Ps) \times Ds}{A}$$

eq. (1)

onde:

L – lâmina de água aplicada – mm

Pu – peso úmido da superfície absorvente - Kg;

Ps – peso seco da superfície absorvente – Kg;

Ds – peso específico da água – Kg dm^{-3} ;

A - área da superfície absorvente – m^2

O nível de interceptação para cada tratamento de cobertura e dose de irrigação foi determinado a partir da relação entre a lâmina obtida sobre o solo com cobertura e a lâmina aplicada sobre o solo sem a cobertura, conforme a equação (2).

$$\%Ret. = \left(1 - \frac{Lc/c}{Ls/c}\right) \times 100 \quad \text{eq. (2)}$$

onde:

%Ret. – Percentual de interceptação da água proveniente da irrigação, pela cobertura do solo;

Lc/c - lâmina aplicada na condição do solo com cobertura (mm).

Ls/c – lâmina aplicada na condição do solo sem cobertura (mm);

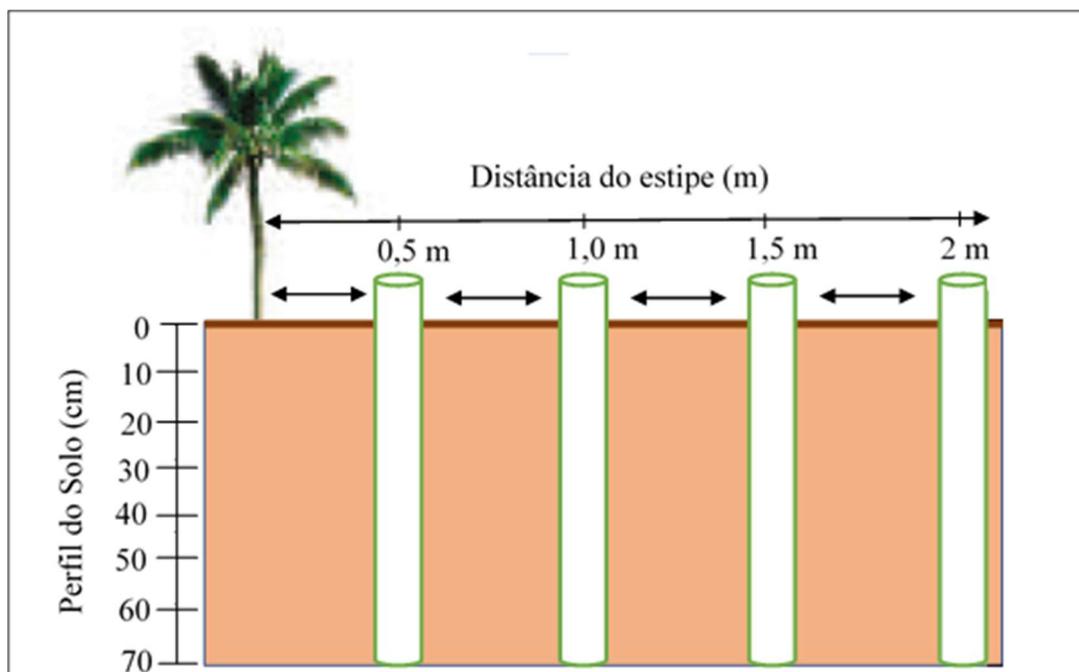
Para cada tratamento avaliado, o teste de campo foi realizado na planta central da parcela, sendo repetido em cada bloco, em momentos distintos entre os meses de dezembro e fevereiro, parte do período seco da região.

4.5. Monitoramento da umidade do solo

Para avaliação do perfil de umedecimento do solo, a cobertura com folhas formada por 30 folhas, além dos tratamentos com rafia e solo sem cobertura foram avaliados. Para monitoramento da umidade do solo foi utilizada sonda de perfil, em um transecto na zona de coroamento de coqueiro-anão onde foram instalados quatro tubos de acesso de PVC, com 0,05 m de diâmetro e profundidade de 0,7 m, conforme representado na Figura 13. Os tubos foram distribuídos em quatro pontos do transecto, espaçados de 0,5 m, a partir do estipe do coqueiro. O monitoramento da umidade do solo foi conduzido durante um período seco da região (dezembro a fevereiro), em frequência semanal, totalizando 12 leituras. A sonda tem a capacidade de medir a umidade do solo em intervalos regulares de 10 cm ao longo do perfil do solo.

Devido à limitação de disponibilidade de tubos de acesso, os monitoramentos dos perfis de umedecimento do solo foram realizados somente nos tratamentos T1, T2, T4, T6, T8 e T10, ressaltando que os tratamentos T4 e T8 foram tratamentos que continham apenas 30 folhas de coqueiro por planta.

Figura 13. Esquema de distribuição dos tubos instalados em um transecto na zona de coroamento de coqueiro-anão



Fonte: Autoria própria, (2020).

As leituras de umidade foram efetuadas com uso de sonda de capacitância modelo *Diviner 2000*, o qual tem seu funcionamento baseado no princípio da reflectometria no domínio da frequência – FDR (Figura 14).

A técnica baseia-se em um par de eletrodos ou placas metálicas condutoras dispostas em paralelo e separadas por material isolante constituindo-se um capacitor. Quando ativado, a matriz solo-água-ar forma o meio dielétrico deste capacitor. A capacitância aumenta com o aumento do número de moléculas de água livre, e com os dipolos respondendo ao campo elétrico criado através do capacitor (PALTINEANU e STARR, 1997).

Figura 14. Leitura de perfil em cobertura morta com folhas de coqueiro



Fonte: Autoria própria, (2020).

4.6. Análise estatística

Os parâmetros avaliados na análise estatística foram: o tipo de cobertura morta (Cobertura com rafia e Cobertura com folhas de coqueiro), o número de folhas de coqueiro utilizadas para a formação da cobertura nos tratamentos com cobertura de (10, 30 e 50 folhas por planta) em relação a aplicação de volumes de irrigação de (50 L h⁻¹, 100 L h⁻¹) diários. A análise de variância foi efetuada com uso do *General Linear Models Procedure* (Procedimento para Modelos Lineares Gerais), utilizado quando há parcela pedida entre os tratamentos (GOMES e GARCIA, 2002), e o teste de média foi o Unequal N HSD) a 5% de probabilidade. Tais procedimentos foram realizados através dos recursos computacionais do programa StatSoft Statistica versão 8.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Nível de interceptação da água de irrigação pela cobertura do solo

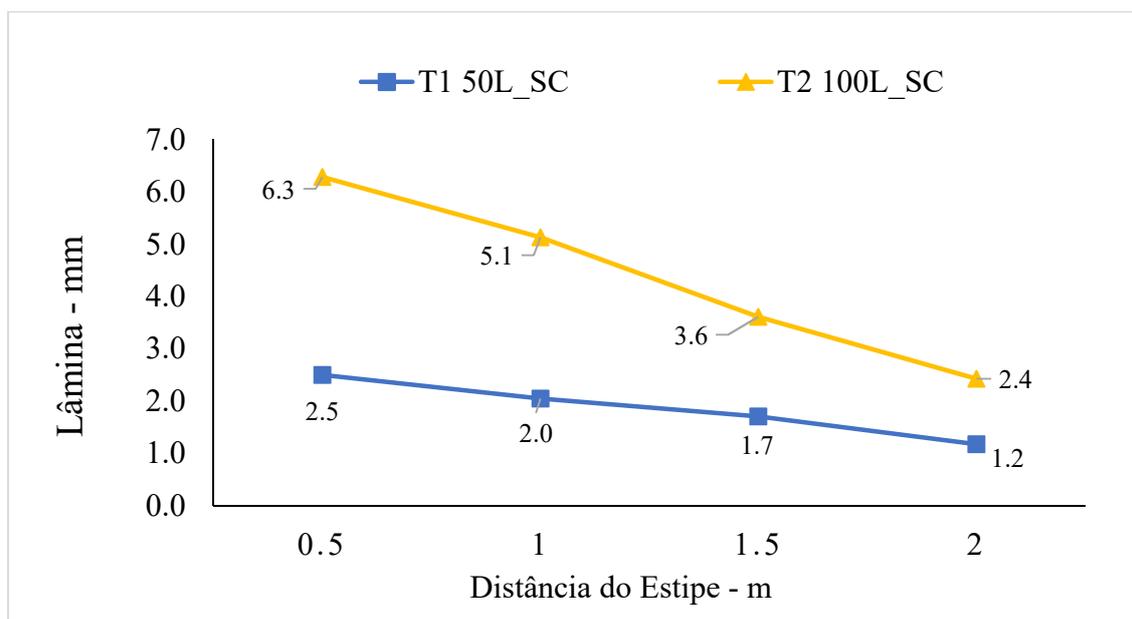
Os resultados referem-se às lâminas de irrigação obtidas com aplicação de (50L e 100L) diários nos tratamentos sem o uso de qualquer tipo de cobertura morta no cultivo do coqueiro anão. Na Figura 15 pode ser observado o perfil de distribuição de água pelo microaspersor, em termos de lâmina aplicada, obtido na condição de solo sem cobertura e para cada dose de irrigação avaliada. Os valores de lâmina apresentados em uma dada distância do estipe correspondem à média de duas medidas, efetuadas em cada transecto.

Nota-se que a lâmina aplicada decresce a partir do estipe do coqueiro e resulta em uma lâmina média de 1,85 mm e 4,35 mm, para os tratamentos T1 e T2, respectivamente. O perfil de aplicação de água é uma característica principalmente relacionada ao modelo do aspersor, mas também influenciado por condições ambientais locais, notadamente o vento (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI, 2006) e o crescimento de ervas invasoras, que atuam como barreira física, alterando o padrão natural de distribuição.

Segundo Resende *et al.* (2017), na região semiárida, são comumente aplicados volumes de 150 L/planta/dia a 200 L/planta/dia, na região dos Tabuleiros Costeiros, e de 250 L/planta/dia a 300 L/planta/dia, em perímetros irrigados. De acordo Cintra *et al.* (2009), avaliando o efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro na região, a aplicação de volumes de água de irrigação inferiores a 100 L d⁻¹ poderá comprometer a produção de frutos por planta e, em maior escala, o volume de água de coco por fruto nas áreas de produção de coco do Platô de Neópolis. Diante disto, a aplicação de diferentes doses de irrigação é importante para fins de comparação com a utilização de algum tipo de cobertura, uma vez que este pode ser considerado um padrão para discussão.

Ao comparamos os volumes aplicados nos tratamentos sem cobertura (Figura 15), observa-se que as maiores lâminas de irrigação, a partir das posições de coleta, foram obtidas no tratamento que teve o maior volume de água aplicado, o tratamento T2 100L SC, que apresentou lâminas variando entre 6,3 mm e 2,4 mm, representando em termos médios a aplicação de uma lâmina de 4,4 mm para área total, em comparação aos demais tratamentos.

Figura 15. Perfil de aplicação de água do microaspersor em diferentes doses de irrigação diária, na condição de solo sem cobertura



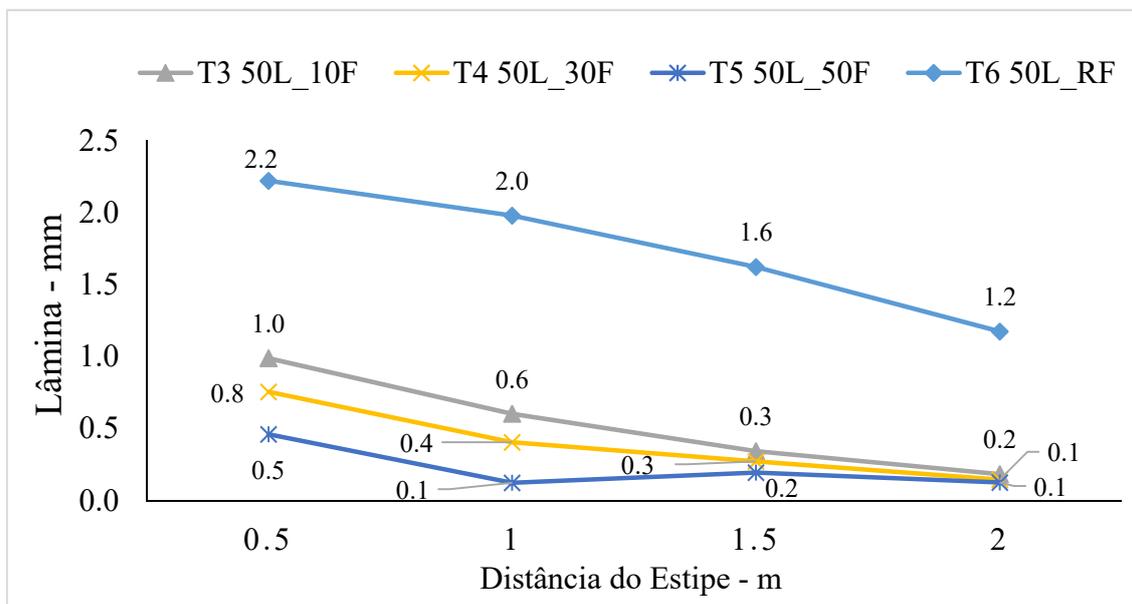
T1 – Tratamento com 50 litros de água, Sem Cobertura (T1 50L_SC), T2 - Tratamento com 100 litros de água, Sem Cobertura (T2 100L_SC).

Fonte: Autoria própria, (2020).

Na Figura 16 pode ser observado os valores médios das lâminas de irrigação, obtidos nas superfícies de absorção na zona de coroamento da cultura do coqueiro anão, em relação ao volume de irrigação de 50 L h⁻¹ aplicado com o uso de coberturas, ressaltando que a cobertura morta com folha foi fracionada em diferentes proporções. Ao avaliarmos as lâminas de irrigação percebe-se que o tratamento T6 50L R apresentou as maiores lâminas (2,2 mm a 1,2 mm) em comparação aos tratamentos com folhas de coqueiro. Semelhante ao tratamento T10 100L RF que obteve valores superiores aos demais tratamentos. A composição da rafia foi o principal fator determinante para a obtenção dos maiores valores das lâminas de irrigação no tratamento T6 50L RF, visto que é um material a base de polímero sintético que retém pouca água.

Ao analisar as lâminas de irrigação apenas nos tratamentos com folhas de coqueiro, observou-se que o tratamento T3 50L 10F, revelou as maiores lâminas de irrigação, variando de 1,0 mm a 0,2 mm nas posições comparado ao tratamento T4 50L 30F, que obteve 0,8 mm a 0,15 mm e ao tratamento T5 50L 50F, que obteve lâminas entre 0,5 mm a 0,13 mm.

Figura 16. Perfil de aplicação de água do microaspersor na dose de 50 L/planta/dia, na condição de solo com diferentes tipos de cobertura



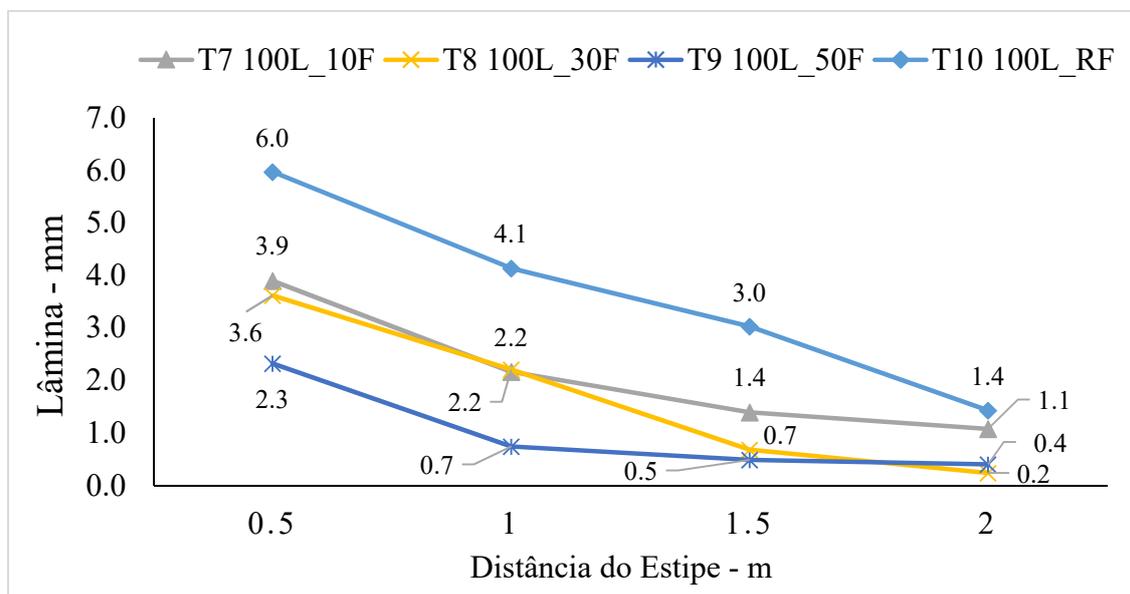
T3 - Tratamento com 50 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T3 50L_10F), T4 - Tratamento com 50 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T4 50L_30F), T5 - Tratamento com 50 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T5 50L_50F), T6 - Tratamento com 50 litros de água e cobertura com rafia (T6 50L_RF).

Fonte: Autoria própria, (2020).

Na Figura 17 pode ser observado os valores médios acumulados nas lâminas, em relação ao volume de irrigação de 100 L h^{-1} aplicado nos tratamentos associado ao uso das coberturas (rafia e folhas) em diferentes proporções (10, 30 e 50) de folhas de coqueiro anão. Observou-se que o tratamento T10 100L RF que apresentou as maiores lâminas de irrigação, variando entre 6,0 mm a 1,4 mm, quando comparados aos tratamentos com a uso de cobertura morta com folhas de coqueiro, que obtiveram 3,9 mm a 1,1 mm no T7 100L_10F, 3,6 mm a 0,2 mm no T8 100L_30F e 2,3 mm a 0,4 mm no T9 100L_50F. Acredita-se que isso é devido a composição do material utilizado como cobertura, sendo a rafia um material sintético, em comparação a folhas do coqueiro que é orgânico, consequentemente absorve mais água.

Quando comparamos as lâminas de irrigação apenas nos tratamentos com a folhas de coqueiro, observou-se que o tratamento T7, o qual contém 10 folhas de coqueiro, apresentou as maiores de lâminas coletadas em cada posição. Isso demonstra que o volume de folhas incorporados na montagem da cobertura intervém na quantidade de água disponibilizada para a planta, ou seja, quanto menor o número de folhas utilizadas como cobertura, maior é a lâmina de irrigação, uma vez que por se tratar de um material orgânico as folhas retém grandes quantidades de água, o que é evidenciado nos tratamentos T8 100L 30F e T9 100L 50F.

Figura 17. Perfil de aplicação de água do microaspersor na dose de 100 L/planta/dia, na condição de solo com diferentes tipos de cobertura



T7 - Tratamento com 100 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T7 100L_10F), T8 - Tratamento com 100 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T8 100L_30F), T9 - Tratamento com 100 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T9 100L_50F), T10 - Tratamento com 100 litros de água e cobertura com rafia (T10 100L_RF).

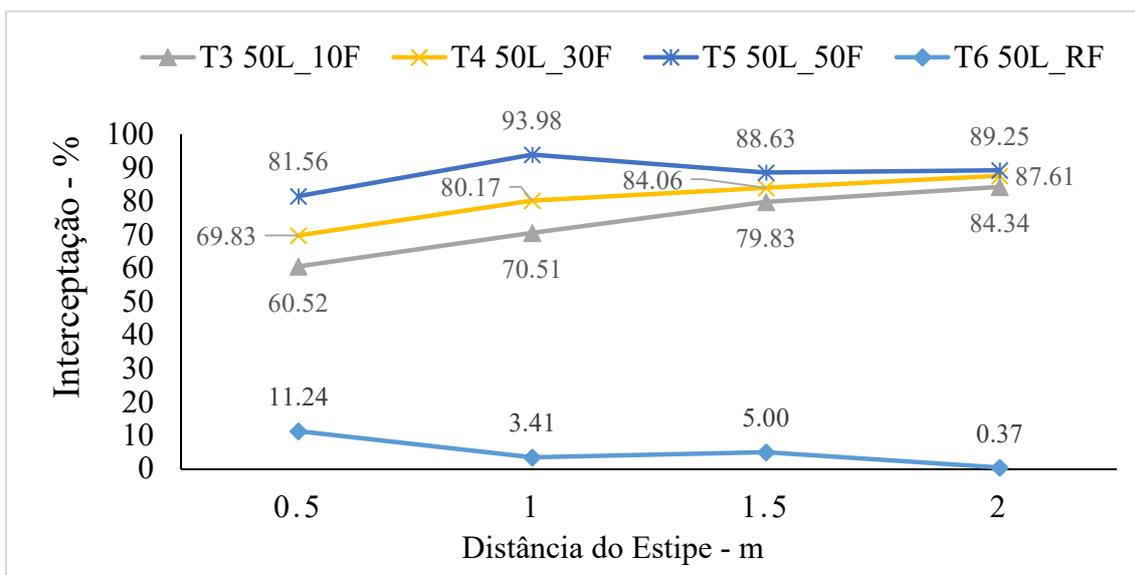
Fonte: Autoria própria, (2020).

Aos compararmos apenas as lâminas de irrigação obtidas entre os tratamentos que tinham a aplicação dos volumes de 50 L h⁻¹ e 100 L h⁻¹, nota-se que as maiores lâminas de irrigação foram obtidas nos tratamentos que eram aplicados o volume de 100 L h⁻¹, tanto nos tratamentos com a rafia como também nos tratamentos com as folhas de coqueiro. Em trabalho realizado por Cintra, Resende e Procópio (2017) comparando efeito da cobertura do solo com biomanta, constataram uma maior variação entre os níveis de 50 L/planta/dia e 100 L/planta/dia, com percentuais de 53 % e 35 %, respectivamente, uma média menor do que os valores obtidos para as folhas do coqueiro, mas superiores aos determinados para as aplicações com os volumes equivalente, quando aplicados em solo sem cobertura.

Na Figura 18, são apresentados os percentuais de interceptação colhidos nas superfícies de absorção de cada posição com aplicação de doses de 50L h⁻¹ nos tratamentos com cobertura. Nota-se que os maiores percentuais foram acumulados no tratamento T5, com 50 folhas de coqueiro, variando entre 81,56 % a 93,98 % de água retido por posição. Entre os tratamentos avaliados, o que apresentou os menores percentuais de interceptação foi o tratamento T6 50L RF, que variou de 11,24 % a 0,37

% entre as posições. Isso significa que o uso da rafia como cobertura é uma alternativa eficaz no manejo agrícola, entretanto, é necessário realizar uma avaliação de custos benefício do material, que por se tratar de um produto industrializado, poderá gerar custos na implantação.

Figura 18. Nível de interceptação da água de irrigação em diferentes coberturas quando aplicada uma dose de 50 L/planta/dia na condição de solo



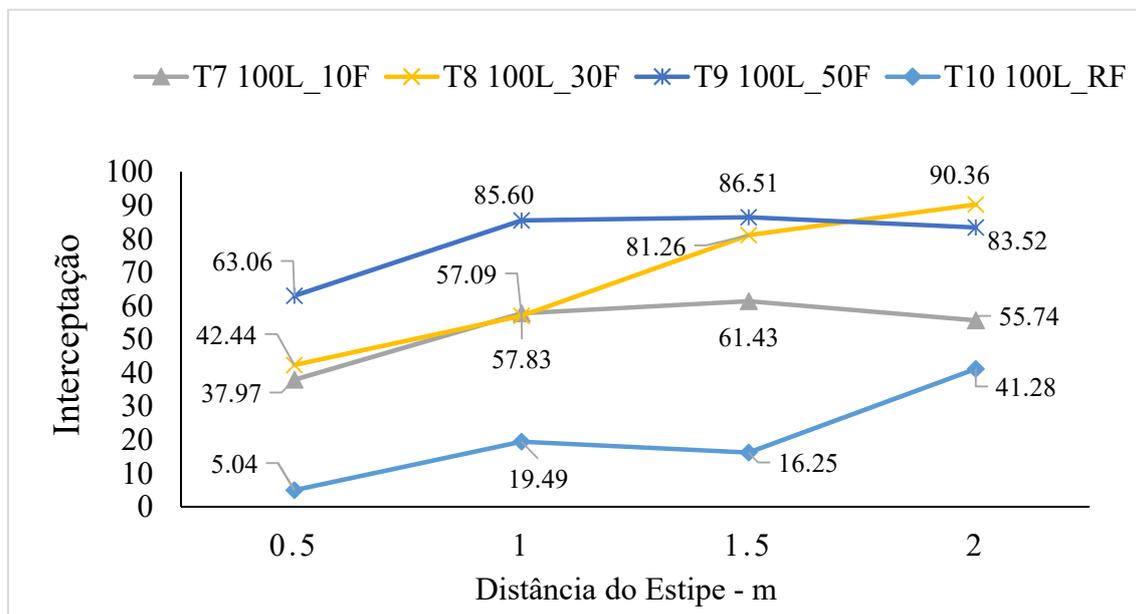
T3 - Tratamento com 50 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T3 50L_10F), T4 - Tratamento com 50 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T4 50L_30F), T5 - Tratamento com 50 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T5 50L_50F), T6 - Tratamento com 50 litros de água e cobertura com rafia (T6 50L_RF).

Fonte: Autoria própria, (2020).

Os maiores percentuais de interceptação por posição foram obtidos pelo tratamento T9, com 50 folhas, variando entre 63,06 % a 85,60 %, exceto para a posição 2 m, onde o tratamento T8 100L 30F, apresentou interceptação de 90,36 %. Presume-se que esse comportamento foi devido à má distribuição de água, ocasionado pelos caminhos preferenciais para água criados pela textura das folhas do coqueiro junto ao grande volume de folhas alocadas na cobertura (RESENDE *et al*, 2017). Já o tratamento T8 reteve 42,44 % a 90,36 % e o tratamento T7, reteve cerca de 37,97 % a 55,74 % da água nas posições de coletas, os quais continham respectivamente 30 e 10 folhas de coqueiro na cobertura e mantiveram o mesmo comportamento.

Entre os tratamentos avaliados, o T10 100L RF (Irrigação com 100 L de água/planta/dia + cobertura morta com rafia) foi o que apresentou os menores percentuais de interceptação entre as coberturas por cada posição de coleta, variando entre 5,04 % a 41,28 % na área de amostragem, em comparação aos demais tratamentos (Figura 19).

Figura 19. Nível de interceptação da água de irrigação em diferentes coberturas quando aplicada uma dose de 100 L/planta/dia na condição de solo



T7 - Tratamento com 100 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T7 100L_10F), T8 - Tratamento com 100 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T8 100L_30F), T9 - Tratamento com 100 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T9 100L_50F), T10 - Tratamento com 100 litros de água e cobertura com rafia (T10 100L_RF).

Fonte: Autoria própria, (2020)

5.2. Análise de variância dos percentuais de interceptação das coberturas no cultivo do coqueiro anão.

O resultado da análise de variância para o percentual de interceptação das coberturas mortas pode ser observado na (Tabela 3). Revelou-se que houve variação na análise entre o volume aplicado no tratamento em relação as coberturas com diferentes proporções de folhas e cobertura com rafia, onde o valor de F calculado corresponde a ($F_{(7,14)} = 9.1026$), para o nível de probabilidade de erro ($p = 0.00027$) que está abaixo de ($p > 0,05$), mostrando ter significância ao nível de 5% probabilidade entre os tratamentos avaliados.

Tabela 3. Análise de variância dos tratamentos utilizando as coberturas mortas no cultivo do coqueiro anão, com três repetições

Análise de Variância					
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q. M.	Valor F	Prob. > F
Tratamentos	7	14784.20	2112.03	9.1026	0.00027
Resíduo	14	3248.36	232.03		

Total	21	18032.56
Média Geral: 56.15		
CV. (%) = 21,07	Número de observações: 22	

Em que: G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados; Q.M. = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Na Tabela 4, podem ser observadas as médias, os desvios-padrão e a significância do teste de comparação de médias a 5% de probabilidade para os tratamentos com cobertura morta com rafia e folhas de coqueiro (10, 30 e 50), sob diferentes níveis de irrigação aplicados (50L e 100L) diários. Observou-se que os tratamentos 50L/50F (87.5%), 50L/30F (78.9%), 100L/50F (78,0%) e 50L/10F (71,7%) não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre si, representando os maiores percentuais de interceptação de água nos tratamentos em que se utiliza cobertura morta no cultivo do coqueiro anão.

Tabela 4. Resultados obtidos através da análise estatística entre as médias \pm desvio padrão entre os tratamentos com cobertura sobre diferentes níveis de irrigação no cultivo do coqueiro anão

Tratamentos	Interceptação (%)
50L/50F	87.5 ^a \pm 4.87
50L/30F	78.9 ^a \pm 11.80
100L/50F	78.0 ^a \pm 8.14
50L/10F	71.7 ^a \pm 23.74
100L/30F	59.2 ^{ab} \pm 14.24
100L/10F	53.8 ^{ab} \pm 24.83
100L/RF	11.3 ^b \pm 3.74
50L/RF	9.0 ^b \pm 3.29

Valores são expressos como média e desvio padrão. Letras iguais indicam que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$); e letras diferentes indicam que as amostras diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os valores médios do índice de interceptação das coberturas, de acordo com o teste médio Unequal N HSD.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Na Figura 20, pode ser observado os valores médios de interceptação em percentual, por tratamento, sobre a aplicação de diferentes níveis de irrigação no cultivo do coqueiro anão. Dentre os tratamentos avaliados, percebe-se que o menor percentual

de interceptação foi apresentado no tratamento T6 50L RF, que reteve cerca de 9,0% em relação a uma lâmina de 0,53 mm.

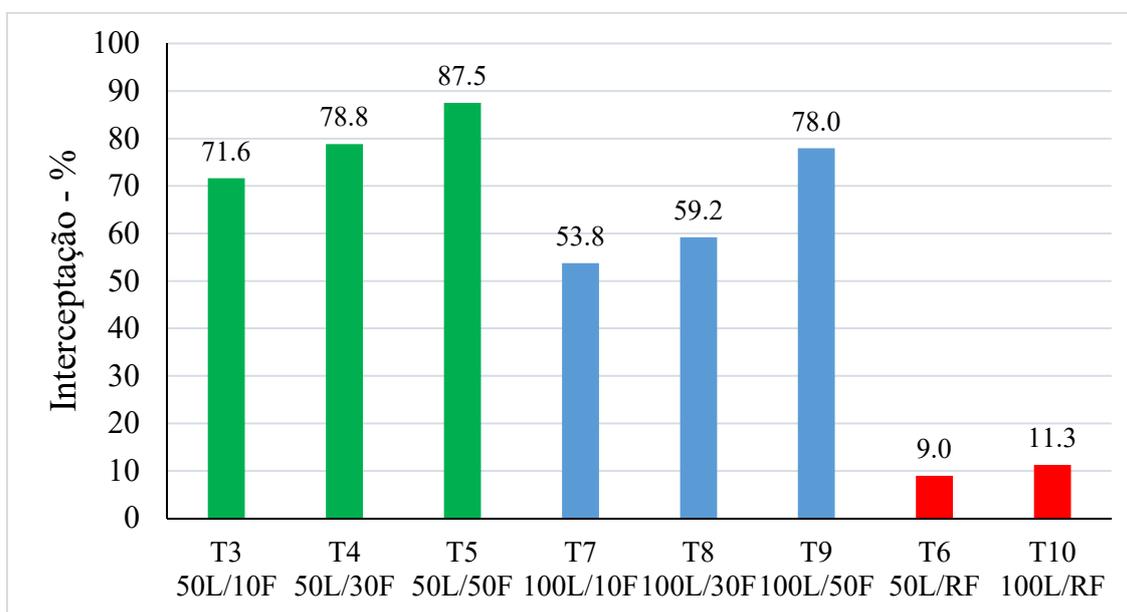
Conforme observado anteriormente nos resultados obtidos através das retenções por posição no corrente trabalho, foi constatado que os tratamentos que utilizavam cobertura com rafia levando em consideração a aplicação dos volumes de 50L e 100L diários apresentaram os resultados mais baixos de retenções. Esse baixo nível de interceptação é devido à natureza plástica da rafia que minimiza a absorção, além de que a sua estrutura contém pequenas fissuras que permitem a passagem da água, favorecendo dessa forma uma melhor infiltração. Comportamento inverso ao da cobertura morta feita com folhas do coqueiro, que devido a matéria orgânica presente na sua estrutura apresenta um grande poder de absorção, demonstrando que a rafia apresenta um percentual de interceptação de água menor do que a folhas do coqueiro.

Avaliando os tratamentos apenas por volume igual aplicado, observou-se que entre os tratamentos com aplicação de 100 L de água diários na irrigação, o tratamento T10 100L_RF, apresentou aproximadamente, cerca de 11,3% de interceptação, para aplicação de uma lâmina de 3,6 mm, sendo o melhor percentual para esse volume, quando comparado aos tratamentos com cobertura de folhas (T7, T8 e T9).

Ao compararmos a interceptação das coberturas apenas nos tratamentos em que havia a aplicação de volumes de 50 L h⁻¹ diários, sobre diferentes proporções de folhas de coqueiro como cobertura. Constatou-se que os maiores percentuais de interceptação nas coberturas foram obtidos nos tratamentos T5 50L_50F, T4 50L_30F e T3 50L_10F, os quais retiveram (respectivamente 87,5 %, 78,8% e 71,6%), referentes as lâminas de (0,23 mm, 0,39 mm e 0,53 mm).

Em relação aos percentuais de interceptação de água dos tratamentos que tinham a aplicação de volumes de 100 L h⁻¹, observou-se que os tratamentos obtiveram interceptação menor, quando comparados aos tratamentos que tinham aplicação de 50 L h⁻¹, conforme pode ser observado nos tratamentos T7 100L_10F, T8 100L_30F e T9 100L_50F, os quais apresentaram retenções de aproximadamente (53,8%, 59,2% e 78,0%) em relação as lâminas obtidas de (2,1 mm, 1,7 mm e 1,0 mm) respectivamente.

Figura 20. Percentuais de interceptação das coberturas utilizadas sobre a aplicação de diferentes níveis de irrigação no cultivo do coqueiro anão, em cada tratamento



T3 - Tratamento com 50 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T3 50L_10F), T4 - Tratamento com 50 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T4 50L_30F), T5 - Tratamento com 50 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T5 50L_50F), T7 - Tratamento com 100 litros de água e 10 Folhas de coqueiro (T7 100L_10F), T8 - Tratamento com 100 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T8 100L_30F), T9 - Tratamento com 100 litros de água e 50 Folhas de coqueiro (T9 100L_50F), T6 - Tratamento com 50 litros de água e cobertura com Rafia (T6 50L_RF), T10 - Tratamento com 100 litros de água e cobertura com Rafia (T10 100L_RF).

Fonte: Autoria própria, (2020).

Em geral, os tratamentos com cobertura morta de folhas apresentaram um comportamento na interceptação das lâminas de irrigação aplicadas, em razão do número de folhas utilizadas. Nota-se que percentualmente a interceptação de água diminuiu à medida que o volume de água de irrigação aumentou. Desta forma, a quantidade de folhas nos tratamentos foi um fator determinante para os elevados percentuais de interceptação das coberturas, assim como, os volumes de água aplicados pelo sistema de irrigação.

5.3. Caracterização da formação dos bulbos úmidos

Na Figura 21 pode ser observada a distribuição de umidade nos perfis do solo em função dos diferentes tipos de cobertura morta e aplicação de volumes diários (50 L h⁻¹ e 100 L h⁻¹) de irrigação (T1 - Tratamento com 50 litros de água sem cobertura, T2 - Tratamento com 100 litros de água sem cobertura, T4 - Tratamento com 50 litros de água

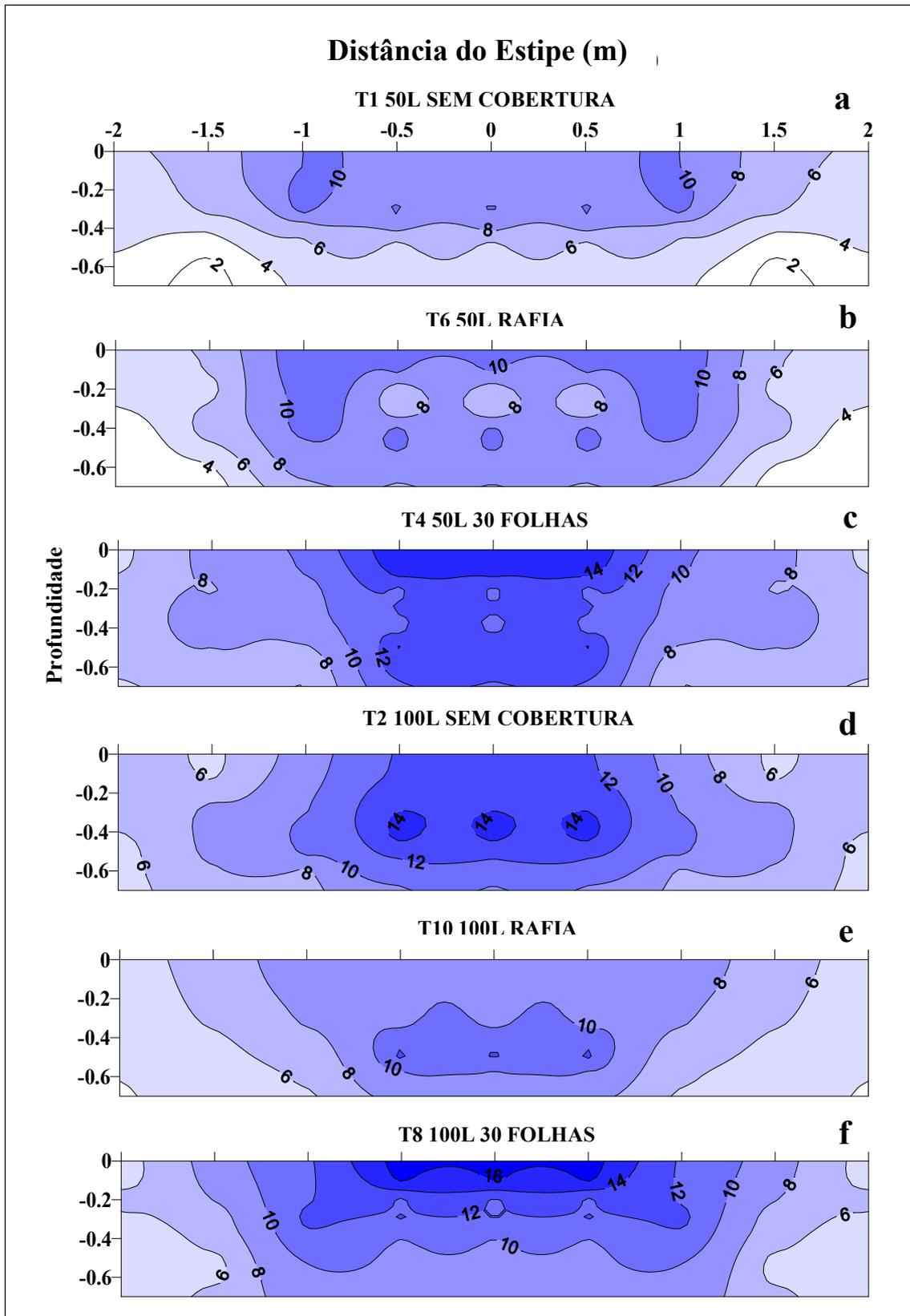
+ 30 Folhas de coqueiro, T6 - Tratamento com 50 litros de água + cobertura com Rafia, T8 Tratamento com 100 litros de água + 30 Folhas de coqueiro e T10 - Tratamento com 100 litros de água + cobertura com Rafia).

Pode-se observar que os maiores teores de umidade volumétrica foram apresentados pelo tratamento T8, obtendo cerca de $16 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ conforme observado na (Figura 22f), e o tratamento T4, que obteve cerca de $14 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ de água (Figura 22c), em comparação à umidade dos demais tratamentos. Essa alta umidade pode estar relacionada ao tipo de material utilizado como cobertura, que é composto por restos culturais e apresenta alto teor de absorção. Souza *et al.* (2015a) citam que o uso da cobertura morta é prática cultural que consiste na aplicação de uma cobertura sobre o solo com finalidade de proteção, sem que a ele seja incorporado. Sua utilização apresenta múltiplas funções, tais como o melhoramento das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando o crescimento radicular com a introdução de matéria orgânica, evitar perdas excessivas de água, reter a umidade do solo, diminuir o impacto da chuva e a erosão, baixa a temperatura do solo, reduzir gastos de mão de obra nas capinas, além de enriquecer o solo com a incorporação de nutrientes.

Carvalho *et al.* (2011), avaliando produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação, observaram que a utilização de cobertura morta nos tratamentos produziu umidade relativamente estável, durante o período experimental, suprindo adequadamente a demanda hídrica exigida pela cultura, independentemente dos intervalos de irrigação com cobertura morta utilizados. Nunes (2017) ressalta que, uso das cascas de coco seco nos coqueirais como cobertura é uma prática que minimiza a multiplicação de agentes causadores de doenças e de pragas que podem causar grandes prejuízos à própria cultura do coqueiro.

Souza *et al.* (2015b) citam que existem diversos resíduos que apresentam um bom desempenho como cobertura morta, podendo ser reciclados adequadamente, apresentando potencial para diminuição de custos de produção de lavouras, por apresentarem composição adequada à produção de adubos orgânicos, onde sua utilização poderá reduzir os impactos ambientais causados por destinações inadequadas desses resíduos.

Figura 21. Distribuição da umidade nos perfis do solo em ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) para os diferentes tipos de cobertura morta e volumes diários de irrigação avaliados durante o Verão na Fazenda H. Dantas



Fonte: Autoria própria, (2020).

Ao avaliarmos os volumes de água aplicados entre os tratamentos, observou-se que os tratamentos que tiveram maiores volumes de água aplicados obtiveram teores de umidade mais elevados, como pode ser observado pelos tratamentos T8 e T2 os quais tinham aplicação de 100 L h⁻¹ diários (Figura 22f e 22d), com exceção do tratamento T4, onde era aplicado 50 L h⁻¹ diários (Figura 22c).

Porém, o tratamento T10 100L RF, o qual tinha aplicação volume diários de 100 L h⁻¹, obteve cerca de 10 cm³ cm⁻³ (Figura 22e), teor de umidade igual aos tratamentos T1 50L SC e T6 50L RF apresentados na (Figura 22a e 22b), uma vez que, esses tratamentos tinham a aplicação de 50 L h⁻¹ diários. Considera-se que esse comportamento pode estar relacionado ao material empregado na cobertura. Uma vez que, a taxa de infiltração da rafia é menor do que a taxa de infiltração do solo descoberto, o que permite o escoamento e a criação de micro poças d'água em cima da cobertura, provocadas pelo desnível do terreno na área de amostragem, podendo ter promovido pouca estabilidade nos resultados. Segundo Silva e Silva (2005), apenas uma pequena quantidade da água aplicada ao solo é absorvida e aproveitada pelas plantas, pois normalmente ocorrem perdas por percolação profunda, evaporação e escoamento superficial, dependendo do manejo adotado e da uniformidade dos sistemas, o que pode ter influenciado na formação do bulbo.

O bulbo ou volume úmido do solo é a distribuição de água no volume molhado por gotejamento; é, também, uma ferramenta indispensável na determinação de quanto e quando irrigar, podendo ser medido diretamente em campo, através da abertura de trincheiras ou de medidas indiretas, como tabelas ou modelos (BARROS *et al*, 2009). Em relação a formação dos bulbos no referente trabalho, foi possível verificar as curvas traçadas formadas, a partir de cada percentagem de teor de umidade obtido nos perfis. Desta forma, constatou-se que os bulbos apresentam tendências semelhantes quanto ao seu formato quando comparamos os percentuais de umidade em todos os tratamentos avaliados.

Observou-se que em todos os tratamentos avaliados, a umidade volumétrica no solo apresentou um processo de secagem de forma gradativa nas camadas do solo, conforme se distancia do estipe da planta, tanto no sentido horizontal (distância do estipe), como também no sentido vertical (em profundidade do perfil). Essa tendência na configuração do formato do bulbo úmido, foi possivelmente, devido a textura arenosa do solo na área do experimento, característica que favoreceu a drenagem e percolação da

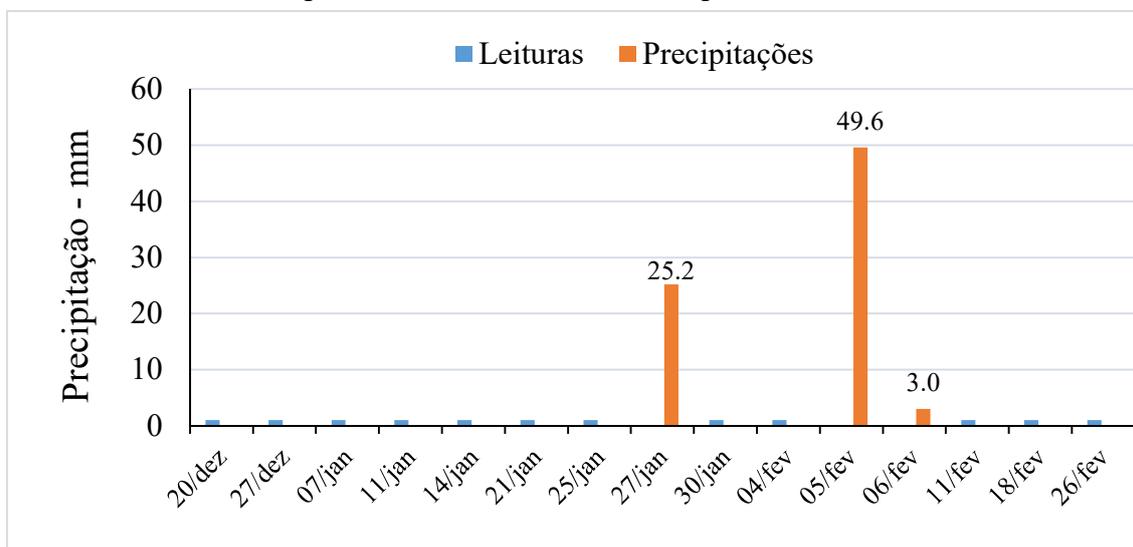
lâmina de irrigação através das camadas do solo, aumentando desta forma, a infiltração da água.

De acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2006), o processo de penetração da água no solo depende de diversos fatores tais como a textura e estrutura dos solos; a porosidade do solo; a temperatura do solo; a presença de camada com pouca permeabilidade ao longo do perfil; e cobertura vegetal, características que influenciam a variabilidade da percentagem de umidade do solo. Para Gasparim *et al.* (2005), as coberturas são capazes de modificar o regime térmico dos solos, tanto para aumentarem quanto para diminuir a temperatura, e essas coberturas podem ser constituídas de materiais de diferentes espessuras e propriedades térmicas.

Na Figura 22 pode ser observado a distribuição das precipitações diárias em milímetros (mm), entre o período da realização das leituras de umidade. As coletas realizadas durante o verão, época mais seca do ano. Período em que os produtores são mais vulneráveis a redução da produtividade, devido ao alto índice de estiagem, comparado as demais estações do ano.

Os dados utilizados foram obtidos por meio de leituras realizadas diariamente, com pluviômetro de forma manual. Os valores diários de precipitação foram obtidos para fins de análise do comportamento temporal da chuva no local do experimento. Constatou-se que os volumes precipitados não exerceram grande influência na avaliação da formação do bulbo úmido, o que garante que a umidade apresentada nos tratamentos é referente à água aplicada pelo sistema de irrigação na cultura.

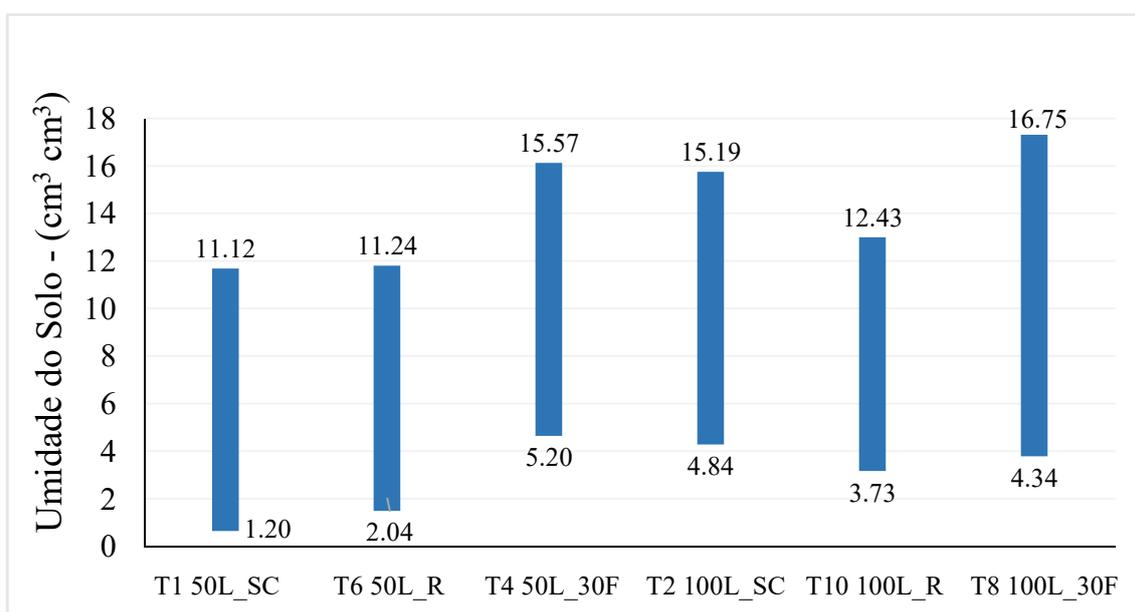
Figura 22. Distribuição das precipitações diárias, em mm, durante a realização das leituras de umidade no período do verão na área do experimento



Fonte: Autoria própria, (2020).

Ao analisarmos a Figura 23, os melhores percentuais de umidade foram obtidos pelos tratamentos T8 100L_P e T4 50L_P, com 75% e 15,57% de umidade, comparados com os demais tratamentos. Nota-se também que o tratamento T4 50L_P, o qual era aplicado 50L h⁻¹ diários, apresentou cerca de 15,57% de umidade, resultado semelhante ao tratamento T2 100L SC, que obteve 15,19%, sendo que esse tratamento tinha aplicação 100L h⁻¹ diários. Isso é um indicativo de que as coberturas compostas de restos de culturas são ótimos conservadores de umidade, reduzindo a necessidade de aplicação de grandes volumes de água. Alguns autores justificam que a utilização de cobertura na zona de coroamento do coqueiro com seus próprios restos culturais melhora as condições o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, absorção de água e nutrientes pelo coqueiro; melhora as condições físicas, biológicas e químicas do solo; e evita o desenvolvimento de ervas daninha (NUNES, 2017; SOUZA *et al*, 2015; ANDRADE, STONE e SILVEIRA, 2009).

Figura 23. Amplitude de valores de umidade no perfil do solo, para diferentes níveis de irrigação e de tipos de cobertura do solo



T1 - Tratamento com 50 litros de água Sem Cobertura (T1 50L_SC), T6 - Tratamento com 50 litros de água com rafia (T6 50L_R), T4 - Tratamento com 50 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T4 50L_30F), T2 - Tratamento com 100 litros de água Sem Cobertura (T2 100L_SC), T10 - Tratamento com 100 litros de água com rafia (T10 100L_R), T8 - Tratamento com 100 litros de água e 30 Folhas de coqueiro (T8 100L_30F).

Fonte: Autoria própria, (2020).

Quando avaliado apenas os tratamentos em que havia aplicação de volumes iguais, tanto 50L diários como 100L diários, foi possível constatar que os tratamentos que

utilizavam coberturas no coroamento da planta apresentaram os melhores percentuais de umidade no solo, em relação aos tratamentos sem cobertura, exceto o tratamento T10 100L RF, que apresentou cerca de 12,43%, de umidade valor menor ao obtido pelo tratamento T2 100L SC, que apresentou aproximadamente cerca de 15,19% de umidade. Essa diferença por estar relacionada à composição do material utilizado associado a irregularidade do terreno. Entretanto, vale ressaltar que a utilização de coberturas sobre o solo como forma de proteção, favorece na conservação da umidade do solo. Para Nunes (2017), a utilização da cobertura morta com resíduos de coqueiro além de gerar diversos benefícios para o solo e para planta, seu uso favorece na redução das perdas de água por evaporação mantendo a umidade no solo em níveis adequados para o coqueiro, consequentemente, diminuindo o consumo de grandes volumes de água nos plantios.

Cintra, Resende e Procópio (2017), citam que a introdução de técnicas agrícolas duradouras e sustentáveis, baseada no uso de resíduos vegetais, a exemplo do uso de folhas secas de coqueiro, pode apresentar potencial para melhoria dos sistemas de produção do coco, aumento da renda do produtor, proteção do meio ambiente, e substituição de insumos químicos e da mecanização agrícola por práticas culturais baseadas em resíduos orgânicos.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que entre os materiais utilizados como cobertura, a rafia apresentou o menor índice de interceptação, tanto para aplicação de 50 litros com também a aplicação de 100 litros de água, em comparação à cobertura com folhas; e entre os tratamentos que utilizaram folhas, o tratamento T7 com aplicação de 100 litros de água com a utilização de 10 folhas de coqueiro (T7 100L 10F), destacou-se apresentando a menor taxa de interceptação de água.

Para os diferentes níveis (10, 30 e 50) folhas de cobertura morta com folhas de coqueiro, tanto para os tratamentos em que se aplicou os volumes de 50L, quanto para os tratamentos em que se aplicou 100L, a menor interceptação foi observada ao se utilizar cobertura com 10 folhas de coqueiro.

Para o perfil de umedecimento do solo utilizando diferentes materiais como cobertura morta, obteve-se que o melhor índice de umidade apresentado entre os tratamentos com aplicação de 50L, foi observada no tratamento T4 com cobertura de 30 folhas de coqueiro. Já entre os tratamentos com aplicação de 100L, foi observado que o maior teor de umidade, foi verificado no tratamento T8 com 30 folhas de coqueiro, em relação a todos os tratamentos avaliados. Desta forma, o perfil de umedecimento ideal foi constatado no tratamento T8, demonstrando que a utilização de restos culturais é uma alternativa viável para reduzir o consumo hídrico de grandes volumes de água em sistemas de irrigação por microaspersão no cultivo do coqueiro.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada** / Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: ANA, 2017. 45 p. ISBN 978-85-8210-051-6. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacaoUsodaAguanaAgriculturaIrrigada.pdf>. Acesso em: 09 Jan. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno** / Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: ANA, 2017. 54 p. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: 09 Jan. 2019.

AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira; BASTOS, Edson Alves. **Reflexões críticas sobre as teorias agronômicas da irrigação**. In. AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira; BASTOS, Edson Alves (Ed.). *Princípios agronômicos da irrigação*. Brasília, DF: Embrapa, 2013. ISBN: 978-85-7035-200-2.

AMARAL, U. do; SANTOS, V. M. dos; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, S. L. de; SILVA, I. B. Influência da cobertura morta em mini melancia ‘Sugar baby’ no início da frutificação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** V.11, Nº 3, p. 164-170, 2016.

AMORIM, Julio Roberto Araujo de; Irrigação. In. FONTES, Humberto Rollemberg; FERREIRA, Joana Maria Santos; SIQUEIRA, Luiz Alberto. **Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro**. Aracaju, SE 2002. ISSN 1678-197X. Disponível em: <https://www.cpatc.embrapa.br/download/SP1.pdf>. Acesso em: 18 Jan. 2019.

AMORIM, Julio Roberto Araujo de; RESENDE, Ronaldo Souza; HOLANDA, José Simplício de; FERNANDES, Pedro Dantas. Qualidade da água na agricultura irrigada. In. ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de; DURÃES, Frederico Ozanan Machado (ed). **Uso e manejo de irrigação**. Informação Tecnológica, 1. ed. p. 257-264, Brasília, DF: Embrapa 2008. ISBN 978-85-7383-349-2.

ANDRADE, R. DA S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. DA. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.4, p.411–418, 2009.

BARRETO, Aurelir Nobre; BOLFE, Édson Luis; OLIVEIRA, Gilvan Rodrigues; FACIOLLI. **Drenagem das terras agrícolas**. In. BARRETO, Aurelir Nobre; SILVA, Ana Alexandrina Gama da; BOLFE, Édson Luis. (Org.). *Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 418 p.: ISBN 85-85809-08-6.

BARROS, A. C.; FOLEGATTI, M. V.; SOUZA, C. F.; SANTORO, B. L. Distribuição de água no solo aplicado por gotejamento enterrado e superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.6, p.700–707, 2009.

BENASSI, Antonio Carlos; FANTON, César José; SANTANA, Enilton Nascimento de. **O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2013. ISSN 1519-2059.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**, 8 ed. Viçosa: Imprensa universitária. 2008, 393-396p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**, 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p. ISBN:85-7269-242-8.

BISCARO, Guilherme Augusto Biscaro (Org.). **Sistema de irrigação localizada**. Dourados, MS. Ed. UFGD, 2014. 256p. ISBN: 978-85-8147-085-6.

BORGHETTI, José Roberto; SILVA, Washington L. C.; NOCKO, Helder Rafael; LOYOLA, Luís Nicolas; CHIANCA, Gustavo Kauark. **Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias**. Brasília, 2017. 243 p. ISBN: 978-92-5-709754-4.

BRAINER, M. S. C. P. **Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. a. 3, n. 61, 2018. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4296541/61_coco.pdf/c172dd8f-3044-f1db-5d0c-a94c5eb735e0. Acesso em: 25 janeiro 2020.

BRASIL. Lei Federal n. 9433/97. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: Jan. 2019.

BRITO, R. R.; GOMES, E. R.; LUDWIG, R. Uso da água na irrigação. **VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã-SP, v. 8, n.2, 2012, p. 373-383. ISSN. 1980-0827. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/266/265. Acesso em Jan. 16.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. **Determinação da uniformidade de distribuição de água em sistema de irrigação localizada**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. Np. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 86).

CARON, Ediane Sfalsim. **Eficiência de fungicidas via aplicação axilar no controle da queima-das-folhas em coqueiro-anão verde**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

CARVALHO, J. E. de; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. da S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface *Cv. Regina 2000*, em Ji-paraná/RO. **Ciênc. agrotec.**, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CARVALHO, J. F. DE; MONTENEGRO, A. A. A.; SOARES, T.M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, S. M. G. F. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** v. 15 n. 3, 2011.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; FONTES, H. R. Cobertura Morta com Palha de Coqueiro e Biomanta de Fibra de Coco em Sistema de Coqueiro-Anão-Verde Irrigado nos Tabuleiros Costeiros. *In: IV SEMINÁRIO DE INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DA FRUTICULTURA TROPICAL*, 2015. Disponível: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157673/1/Cobertura-morta.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33 n. 04, p. 1041-1051, 2009.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; PROCÓPIO, S. de O. Cobertura Morta com Folhas Secas do Coqueiro em Sistemas de Produção de Coco Irrigado. *In. CINTRA, Fernando Luiz Dutra; FONTES, Humberto Rollemberg. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro. Resultados de pesquisas e estudo de casos: Anais*. 2017. ISBN 978-85-7035-704-5.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação de Fruteiras por Microaspersão**. Embrapa Circular Técnica 49. Bento Gonçalves, RS. 2004. Disponível em : <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/541417/1/cir049.pdf>>. Acesso em : 25 novembro 2019. ISSN 1808-6810.

CLEMMENS, A. J.; MOLDEN, D. J. Water uses and productivity of irrigation systems. CORDEIRO, E. A. **Diagnóstico e manejo da irrigação na cultura do mamoeiro na região norte do Estado do Espírito Santo**. 2006. 100p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

DURÃES, Frederico Ozanan Machado; MAGALHÃES, Paulo César. **Transporte de Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera movimento de água e solutos nas plantas**. *In. ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de; DURÃES, Frederico Ozanan Machado. (Ed.). Uso e manejo de irrigação*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológico, 2008. 528 p.: ISBN 978-85-7383-349-2.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAOSTAT: Visualize Data. 2016. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 27 out. 2018.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L. de; GUARÇONI, R. C. Efeitos múltiplos da cobertura morta do solo em cultivo orgânico de cenoura. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.2, p.24-30, 2017.

FERREIRA, J. M. S.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; MIRANDA, F. R. de; CINTRA, F. L. D.; BASTOS, E. A. Coco 'Anão'. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 49 - 62. 2011.

FONTES, Humberto Rollemberg; FERREIRA, Joana Maria Santos. **A cultura do coqueiro**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 1º ed. ISBN: 85-7383-353-X.

FONTES, Humberto Rollemberg; FERREIRA, Joana Maria Santos; SIQUEIRA, Luiz Alberto. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 01). Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br>. Acesso em Jan. 2019.

FONTES, Humberto Rollemberg; WANDERLEY, Mucio. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 94). ISBN 1678-1953.

GASPARIM, E.; RICIÉRII, R. P. R.; SILVA, S. DE L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 27, n. 1, p. 107-114, 2005.

GOMES, Frederico Pimentel; GARCIA, Carlos Henrique. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALG. v. 11, p. 74. 2002. ISBN 85-7133-014-X.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 out. 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 Jan. 2019.

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J. O.; RIBEIRO, M. R.; FORMIGA, R. A. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife, Embrapa/Centro de Pesquisas Pedológicas/Sudene-DRN, 1975. 500p. (Boletim Técnico, 36). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/331179>>. Acesso em: 08/Out/2018.

JÚNIOR, L. A. de J.; TOMMASI, A. C.; JÚNIOR, A. M. de O.; RUSSO, S. L. Análise da produção de coco no Estado de Sergipe frente ao crescimento da cultura no Nordeste e no Brasil. **Revista GEINTEC**. Vol. 3/n.5/ p.400-408, 2013. D.O.I.: 10.7198/S2237-0722201300050032.

JUSTI, A. L.; VILAS BOAS, M. A.; SAMPAIO, S.C. Índice de capacidade do processo na avaliação da irrigação por aspersão. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.2, p. 264-270, 2010.

KLEIN V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: EDIUPF, 2008. 212p.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1550-1556, 2010. ISSN 0103-8478.

KOSHIMA, F. A. T.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e de citral em capim-limão, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, com cobertura morta nas estações do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n.4, p.112-116, 2006.

MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. **Irrigação: princípios e métodos**. ed. 3. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2009. 335p. ISBN: 978-85-7269-373-8.

MARTINS, C. R.; JUNIOR, L. A. J. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 164). Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf>. Acesso em: 27 outubro. 2018.

MARTINS, C. R.; JUNIOR, L. A. J. **Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 9-11 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 184). Disponível em :<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>>. Acesso em: 27 outubro. 2018.

MARTINS, C. R.; ALVES, L. J.; CORREIA, R. C. **Análise evolutiva da produção de coco no estado de Sergipe frente ao crescimento da cultura no Nordeste e no Brasil**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2011. Disponível em :< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/910079/analise-evolutiva-da-producao-de-coco-no-estado-de-sergipe-frente-ao-crescimento-da-cultura-no-nordeste-e-no-brasil>>. Acesso em: 27 outubro 2019

MIRANDA, F. R. de; SOUSA, C.C. M. de; CRISOSTOMO, L. de A. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.41-45, 2007. ISSN 0045-6888.

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M. **Manejo da irrigação do coqueiro anão**. Embrapa Circular Técnica Online 25. Fortaleza, CE. 2006. Disponível em :< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426401/1/Ci025.pdf>>. Acesso em: 27 outubro 2019.

MIRANDA, F. R.; MONTENEGRO, A. A. T.; LIMA, R. N.; ROSSETTI, A. G.; FREITAS, J. A. D. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, n.2, p.335–339, 2004.

NUNES, M. U. C. Compostagem Laminar como Estratégia de Sustentabilidade para Sistemas de Produção de Coco no Nordeste. *In*. CINTRA, Fernando Luiz Dutra; FONTES, Humberto Rollemberg. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro. Resultados de pesquisas e estudo de casos: **Anais**. 2017. ISBN 978-85-7035-704-5.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos de coqueiro gigante para produção de adubo orgânico, compostagem e outras. *In*: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros, 2009. p. 127-144. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42813/1/Urbana0001.pdf>. Acesso em : Jan. 2019.

PALTINEANU, I. C.; STARR, J. L. Real-time soil water dynamics using multisensor capacitance probes: laboratory calibration. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, n.6, p.1576-1585, 1997.

PAULINO, M. A. O.; FIGUEIREDO, F. P.; FERNANDES, R. C.; MAIA, J.T. L. S.; GUILHERME, D. O.; BARBOSA, F. S. Avaliação da uniformidade e eficiência de aplicação de água em sistemas de irrigação por aspersão convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.2, p. 48-54, 2009.

PIMENTEL, J. V. F.; GUERRA, H. O. C. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.9, p.896–902, 2011.

PORTO, Rendel Julian Batista; SILVA, Thassio Monteiro da; AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira. **Irrigação localizada para fins de reflorestamento da reserva matoda onça em Alagoas**. In. MOURA, Patrícia Rosalba Salvador; AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira. (Org.). Lugares, Potencialidades e Resistências: Terra e Povo no São Francisco. Aracaju, 2018. 206p. ISBN 978-85-8413-237-9.

PROCÓPIO, Sergio de Oliveira; CINTRA, Fernando Luiz Dutra; RESENDE, Ronaldo Souza. Coberturas de Solo para o Manejo de Plantas Daninhas em Áreas de Produção de Coco. In. CINTRA, Fernando Luiz Dutra; FONTES, Humberto Rollemberg. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro. Resultados de pesquisas e estudo de casos: **Anais**. 2017. ISBN 978-85-7035-704-5.

RESENDE, Ronaldo Souza; CINTRA, Fernando Luiz Dutra; PROCÓPIO, Sergio de Oliveira; AMORIM, Júlio Roberto de Araújo. Manejo da Água de Irrigação em Áreas de Produção de Coco. In. CINTRA, Fernando Luiz Dutra; FONTES, Humberto Rollemberg. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro. Resultados de pesquisas e estudo de casos: **Anais**. 2017. ISBN 978-85-7035-704-5.

RIBEIRO, Francisco Elias; SIQUEIRA, Edmar Ramos de; ARAGÃO, Wilson, Menezes. **Coqueiro**. In. BRUCKNER, Claudio Horst (ed). Melhoramento de fruteiras tropicais. Viçosa, MG. ed. UFV, 2002. ISBN: 85-7269-144-8.

SARAIVA, K. R.; REBOUÇAS, R. M.; SOUZA, F. de. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura do coqueiro. **Rev. Agrotec** – v. 35, n. 1, p 62–68, 2014. ISSN 0100-7467.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goratti de Miranda; PERREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 207 p. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf. Acesso em: 24 Jan. 2019.

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de Uniformidade em Sistemas De Irrigação Localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. v. 4, n. 8. 2005. ISSN 1677-0293.

SILVA, Dianesson de Farias; NHAMPOSSA, Julieta Augusto; NEVES, Marilha dos Anjos; SALAZAR, Ricardo Castillo. **Caracterização macroscópica do estado de impacto ambiental de nascentes do rio betume.** In. AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira; SANTANA, Neuma Rúbia Figueiredo. (Org.) Contexto socioambiental das águas do Rio São Francisco. São Cristovão, Ed. UFS, 2015, 342p. ISBN 978-85-7822-506-3.

SILVA, E. S. da; LIMA, G. C. M.; PINTO, J. J.; MENEZES, A. S.; NETO, L. G. P.; MOREIRA, F. J. C. Frutos de coco seco em solo com e sem plástico de rafia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada.** v.12, nº.7, p. 3139 - 3145, 2018. ISSN 1982-7679. DOI: 10.7127/rbai.v12n7001019.

SIQUEIRA, E. R. de; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, Evandro Almeida. **Melhoramento genético do coqueiro.** In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). A cultura do coqueiro no Brasil. 2 ed. Aracaju: Embrapa-SPI, 1998. p. 73-98.

SIQUEIRA, Luiz Alberto; ARAGÃO, Wilson Meneses; TUPINAMBÁ, Evandro Almeida. **A Introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica,** 2002. 24p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47). ISSN 1678-1953.

SOARES, F. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; RUSSI, J. L.; VIVAN, G. A. Redes neurais artificiais na estimativa da retenção de água do solo. **Ciência Rural,** v.44, n.2, p.293-300, 2014. ISSN 0103-8478.

SOBRAL, Lafayette Franco; FREITAS, José de Arimateia Duarte de; HOLANDA, José Simplício de; FONTES, Humberto Rollemberg; CUENCA, Manuel Alberto Gutierrez; RESENDE, Ronaldo Souza. **Coqueiro-Anão Verde.** In. CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo; NAUMOV, Alexey. (org). Adubando para alta produtividade e qualidade: frutíferas tropicais do Brasil. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

SOUZA, Jacimar Luis de; CARMO, Carlos Alberto Simões do; CASALI, Vicente Wagner Dias; ABAURRE, Maria Elizabete Oliveira; COSTA, Hércio; PEREIRA, Victor Almeida. **Técnicas Culturais para o Aprimoramento do Cultivo Orgânico de Hortaliças.** In. SOUZA, Jacimar Luis de. (Org.). Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória, ES: Incaper, v.3, p. 371, 2015.

SOUZA, Jacimar Luis de; PEREIRA, Victor Almeida; GUIMARÃES, Gabriel Pinto; ANGELETTI, Maria da Penha. **Diagnóstico de Resíduos Orgânicos.** In. SOUZA, Jacimar Luis de. (Org.). Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória, ES: Incaper, v.3, p. 371, 2015.