



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

EDUARDO SANTOS CAVALCANTE

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO BRF “BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS”
EM UM ARGISSOLO DO ESTADO DO CEARÁ E POTENCIALIDADES DE USO
NO NORDESTE BRASILEIRO**

FORTALEZA

2017

EDUARDO SANTOS CAVALCANTE

ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO BRF “BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS” EM
UM ARGISSOLO DO ESTADO DO CEARÁ E POTENCIALIDADES DE USO NO
NORDESTE BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Albiero

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C364e Cavalcante, Eduardo Santos.
Estudo de caso da aplicação do BRF “Bois Raméaux Fragmentés” em um Argissolo do estado do Ceará e potencialidades de uso no Nordeste brasileiro / Eduardo Santos Cavalcante. – 2017.
81 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Albiero.

1. Fragmentação. 2. Madeira. 3. Conservação. I. Título.

CDD 630

EDUARDO SANTOS CAVALCANTE

ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO BRF “BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS” EM UM
ARGISSOLO DO ESTADO DO CEARÁ E POTENCIALIDADES DE USO NO NORDESTE
BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 09/02/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Albiero (Orientador/Presidente)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Julien Daniel Pierre Burte
Universidade Federal do Ceará (UFC/CIRAD-França)

Prof. Dr. Silvestre Rodrigues
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

A Deus.

A minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, Jesus Cristo e a Mãe, Rainha e Vencedora Três Vezes Admirável de Schoenstatt, por me guiar em todos os caminhos e pela saúde, fé, proteção e amor a mim concedido.

Aos meus pais Francisca Xavier dos Santos e José Willame Menezes Cavalcante, por todo o amor, carinho, incentivo e apoio a mim dado em todas as fases de minha vida, nunca medindo esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

A minha noiva, Ana Ruth Rocha Almeida, pelo carinho, amor, compreensão e força que sempre me foi dado, estando comigo em todos os momentos que precisei.

A minha tia Patrícia Cavalcante, que me acolheu maravilhosamente, sempre confiando em mim e me fornecendo amor, paz e tranquilidade.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Daniel Albiero, pela excelente orientação, confiança, paciência e conselhos que contribuíram para meu crescimento profissional e para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa, pelo apoio, orientações e contribuições para a realização deste trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro, Prof. Dr. Julien Daniel Pierre Burte e ao Prof. Dr. Silvestre Rodrigues pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Universidade Federal do Ceará por toda estrutura e por seus servidores terceirizados, corpo técnico e corpo docente.

Aos integrantes do GEMASA - Grupo de Pesquisas em Energia e Máquinas para a Agricultura do Semiárido.

Aos meus amigos Aline Castro, Rafaela Paula, Deivielison Ximenes, Viviane Castro e Henryque Cândido, pela amizade e companhia de vocês em todos os momentos que precisei.

RESUMO

Atualmente a cajucultura é um dos setores que cresce de maneira exponencial ao longo do ano, tornando o estado do Ceará um dos maiores produtores de castanha de caju e derivados da região Nordeste. Uma operação importante no manejo dos cajueiros é a poda. A poda é uma prática cultural importante para a produção da planta, pois influencia diretamente no formato da copa e na disposição das plantas. Com o grande volume de poda, a madeira muitas vezes acaba servindo como lenha para padarias, olarias, cerâmicas e, muitas vezes, a mesma é queimada a céu aberto no próprio pomar. Deste modo, surge uma necessidade de remanejar a madeira que é queimada a céu aberto, visando benefícios econômicos e ambientais. O BRF, Bois Raméaux Fragmentés, é uma técnica de origem canadense, em que consiste na fragmentação de galhos de árvores para aplicação dos mesmos na superfície dos solos, com o objetivo de cobrir, nutrir e recuperar o solo, melhorando a qualidade física, química e biológica do mesmo. Objetivou-se avaliar a técnica BRF em um Argissolo Vermelho-amarelo e suas potencialidades de uso no Nordeste, analisando os parâmetros de temperatura, umidade e infiltração da água no solo. O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. Foram utilizados galhos de cajueiro (*Anacardium occidentale*) e foram selecionados os galhos com diâmetro inferior a 7 cm, onde foram triturados por meio de um triturador de galhos. O experimento possuiu 4 tratamentos: 200 m³/ha BRF sobre o solo, 200 m³/ha de BRF incorporado ao solo, 150 m³/ha de BRF incorporado ao solo e solo nu. Cada tratamento possuiu 6 repetições. Para avaliar a temperatura do solo foi utilizado um multímetro digital e um termopar, para avaliar a umidade foi utilizada o método padrão de estufa (gravimétrico) e para avaliar a infiltração da água no solo foi utilizado um infiltrômetro de anel. Os dados foram analisados através do Software Minitab – Versão 16. Verificou-se que a aplicação do BRF no solo reduziu a temperatura e elevou a umidade do solo. Além disso, foi possível observar que a temperatura foi reduzida de forma mais significativa com a aplicação do BRF incorporado ao solo. Ao analisar a infiltração de água no solo notou-se que a aplicação de BRF no solo não modificou a velocidade de infiltração básica do solo.

Palavras-chave: Fragmentação. Madeira. Conservação.

ABSTRACT

Currently, cashew is one of the sectors that grow exponentially per year, becoming the state of Ceará and the largest producers of nuts and cement derivatives of the Northeast region. An important operation in the management of cashew trees is a pruning. Pruning is an important cultural practice for the production of plants, with a direct influence on the shape of the crown and the layout of the plant. With the large volume of pruning, the wood often ends up serving as wood for bakeries, pottery, and ceramics, and often it is burned open in the orchard itself. In this way, there is a need to relocate the wood that is burned in the open, for economic and environmental benefits. The BRF, Bois Raméaux Fragmentés, is a technique of Canadian origin, in which it consists of the fragmentation of tree branches for their application on the soil surface, with the objective of covering, nourishing and recovering the soil, improving a physical, chemical quality And biological of it. The objective was to evaluate a BRF technique in a Red-yellow Argisol and its non-Northeastern potentialities, analyzing the parameters of temperature, humidity and water infiltration without soil. The experiment was conducted in the experimental area of the Agricultural Engineering Department of the Federal University of Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. The cashew branches (*Anacardium occidentale*) were used and were selected with a diameter smaller than 7 cm, where they were ground by means of a tree crusher. The experiment had 4 treatments: 200 m³/ha BRF on the soil, 200 m³/ha of BRF incorporated into the soil, 150 m³/ha of BRF incorporated into the soil and bare soil. Each work has 6 repetitions. To evaluate soil temperature were used a digital multimeter and thermometer, To evaluate the humidity of the standard oven drying method (gravimetric), to evaluate a water infiltration without the use of a ring infiltrator. The results were analyzed using Minitab Software - Version 16. It Was verified that an application of the BRF did reduce the soil temperature and raised the soil moisture. In addition, it was possible to observe that the temperature was reduced more significantly with a BRF application incorporated into the soil. When analyzing the infiltration of water in the soil it was noticed that the application of BRF in the soil did not modify the speed of basic infiltration of the soil.

Keywords: Fragmentation. Wood. Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa exploratório dos solos do estado do Ceará	16
Figura 2	– BRF incorporado ao solo	21
Figura 3	– Cajueiro comum	23
Figura 4	– Cajueiro anão-precoce	24
Figura 5	– Poda de árvore	27
Figura 6	– Máquina de tritar madeira a gasolina e/ou elétrica	31
Figura 7	– Máquina de tritar madeira e arbustos a gasolina (pequeno porte)	30
Figura 8	– Máquina de tritar madeira acoplada na TDP do trator	30
Figura 9	– Máquina de tritar madeira acoplada na TDP do trator com 2 funis de alimentação	31
Figura 10	– Sistema de trituração automatizado	32
Figura 11	– Variação da velocidade de infiltração pelo tempo	38
Figura 12	– Área onde o experimento foi conduzido	39
Figura 13	– Triturador de galhos TRR 280	40
Figura 14	– Principais componentes do triturador TRR 280	40
Figura 15	– Trator Valtra BM, modelo 120 4x2 TODA utilizado no experimento	41
Figura 16	– Anel de solo (A), Balança digital (B), Estufa (C)	41
Figura 17	– Cilindro infiltrômetro	42
Figura 18	– Multímetro digital (A), Termopar (B) e Haste de ferro (C) utilizados para aferir a temperatura no solo	43
Figura 19	– Croqui experimental	46
Figura 20	– Modelo da caixa utilizada para contabilizar o BRF	46
Figura 21	– Curvas características de operação para diferentes valores de n para o teste ...	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção, área plantada, área colhida e rendimento médio da castanha-de-caju	25
Tabela 2 – Tratamentos e fatores estudados	45
Tabela 3 – Estatística descritiva básica dos dados de umidade nas profundidades de 20 e 40 cm	49
Tabela 4 – Análise de variância da umidade dos tratamentos a uma profundidade de 20 cm	51
Tabela 5 – Teste de médias da umidade dos tratamentos na camada de 20 cm	51
Tabela 6 – Análise de variância da umidade dos tratamentos na camada de 20 cm	52
Tabela 7 – Teste de médias da umidade dos tratamentos na camada de 40 cm	52
Tabela 8 – Equações de infiltração acumulada para todos os tratamentos estudados	54
Tabela 9 – Equações da velocidade de infiltração para todos os tratamentos estudados ..	55
Tabela 10 – Valores referentes a VIB (mm/h) dos tratamentos estudados	55
Tabela 11 – Estatística descritiva básica dos dados da velocidade de infiltração básica – VIB	56
Tabela 12 – Análise de variância da velocidade de infiltração básica dos tratamentos	57
Tabela 13 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm	58
Tabela 14 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 10 cm ...	60
Tabela 15 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 20 cm ...	60
Tabela 16 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 40 cm ...	60
Tabela 17 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm	60
Tabela 18 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm	61

Tabela 19 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm	61
Tabela 20 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm	62
Tabela 21 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 10 cm ...	63
Tabela 22 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 20 cm ...	64
Tabela 23 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 40 cm ...	64
Tabela 24 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm	64
Tabela 25 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm	65
Tabela 26 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm	65
Tabela 27 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm	66
Tabela 28 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 10 cm ...	67
Tabela 29 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 20 cm ...	67
Tabela 30 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 40 cm ...	67
Tabela 31 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm	68
Tabela 32 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm	68
Tabela 33 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRF	Bois Raméaux Fragmentés
VIB	Velocidade de infiltração básica
CV	Coefficiente de variação
TDP	Tomada de Potência
Rpm	Rotação por minuto
Gl	graus de liberdade
SQ	soma de quadrados
MQ	quadrados médios
P	probabilidade de significância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivo específico	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Solos cearenses	16
3.1.1	<i>Argissolos</i>	17
3.2	Cobertura do solo	18
3.3	Técnica BRF “Bois Raméaux Fragmentés”	20
3.4	Botânica e produtividade da cajucultura	23
3.5	Poda de cajueiros	26
3.6	Destino da poda	28
3.7	Máquinas de tritarar poda	29
3.8	Umidade do solo	32
3.9	Temperatura do solo	34
3.10	Infiltração de água no solo	36
4	MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.1	Material	39
4.1.1	<i>Local do estudo</i>	39
4.1.2	<i>Galhos e Triturador de Galhos</i>	40
4.1.3	<i>Umidade do solo</i>	41
4.1.4	<i>Infiltração de água no solo</i>	42
4.1.5	<i>Temperatura do solo</i>	42
4.2	Métodos	43
4.2.1	<i>Aplicação do BRF no solo</i>	43
4.2.2	<i>Avaliação da infiltração do solo</i>	43
4.2.3	<i>Avaliação da umidade do solo</i>	44
4.2.4	<i>Avaliação da temperatura do solo</i>	44
4.3	Delineamento experimental e tratamentos	45
4.4	Planejamento estatístico	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49

5.1	Umidade do solo	49
5.2	Infiltração de água no solo	53
5.3	Temperatura do solo	58
5.3.1	<i>Temperatura do solo para às 09:00 horas da manhã</i>	58
5.3.2	<i>Temperatura do solo para às 15:00 horas da tarde</i>	62
5.3.3	<i>Temperatura do solo para às 21:00 horas da noite</i>	66
6	CONCLUSÃO	70
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

O setor da cajucultura é um dos setores que cresce cada vez mais ao ano, sendo de suma importância para o desenvolvimento econômico e social do meio rural da região Nordeste. O cajueiro é uma cultura bem adaptada às condições existentes, onde ocupa mão-de-obra e gera renda num período de entre safra da maioria das outras culturas. Para que seja assegurado o retorno econômico do investimento, é de suma importância que os tratamentos culturais sejam realizados. Um dos tratamentos culturais mais importantes na cultura do cajueiro é a poda, que consiste no corte de galhos visando à alteração do desenvolvimento natural das plantas.

Atualmente, um problema na poda de cajueiros é o descarte da madeira proveniente da poda. Alguns produtores fazem parcerias com padarias, olarias, fábricas de cerâmicas, para que a madeira sirva como lenha. Porém, em muitos casos, a madeira proveniente da poda acaba sendo queimada a céu aberto no próprio pomar, trazendo prejuízos econômicos e ambientais.

Uma alternativa para a utilização da madeira proveniente da poda dos cajueiros é que ela seja matéria prima para a técnica BRF “Bois Raméaux Fragmentés”. A técnica BRF é uma técnica de origem canadense, em que consiste na fragmentação de galhos de árvores para aplicação dos mesmos na superfície dos solos, com o objetivo de proteger, nutrir e recuperar o solo.

A técnica BRF pode ser uma grande aliada na utilização da madeira proveniente da poda de frutíferas, da madeira proveniente da poda de árvores de centros urbanos ou simplesmente na poda de pequenos jardins.

A técnica BRF já é utilizada há mais de 45 anos no Canadá, onde os agricultores aplicam essa técnica com o intuito de evitar a lixiviação de nutrientes, aumentar retenção de água do solo, manter a temperatura regulada e o controlar as plantas invasoras. Além disso, com a aplicação do BRF visa-se benefícios químicos e biológicos.

Em virtude desses benefícios surge a necessidade de se estudar a aplicabilidade do BRF em um Argissolo cearense e suas potencialidades no Nordeste, já que possuímos uma enorme quantidade de madeira proveniente da poda e solos em processo de desertificação.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da aplicação da técnica BRF “Bois Raméaux Fragmentés” em um Argissolo Vermelho-amarelo e extrapolar as suas potencialidades de uso para o Nordeste brasileiro, observando alguns parâmetros físicos e analisando as diferentes formas de aplicação.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se a aplicação de BRF no solo irá influenciar na umidade do solo;
- Avaliar se a aplicação de BRF no solo irá influenciar na Infiltração de água no solo;
- Avaliar se a aplicação de BRF no solo irá influenciar na temperatura do solo.
- Verificar se haverá diferença na maneira de aplicação do BRF.
- Extrapolar as conclusões para todo o Nordeste brasileiro.

Os Neossolos são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação dos solos. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário, sendo definido como solos pouco evoluídos e sem a presença de horizonte diagnóstico. Podem apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio. Variam de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade (EMBRAPA, 2006).

Pelas condições de baixa profundidade (Neossolos Litólicos ou Neossolos Regolíticos), de baixa retenção de água (Neossolos Quartzarênicos) ou de elevada susceptibilidade à inundação (Neossolos Flúvicos), os Neossolos tem restrições para utilização agrícola, necessitando de práticas de manejo conservacionistas para evitar que esses solos sejam degradados (IAC, 2004).

Os Luvisolos são solos poucos profundos, geralmente não ultrapassam 50 cm, são relativamente drenados, ricos em nutrientes, encontrados em áreas aplainadas com relevo suave-ondulado, possuem um grau de deformação severo, apresentam vulnerabilidade agrícola por estarem mais susceptíveis à erosão, bem como aos processos de salinização (PACHECO, 2007).

Os Luvisolos geralmente são pouco profundos, com uma média de 60 a 120 cm de profundidade, possuindo diferença entre os horizontes A e Bt. Podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e/ou caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial, são moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos e presença, em quantidade variável, de argilominerais do tipo 2:1 indicando atividade alta da argila. (EMBRAPA, 2006).

As características dos Argissolos serão bem detalhadas a seguir, já que este solo foi utilizado para a realização do estudo e é de suma importância que o mesmo seja exposto de forma detalhada.

3.1.1 Argissolos

Solos definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006) pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo

normalmente ácidos (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes abrupto, nos teores de argila em profundidade. E apresentam cor mais forte (amarelada, brunada ou avermelhada), maior coesão e maior plasticidade e pegajosidade em profundidade, devido ao maior teor de argila (IAC, 2004).

Os Argissolos distróficos e os alíticos apresentam baixa fertilidade natural e acidez elevada e, nos casos dos alíticos, além dessas características, a presença agravante dos altos teores de alumínio. Os eutróficos são naturalmente mais ricos em elementos (bases) essenciais às plantas como cálcio, magnésio e potássio (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos são classificados como profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável, mas com predomínio de textura argilosa, em subsuperfície, com presença ou não de cascalhos, devido à grande diversidade de características que interferem no uso agrícola é difícil generalizar, para a classe como um todo, suas qualidades e limitações ao uso agrícola (SANTOS *et al.*, 2006).

Os Argissolos de maior fertilidade natural (eutróficos), com boas condições físicas e em relevos mais suaves apresentam maior potencial para uso agrícola. Suas limitações estão mais relacionadas a baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados. Os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. No entanto, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2006).

De acordo com as limitações relacionadas aos Argissolos, a sua utilização exige um manejo adequado com a adoção de correção, adubação e de práticas conservacionistas para o controle da erosão (EMBRAPA, 2006).

3.2 Cobertura do solo

A cobertura do solo é uma técnica utilizada há muitos anos pelos agricultores com o intuito principal de evitar a lixiviação de nutrientes, controle de plantas invasoras, a regulação térmica e evitar o ressecamento do solo. A prática consiste na deposição sobre a superfície do solo, de uma camada protetora formada por materiais de origem vegetal como serragens, palhas

e folhas secas (SAMPAIO; ARAÚJO, 2001).

As plantas de cobertura dos solos têm por finalidade proteger o solo contra o impacto das gotas da chuva, assim diminuindo o risco de erosão e tornando o ambiente mais propício para que haja ciclagem dos nutrientes que estão contidos nas folhas da parreira. Ainda impedem a perda de nutrientes e contribuem para a manutenção e/ou melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (EMBRAPA, 2005).

Os solos que não possuem cobertura vegetal oferecem menor resistência aos processos erosivos. O maior responsável pelo processo de desertificação é o homem, por meio do desmatamento, de queimadas, da remoção da cobertura vegetal e manejo inadequado do solo. As perdas de solo e água provocadas pela erosão hídrica constituem fatores de grande importância na diminuição da capacidade produtiva do solo, em virtude da remoção de nutrientes e carbonos adsorvidos aos sedimentos minerais e orgânicos e solubilizados na água da enxurrada (BERTOL *et al.*, 2004).

A erosão hídrica causada por solos sem cobertura vegetal é um grande problema relacionado ao manejo dos solos no país. Ela tem contribuído para o empobrecimento e redução ou da sustentabilidade dos agroecossistemas, decorrentes do arraste de solo, água, nutrientes e carbono orgânico a ela associada (SILVA *et al.*, 2005).

Segundo Panachuki *et al.*, (2011), a erosão hídrica de áreas cultivadas é influenciada fortemente pelas operações de preparo do solo, alterando o microrrelevo e a cobertura por resíduos vegetais e promovendo a exposição da superfície do solo à ação da chuva e da enxurrada.

Segundo Albuquerque *et al.*, (2002), ao passar do tempo, o manejo de solo vai eliminando a cobertura vegetal deixando a superfície exposta à ação do impacto das gotas de chuva e da enxurrada.

Segundo Silva (2015), a utilização de cobertura no solo irá promover a manutenção da umidade do solo, diminuindo as perdas por evaporação, podendo ocorrer uma redução de até 20% na necessidade de irrigação, aumenta a infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento superficial, buscar uma melhor estruturação do solo (melhor agregação, maior aeração), favorecendo os cultivos posteriores, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, melhorando todas as características e promove uma regulação térmica do solo, observando-se amenização da temperatura nas horas mais quentes do dia com redução de até 10° C no material da superfície do solo, em relação ao solo desprotegido, e retenção do calor residual nas horas mais frias do dia.

A cobertura vegetal fornece matéria orgânica ao solo e a mesma influencia no

crescimento das plantas através do seu efeito nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (STEVENSON, 1994). Oades (1988) em suas pesquisas observou variações nos teores de carbono orgânico e de substâncias húmicas sob diferentes tipos de coberturas vegetais.

Pinheiro *et al.*, (2003) analisando as frações orgânicas (ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina) em solos com e sem matéria orgânica, encontraram as frações orgânicas em maiores quantidades em solos com cobertura vegetal.

Manter a superfície do solo permanentemente coberta por materiais vegetais em fase vegetativa ou como resíduos é, efetivamente, o manejo mais recomendado para proteção e conservação do solo (ALVARENGA, 1995).

Amado *et al.*, (1987) observaram que uma cobertura de 20% do solo com cobertura vegetal concorre para reduzir as perdas de solo em aproximadamente 50% em relação ao solo sem cobertura vegetal.

De maneira geral, a cobertura vegetal favorece a irrigação e a chuva, pois a mesma possibilita uma maior infiltração da água e diminui as perdas por evaporação, mantendo a umidade em valores mais elevados, principalmente nas camadas mais superficiais (CAMPOS *et al.*, 1994).

O cultivo com cobertura vegetal tem é muito importante nas regiões tropicais e subtropicais, onde a energia solar incidente é de grande intensidade. A cobertura vegetal dissipa parte dessa energia reduzindo as perdas de água por evaporação (BAVER *et al.*, 1973).

3.3 Técnica BRF “Bois Raméaux Fragmentés”

A técnica BRF “Bois Raméaux Fragmentés” surgiu em meados do século 70, no Canadá. Esta técnica consiste na trituração galhos e ramos pequenos de árvores, cujo diâmetro não exceda 7 centímetros (LEMIEUX, 1986).

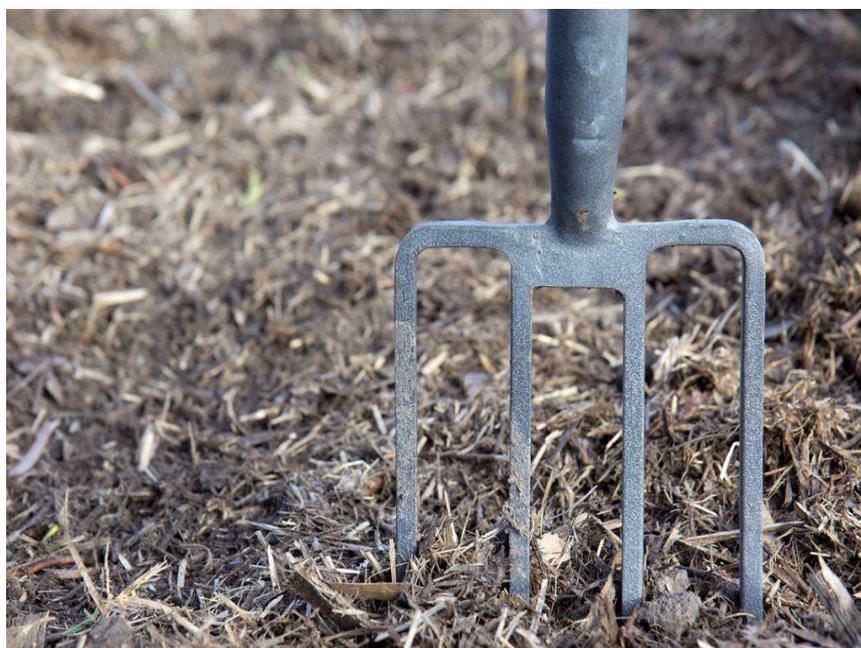
Este método foi desenvolvido por Guay *et al.*, (1981), sendo posteriormente estudado por Guilles Lemieux. Em 1986 a “madeira rameal” foi denominada por Guilles Lemieux como “Bois Rameal” e a partir deste ano os estudos sobre a técnica foram intensificados. A madeira fragmentada foi chamada de “Bois Rameaux Fragmenté ou BRF” em francês, “Ramial Chipped Wood ou RCW” em inglês, “Fragmentiertes Zweigholz ou FZH” em alemão, “Madera Rameal Fragmentada ou MRF” em espanhol e “Ramoscelli Frammentati ou RF” em italiano (MARCANO, 1998).

Segundo Lemieux e Tétreault (1992), a madeira triturada não deverá exceder o diâmetro de 3 a 7 cm e deverá ser disposta ao solo em uma camada de aproximadamente 10

centímetros, com o intuito de impedir a germinação e crescimento de ervas daninhas, reduzir a evaporação de água, evitar a compactação do solo pela chuva forte, para manter alguma umidade nas camadas superficiais do solo, podendo ou não incorporá-lo ao solo. Caron & Lemieux (1999) afirmam que o BRF pode ser aplicado em uma camada de 150 m³/ha ou 200 m³/ha.

Segundo Marcano (1998), o BRF deverá ser disposto ao solo em uma camada de 4 a 10 cm, podendo ser incorporado superficialmente ou podendo ser somente aplicado ao solo, deixando o material pelo tempo determinado pelo produtor (Figura 2).

Figura 2 – BRF incorporado ao solo



Fonte: reformationacres.com (2017).

Stamand e Lauzon (1995) afirmam que o BRF pode ser incorporado diretamente no solo, a fim de restaurar microfauna de micróbios e bactérias do solo. Sua utilização permite o recultivo de terras desgastadas pelo tempo ou desertificação em curso e sem etapas intermediárias.

Estudos realizados por Lemieux e Tétreault (1992) apontam que quando se utiliza galhos e ramos das dicotiledôneas lenhosas há um aumento na qualidade do solo quando comparado ao uso de galhos e ramos proveniente de monocotiledôneas. Caso a quantidade de madeira não seja suficiente, poderá ser utilizado cerca de 20% de galhos de monocotiledônea.

Segundo Monteiro *et al.*, (2010), ao adicionar resíduos de madeira no solo verificaram altos ganhos, onde as culturas apresentaram maior desempenho nas parcelas onde

os resíduos de madeira foram utilizados e além disso, esta técnica pode ser uma nova forma de manejo dos solos Amazônicos.

O BRF pode ser usado como cobertura do solo (Mulch). Ao utilizar o BRF desta forma, ele servirá como uma barreira mecânica reduzindo a incidência dos raios solares no solo, contribuindo para uma redução da amplitude térmica do solo, aumento do teor de alguns nutrientes ao solo e retém mais umidade no solo (CARON; LEMIEUX, 1999).

Monteiro *et al.*, (2004) afirmam que a aplicação de madeira triturada no solo irá contribuir de forma positiva nas características físicas e químicas do solo. Nas características físicas cita-se solos bem desenvolvidos e bem drenados e nas características químicas cita-se uma maior quantidade de matéria orgânica e um teor elevado de nutrientes.

Um dos maiores benefícios trazidos pela técnica BRF ao solo é a melhora do processo microbiológico. Os benefícios encontrados a partir da humificação do BRF fazem com que haja uma recuperação do solo, melhorando os atributos físicos, químicos e biológicos (MARCANO, 1998).

Experimentos com BRF em trigo, aveia, batata e morangos no final dos anos setenta mostraram resultados espetaculares em maior disponibilidade de água, controle de pragas e doenças, bem como resistência à seca. Além disso, o BRF aumentou o teor matéria orgânica no solo, elevou os valores de pH e disponibilidade de nitrogênio. Após uma única aplicação de 200m³/ha, os efeitos benéficos da melhoria do solo podem ser claramente percebidos no período de 10 anos (CARON, 1994).

Com a aplicação de BRF incorporado ao solo foi possível verificar que a técnica aumentou a quantidade de carbono no solo, aumentou a retenção de água no solo e restabeleceu o teor de húmus em solos degradados (TREMBLAY; BEAUCHAMP, 1998).

Segundo Marcano (1998), um grupo de estudo sobre BRF da Universidade de Laval no Canadá, estudando os efeitos do BRF no solo concluíram que o BRF melhorou a conservação de água no solo, aumentou o pH entre 0,4 – 1,2, aumento da produção de 30% a 300%, aumento da resistência a seca e ao congelamento, sistemas radiculares mais desenvolvidos, menor teor de ervas daninhas, redução no ataque de pragas e melhoria no teor de alguns nutrientes.

A utilização do BRF baseia-se na degradação da lignina por fungos, tais como: *Basidiomycetes*, *Ascomycetes* cujo micélio coloniza rapidamente fragmentos de madeira e extrair o suficiente para fazer açúcar, enzimas, polifenóis e etc, propiciando o desenvolvimento da microfauna e microflora e conseqüentemente beneficiando inúmeras plantas posteriormente cultivadas no local de aplicação do BRF. (STAMAND; LAUZON, 1995). Além disso, a aplicação do BRF irá diminuir a amplitude térmica e conservar melhor a umidade no solo,

reduzindo a erosão hídrica, pois ela dissipa a energia cinética das gotas da chuva exatamente à superfície do solo.

3.4 Botânica e produtividade da cajucultura

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma planta tropical, originária do Brasil, dispersa em quase todo o seu território com arquitetura de copa tortuosa e de diferentes portes. Os tipos de cajueiro mais comuns é o cajueiro comum que pode atingir 12 metros de altura (Figura 3) e o cajueiro anão que possui uma altura média de 4 metros (Figura 4) (EMBRAPA, 2003).

Figura 3 – Cajueiro comum



Fonte: poderdasfrutas.com (2017).

Figura 4 – Cajueiro Anão-precoce



Fonte: safarigarden.com.br (2017).

O sistema radicular é formado por uma raiz bem desenvolvida, que pode ir além de 10 m de profundidade, e uma malha lateral que se localiza de 15 cm a 32 cm de profundidade. Este sistema de raízes laterais é importante para a planta, em razão de 82 % das raízes efetivas na absorção de nutrientes encontrarem-se até a 30 cm de profundidade. Em plantas jovens, a planta segue um modelo de dois para um na relação raízes laterais/envergadura, ou seja, o sistema lateral atinge duas vezes a projeção da copa. Já em plantas adultas do tipo comum, as raízes laterais chegam a 20 m do tronco. Essas informações são importantes para um adequado manejo do pomar (EMBRAPA, 2006).

Existem várias hipóteses que tentam explicar e confirmar a origem de *A. occidentale*, entretanto, nenhuma delas foi totalmente comprovada. Diversas evidências indicam que a origem da espécie ocorreu mais provavelmente na região norte da América do Sul e parte da América Central, com maior destaque para o Brasil (BARROS; CRISÓSTOMO, 1995).

Nas últimas duas décadas o desenvolvimento consistente de melhorias genéticas e técnicas de manejo adequadas para o cajueiro tem permitido moldar a estatura da planta para a colheita, regular o tamanho e a cor da amêndoa e do pseudofruto, acelerar o início da produção e aumentar a produtividade dos pomares. O potencial de ganhos para os produtores que utilizam clones do cajueiro anão precoce que incorpora todos esses avanços tecnológicos, é muito

elevado em comparação com as plantas originais, frondosas, cultivadas de forma semi-extrativista (PAULA PESSOA, 2003).

Mesmo com as novas tecnologias, o cultivo ainda requer consideráveis imobilizações iniciais, apresenta longo período de maturação para o investimento e é sensível ao preço da castanha (FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

As principais pragas encontradas nos cajueiros são: pulgão, broca-das-pontas, tripes, percevejo-do-fruto, cigarrinha-da-inflorescência, mosca-branca, díptero-das-galhas, larva-do-broto-terminal, traça-das-castanhas. Um grande desafio do produtor é ter que decidir dentre as várias opções de controle das pragas de uma cultura, aquela mais adequada e quando aplicá-la racionalmente. A identificação correta da praga e sua bioecologia, associada à época de ocorrência e a fase de desenvolvimento da planta são informações indispensáveis à determinação do nível de controle e da consequente medida a ser adotada. O monitoramento populacional e a aferição dos danos causados são práticas fundamentais para uma correta tomada de decisão, em um sistema de manejo de pragas, integrante de um Programa de Produção Integrada de Frutas (MESQUITA *et al.*, 2002).

O cultivo de caju e a extração e processamento de castanha representa uma atividade tradicional no Nordeste brasileiro, havendo registro dessa atividade há mais de 50 anos. A extração e o processamento de castanha de caju são atividades que geram muitos empregos, tanto na propriedade rural quanto nas agroindústrias. A geração de renda e divisas também é importante, tendo em vista a demanda dos mercados internacionais pelos diversos tipos de castanha (GUANZIROLI, 2009).

Atualmente, o setor da cajucultura é responsável por cerca de 52 mil toneladas de castanha de caju, sendo 50 % de todo o resultado nacional esperado. O setor da cajucultura cresceu aproximadamente 113% em relação a 2014. O Ceará é o responsável pela maior fatia da produção do Nordeste, possuindo cerca de 403 mil hectares de área plantada (IBGE, 2016). Abaixo, segue a Tabela 1 mostrando uma média da produção de castanha-de-caju no ano de 20015.

Tabela 1 - Produção, área plantada, área colhida e rendimento médio da castanha-de-caju

Castanha-de-caju	Produção (T)	Área Planada (Ha)	Área Colhida (Ha)	Rendimento Médio (Kg/ha)
Brasil	104.650	638.359	586.022	179
Nordeste	102.768	634.301	582.375	176
Ceará	52.118	402.215	374.429	139

Fonte: IBGE (2016).

O cajueiro-comum é o mais encontrado nas regiões produtoras, pois é a planta que foi propagada via semente desde a sua descoberta, além de ser a primeira explorada comercialmente. Já o cajueiro-anão-precoce é oriundo de seleções fenotípicas realizadas a partir da década de 1960, sendo disponibilizado aos produtores na década de 1980 (SERRANO; OLIVEIRA, 2013).

As maiores áreas plantadas são encontradas no Brasil, na Índia, no Vietnã e na Nigéria (PARREIRAS, 2007). Por outro lado, o consumo deste produto ocorre em países de elevada renda, dos quais, Estados Unidos (maior importador e consumidor mundial), e alguns países europeus, são os principais consumidores (ANDRADE NETO, 2006).

Hoje a tecnologia agrícola disponível no agronegócio do caju é das mais avançadas, considerando as conquistas no desenvolvimento de clones superiores de cajueiros, a disponibilidade de tecnologias de produção como a substituição de copa, o controle integrado de pragas e doenças, e os avanços nas técnicas de rastreabilidade e pós-colheita, entre outras. Estima-se que sejam recuperados cerca de 15.000 ha por meio da substituição de copa, o que representará um volume de lenha de cerca de 1,2 milhões de esteres de lenha, considerando a intervenção em 600 mil pés de cajueiros, sem levar em conta a lenha oriunda das podas anuais de manutenção dos pomares (MONTENEGRO *et al.*, 2013).

Um grande problema proveniente do corte dos cajueiros adultos e das podas é destino da madeira. A madeira proveniente da poda é destinada para padarias, olarias, cerâmicas, porém, muitas vezes a queima da madeira é realizada a céu aberto no próprio pomar (MONTENEGRO *et al.*, 2013).

3.5 Poda de cajueiros

A poda compreende um conjunto de operações que se efetuam na planta e que consistem no corte parcial do sistema vegetativo lenhoso (sarmentos, cordões e, excepcionalmente, tronco) ou herbáceo (brotos, inflorescências, cachos, bagas, folhas, gavinhas) podendo variar de acordo com a espécie, finalidade e a idade da planta (EMBRAPA, 2003). A seguir encontra-se a Figura 5 mostrando a operação da poda.

Figura 5 – Poda de árvore



Fonte: herramientas-bricolaje.com (2017).

Para Souza (1986), a importância da poda é função do regime de exploração frutícola: ela é tanto mais necessária quanto mais intensiva for à exploração. Para que a poda produza os resultados esperados é importante que seja executada considerando-se a fisiologia e a biologia da planta e seja aplicada com moderação e oportunidade.

A poda tem como objetivo alterar a forma natural da planta: modificar a arquitetura da planta a fim de torná-la de menor porte, proporcionando melhor iluminação e arejamento no interior da copa; regularizar a produção: obter produções regulares anualmente, com frutos de boa qualidade; Manter a forma, a sanidade e o vigor da planta: é realizada principalmente após a colheita em plantas adultas para controlar seu vigor e sanidade (SCARPARE FILHO *et al.*, 2011).

Há três tipos de poda para o cajueiro: formação, manutenção e limpeza. A Poda de formação tem por finalidade dar a forma adequada à planta, de acordo com o sistema de sustentação adotado. A poda de manutenção, também chamada de poda de produção, tem por objetivo preparar a frutífera para a produção da próxima safra. Deve ser feita através da eliminação de galhos mal localizados ou fracos e de ladrões, a fim de que permaneçam na planta somente os galhos desejados. Já a poda de limpeza deve ser efetuada normalmente após a colheita, período de baixa atividade fisiológica da planta, para eliminar os ramos secos, caídos, praguejados, quebrados, mal localizados ou inconvenientes. (EMBRAPA, 2003).

3.6 Destino da Poda

Uma alternativa que os produtores utilizam para a madeira proveniente das podas é a venda da mesma para padarias, olarias, fábricas de cerâmicas, para que a madeira sirva como lenha. Essa madeira é vendida por um preço baixo e não traz grande lucro para o produtor.

Outra alternativa que os produtores utilizam é a queima da poda a céu aberto. Alguns produtores que acabam não vendendo a madeira proveniente da poda queimam a mesma, trazendo prejuízos econômicos e ambientais.

Quando se fala de poda urbana, atualmente, os governos municipais de acordo com a Constituição Federal Brasileira, Artigo 30, incisos I e V têm a responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos de origem nos domicílios domésticos, comerciais e industriais de pequeno porte, além dos resíduos coletados nos espaços públicos, o chamado lixo público (BRASIL, 1988).

De acordo com um levantamento realizado pelo Cenbio (2007), em uma pesquisa realizada no ano de 2006, de uma amostra de 16 municípios atendidos pelas principais concessionárias de energia elétrica do país, aproximadamente, 70% descartava os resíduos de poda em lixões ou aterros sanitários.

Em uma pesquisa realizada no estado de Santa Catarina, foi observado que os resíduos de poda mostram-se um problema, pois por longo tempo foram depositados em lixões e aterros sanitários, gerando gás metano, afetando a qualidade do ar e produzindo lixo prejudicando a qualidade da água. Por estes motivos a destinação dada aos resíduos de poda se mostra não sustentável, pois impossibilita a utilização do teor de matéria orgânica que pode retornar ao solo na forma de composto (COMCAP, 2010).

No Rio Grande do Sul, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Trânsito e Urbanismo de Canela (2016) encontrou um grande problema com os resíduos de podas, foi detectado que os resíduos de poda estavam sendo deixados irregularmente em beira de estradas e terrenos desocupados, causando transtornos à população.

Segundo Rocha *et al.*, (2015), a Prefeitura Municipal de São Paulo estima recolher de 3,5 a 4 mil toneladas de resíduos da poda de árvores por mês. O volume anual pode chegar a 50 mil toneladas (galhos e troncos). Falta uma metodologia mais adequada para gerir esses resíduos, atualmente: a maior parte vai para lixões ou aterros sanitários, formas não sustentáveis de destinação, que inviabilizam o retorno da matéria orgânica ao solo.

Segundo Tauk (1991), esses resíduos, misturados a resíduos sólidos com substâncias perigosas e mais matéria biodegradável, podem interagir química e biologicamente

causando impactos na qualidade do ar, do solo e da água.

Deste modo, surge a necessidade de um destino seguro para o material da poda, onde esse destino possa fornecer ao produtor um benefício econômico e ambiental. A técnica do BRF pode se demonstrar eficiente para o aproveitamento da poda.

3.7 Máquinas de tritarar poda

Existe no mercado diversos tipos de máquinas de tritarar madeira. Essas máquinas podem ser divididas em diversas categorias, como por exemplo diâmetro da madeira triturada, forma de acionamento (elétrica ou acoplada a um trator), máquinas de grande porte ou pequeno porte, dentre outras características. Ao procurar um triturador de Madeira é necessário que se escolha um triturador que atenda suas necessidades e que trabalhe com uma produtividade esperada. Abaixo encontram-se exemplos de máquinas de tritarar madeira.

Os trituradores são destinados para picar podas de árvores, restos de plantas, plantas de vasos, galhos, brotos, folhas, casca de árvores, videiras, folhas de tubérculos, flores, resíduos da cozinha, etc (TRAPP, 2017).

A seguir, encontra-se a Figura 6 mostrando uma máquina de tritarar madeira. Esta máquina pode ser movida a gasolina ou pode ser elétrica, possuindo um diâmetro triturável de até 8 cm (3 polegadas), o triturador possui conjunto de rodas que garante excelente mobilidade ao equipamento, o funil de alimentação lateral é articulável e pode ser recolhido junto à máquina, facilitando seu transporte, possui uma potência de 10 cv – Trifásico (quando for elétrico) e 13,5 hp (quando for a gasolina). Possui duas facas e sua rotação do disco é de 2.500 rpm. Sua produção é em média de 4 a 6 m³/h.

Figura 6 – Máquina de tritarar madeira a gasolina e/ou elétrica



Fonte: TRAPP (2017).

Além deste tipo de triturador, pode-se encontrar no mercado trituradores de pequeno porte, no qual o diâmetro a se triturar é menor. Abaixo visualiza-se a Figura 7 com um triturador de galhos de pequeno porte. Esse triturador pode triturar galhos de até 2,54 cm ou 1 polegada, equipado com facas fixadas direto ao eixo do motor, funil removível com trava de segurança, possui uma potência de 6 hp, funciona a gasolina e a uma rotação de 3400 rpm. Sua produção para Madeiras é de 0,64 m³/h e para arbustos é de 0,54 m³/h (TRAPP, 2017).

Figura 7 – Máquina de triturar madeira e arbustos a gasolina (pequeno porte)



Fonte: TRAPP (2017).

Os trituradores de grande porte geralmente são acoplados em tratores e possuem uma potência maior. Na Figura 8 é possível visualizar um triturador de madeira de grande porte. Este triturador é dotado de 1 funil de alimentação e bica de saída que pode ser direcionada para uma carreta, cesto ou tambor, possui um diâmetro máximo de corte de 10 cm, Rotação da TDP de 540 rpm, Rotação do disco de 1600 rpm, 4 facas e possui uma produção de 3 m³/h (triturando o diâmetro máximo) (TRAPP, 2017).

Figura 8 – Máquina de triturar madeira acoplada na TDP do trator



Fonte: TRAPP (2017)

Na Figura 9 é possível verificar um triturador de galhos dotado de 2 funis de alimentação, sendo o superior para galhos de diâmetro de até 3 cm e resíduos em geral e o lateral para madeiras de até 10 cm, possui uma bica de saída que pode ser direcionada para carreta, cesto ou tambor, é equipado com 4 rodas para facilitar o transporte, possui uma potência de 16 hp, rotação na TDP de 540 rpm, uma produção de 5 a 6 m³/h, com 34 martelos móveis, 2 facas e acionamento na TDP do trator.

Figura 9– Máquina de triturar madeira acoplada na TDP do trator com 2 funis de alimentação



Fonte: TRAPP (2017).

Na Figura 10 é possível visualizar um sistema de trituração automatizado, onde o mesmo consiste em um sistema completo de tratamento de resíduos industriais e/ou urbanos que visa o processamento com granulometria específica de materiais de naturezas diversas, tais como: madeiras, sacarias, borras, pneus, bombonas plásticas, caixas plásticas, etc. (TECSCAN, 2017).

Este sistema é composto de uma correia transportadora de alimentação para triturador primário, uma correia transportadora intermediária munida de separador magnético e detector de metais que conduz o resíduo após triagem para o granulador com peneira classificadora que

através de uma correia transportadora descarrega o resíduo na granulometria especificada. O processo de trituração da madeira ocorre de forma rápida e eficiente (TECSCAN, 2017).

Este sistema oferece uma solução técnica e eficiente de automação e controle com supervisão remota de todo o sistema. Com esta inovação, há a possibilidade de programação de velocidade das correias transportadoras e do triturador principal e dessa forma o resultado da trituração é otimizado, aumentando a produção para uma diversa gama de resíduos (TECSCAN, 2017).

Figura 10 - Sistema de trituração automatizado



Fonte: TECSCAN (2017).

3.8 Umidade do solo

A umidade do solo é um dos elementos mais relevantes no controle dos processos hidrológicos, visto que exerce influência na geração do escoamento superficial, na evaporação

do solo, na transpiração das plantas e em uma série de interações geográficas e pedogênicas (ÁVILA *et al.*, 2010).

O alto custo da aplicação da água e os prejuízos que podem ocorrer devido a aplicações inadequadas nos obrigam a fazer com que a água proveniente dos cursos d'água, reservatórios, lagos ou poços, sejam usadas com técnicas recomendadas para situações e condições locais diversas (KLAR *et al.*, 1996).

Para verificação da efetividade das irrigações no campo é necessário o acompanhamento do nível de umidade do solo na zona de maior atividade das raízes. Com as medidas de umidade do solo, tanto superficiais quanto em profundidade, é possível identificar se o solo está suficientemente seco para o reinício das irrigações ou suficientemente úmido para interromper sua aplicação (AZEVEDO; SILVA, 1999).

A determinação da umidade em amostras de solo é importante para trabalhos de irrigação. A possibilidade de se fazer esta determinação no campo é de grande interesse quando alia um aceitável grau de precisão à facilidade e rapidez na determinação (KLAR *et al.*, 1996). Para Libardi (2005), a umidade do solo é um índice básico para quantificar a água no solo e, tradicionalmente, tem sido expressa à base de massa e à base de volume.

A umidade no solo constitui-se numa das variáveis mais importantes nos processos de troca entre o solo e a atmosfera, bem como para estudos de infiltração, de drenagem, de condutividade hidráulica e de irrigação, entre outros. Além disso, é uma variável indispensável para o entendimento de muitos processos hidrológicos que estão envolvidos em uma grande variedade de processos naturais (geomorfológicos, climáticos, ecológicos, etc.) que atuam em diferentes escalas espacial e temporal (ENTIN *et al.*, 2000).

A umidade do solo varia com o tempo, aumentando com a chuva, ascensão capilar ou com a irrigação e diminuindo com a drenagem ou com a evapotranspiração (REICHARDT, 1987; ALLEN, 1988). As propriedades do solo, as práticas culturais, o manejo do solo, a quantidade e intensidade de aplicação de água e o estágio de desenvolvimento das culturas são fatores que afetam a umidade do solo (PALTINEANU; STARR, 1997).

O conhecimento do regime de umidade no solo se reveste de grande importância no fornecimento de informações destinadas à tomada de decisões, como manejo de irrigação, escolha da época de plantio, determinação do consumo de água pelas plantas, estudo dos processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera e planejamento dos sistemas de drenagem. Assim, a determinação da umidade do solo é essencial para estudos de movimento e disponibilidade de água no solo, erosão, manejo da irrigação, dentre outros processos (BERNARDO *et al.*, 2006).

Considerando a importância da umidade no solo, várias técnicas ou métodos foram propostos para a sua determinação, podendo esta ser feita direta ou indiretamente, utilizando-se diferentes instrumentos. A gravimetria é um método direto e é considerado o método padrão. Nele a massa de água presente numa dada amostra de solo é obtida por diferença entre o peso da amostra úmida e seca. Este método é adotado como padrão devido à sua simplicidade, praticidade e precisão, especialmente quando se usa balança digital com resolução próxima de centésimos de grama. Por outro lado, apresenta desvantagens por ser um método destrutivo e demorado, quando comparado aos métodos indiretos, dificultando a sua aplicação nos casos em que o conhecimento da umidade do solo é exigido com maior frequência (GILBERTO JÚNIOR, 2003).

Devido às dificuldades envolvidas na determinação direta da umidade do solo pelo método gravimétrico, geralmente utilizam-se métodos indiretos, em que a umidade é estimada a partir da medição de alguma propriedade do solo a ela relacionada (MIRANDA, 2007). Para Teixeira & Coelho (2004), os principais métodos indiretos baseiam-se em medidas como a tensão da água no solo, moderação de nêutrons, a resistência do solo a passagem de corrente elétrica e constante dielétrica do solo.

3.9 Temperatura do solo

A temperatura do solo é um fator variável no tempo e no espaço assumindo grande importância nos processos físicos do solo e nas trocas de energia com a atmosfera. A temperatura determina as taxas de evaporação e aeração do solo, assim como o tipo e a intensidade das reações químicas. Devido a isso, o conhecimento da dinâmica da temperatura do solo é fundamental para a agricultura, pois sua variação interfere na germinação, no crescimento radicular, na absorção de água e nutrientes pelas plantas e na atividade microbiana do solo (HILLEL, 1998).

A temperatura é considerada um fator importante que está diretamente relacionado ao sistema solo-planta-atmosfera, atuando em processos bioquímicos, participando no controle da atividade microbiana e nas reações químicas no interior do solo (KNIES, 2010).

A temperatura do solo é resultante da interação de fatores ambientais e do solo. Os principais fatores ambientais que influenciam a temperatura do solo são: radiação solar, insolação, radiação do céu, condução de calor pela atmosfera, condensação, evaporação, chuva e cobertura do solo pela vegetação. Os principais fatores do solo são: capacidade e condutividade térmica, atividade biológica, radiação do solo, estrutura, textura, umidade e sais

solúveis (KOHNKE, 1968).

Parte da radiação solar que atinge a superfície do solo é refletida e o restante é transmitido para as camadas inferiores por condução e convecção. O processo de transferência de energia por condução é predominante e ocorre pelo contato direto das partículas do solo. A convecção é menos expressiva e ocorre no interior da rede de poros existentes no solo (KAISER *et al.*, 2002).

Segundo Ometto (1981), com a aplicação de diferentes coberturas vegetais nos solo, haverá uma variação na absorção da quantidade de energia radiante na superfície do solo. Essa absorção limita-se aos primeiros milímetros de sua superfície, tornando-se, portanto, tanto mais energética quanto maior a energia absorvida. Da radiação líquida disponível à superfície do solo, uma parcela sofre o processo de condução molecular, transferindo parte daquela energia da superfície para camadas mais profundas.

Portanto, a resposta da temperatura aos diferentes sistemas de preparo é complexa e está associada às mudanças no coeficiente de reflexão, na quantidade de resíduos culturais deixados na superfície, e nas alterações nas propriedades térmicas do solo (Hay *et al.*, 1978).

A temperatura do solo pode ser afetada pelas mudanças das propriedades térmicas do solo, tais como capacidade de armazenar calor, condutividade térmica, umidade e variação destas propriedades com a profundidade do solo. A temperatura do solo também varia de acordo com a localização geográfica, cobertura vegetal e tipo de solo (OKE, 1978).

A temperatura do solo pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, afetar três funções importantes no solo: a biológica, a química e a física, podendo controlar o poder produtivo, o desenvolvimento e a distribuição de plantas no solo (FURLANI *et al.*, 2008).

Os resíduos vegetais possuem alta refletividade à radiação solar e baixa condutividade térmica, causando redução da evaporação, mantendo o solo mais úmido. Com isso ocorre redução nas oscilações de temperatura e umidade do solo (PEZZOPANE *et al.*, 1996).

A temperatura do solo é importante para a vida dos micro-organismos, absorção dos nutrientes pelas raízes e crescimento das plantas. Nas regiões de altas latitudes, por exemplo, a temperatura do solo é importante para a germinação da semente de feijoeiro (EMBRAPA, 2004).

Das características físicas que se alteram pela retirada da cobertura vegetal do solo, a temperatura se destaca atingindo suas amplitudes máximas quando se passa de um ambiente vegetado para uma situação de solo desnudo (CARNEIRO, 2014).

Em plantios que utilizam a cobertura do solo, a mesma funciona como proteção, reduzindo a amplitude de temperatura e, por consequência, diminuindo a evaporação. Em períodos de estiagem, isso representa economia de até 20 % de água, permitindo melhor germinação (PRIMAVESI, 1987).

A presença de resíduos vegetais na superfície do solo protege-o contra o aquecimento excessivo e a perda de água por evaporação, modificando vários processos físicos, químicos e biológicos, provocando modificações microclimáticas, pois além de alterar o balanço de radiação, devido à diferença no coeficiente de reflexão, modifica todos os outros componentes do balanço de energia na superfície (KNIES, 2010).

Em um solo descoberto, Marote *et al.*, (1990) observaram temperatura máxima de 38°C, a qual foi reduzida para 30°C quando utilizaram cobertura morta sobre a superfície. Gasparin *et al.*, (2005) observaram temperaturas superiores a 40°C a 20 cm de profundidade, com amplitude térmica de 20°C, no solo sem cobertura, enquanto que para o com cobertura de resíduos vegetais de aveia, a temperatura máxima foi inferior a 31°C, e a amplitude térmica diária foi reduzida para menos de 10°C.

3.10 Infiltração de água no solo

Infiltração é o nome dado ao processo pelo qual a água penetra no solo, através de sua superfície. A velocidade de infiltração é um fator muito importante, pois determina o tempo em que se deve manter a água na superfície do solo de modo a se aplicar a quantidade de água desejada (BERNARDO, 1995).

O conhecimento da capacidade de infiltração de água no solo e suas relações com as propriedades do solo são de fundamental importância para o eficiente manejo do solo e da água (REICHARDT; TIMM, 2004). Os solos, quando cultivados intensamente ao longo do tempo, podem tornar-se compactados e suscetíveis à perda de solo por erosão (LAL, 1984).

As principais características físicas do solo que afetam a taxa de infiltração são: textura, estrutura e declive e, além disso, as práticas culturais podem interferir no aumento ou no decréscimo da infiltração, dependendo do equipamento utilizado e da umidade do solo (WALKER, 1993). Várias propriedades do solo podem interferir no processo de infiltração, entre as quais se destacam a densidade do solo e a distribuição do tamanho dos poros (CHEN; WAGENET, 1992).

Segundo Reichert *et al.*, (2007) a textura do solo afeta o salpico de partículas provocado pelo impacto das gotas de chuva, contribuindo para uma redução da porosidade da

camada superficial do solo. Além do impacto da gota, Morin e Winkel (1996) citam a dispersão físico-química das argilas do solo como causa da formação do selamento superficial e, conseqüentemente, da redução da taxa de infiltração.

A importância de caracterizar a infiltração reside especialmente no fato desta influenciar no valor da vazão de entrada e tempo de irrigação (WALKER, 1993).

Segundo Carvalho e Silva (2006) um parâmetro importante para a infiltração de água no solo é a capacidade de infiltração, que é definida como a quantidade máxima de água que pode infiltrar no solo, em um dado intervalo de tempo, sendo expresso geralmente em mm.h^{-1} . A capacidade de infiltração só é atingida durante uma chuva se houver excesso de precipitação. Caso contrário, a taxa de infiltração da água do solo não é máxima, não se igualando à capacidade de infiltração.

Outro parâmetro importante na infiltração da água no solo é a taxa de infiltração, onde é definida como a lâmina de água (volume de água por unidade de área) que atravessa a superfície do solo, por unidade de tempo. A taxa de infiltração pode ser expressa em termos de altura de lâmina d'água ou volume d'água por unidade de tempo (mm.h^{-1}) (CARVALHO; SILVA, 2006).

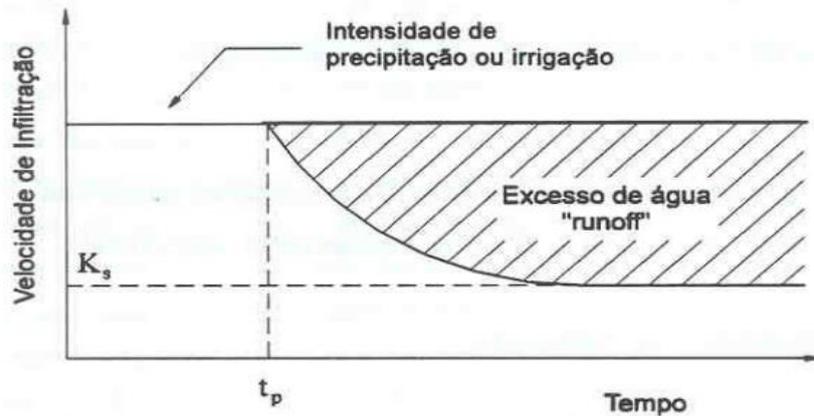
Segundo Bernardo (1989), sob chuva ou irrigação contínua, a velocidade de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante. Esse valor constante que a velocidade de infiltração atinge com o passar do tempo é conhecido por velocidade de infiltração básica (VIB).

Cuenca (1989) afirma que a quantificação da velocidade de infiltração da água no solo, em projetos de irrigação por aspersão, tem como objetivo estabelecer a taxa máxima de aplicação de água dos aspersores que serão instalados no campo, para que não ocorra perdas por escoamento superficial.

O estudo da água subterrânea realizada através da estimativa e da avaliação de atributos físicos do solo constitui o aspecto principal para definição dos problemas de drenagem. Dentre os principais atributos hidrodinâmicos do solo, destaca-se a condutividade hidráulica do solo saturado (K_o), que representa a capacidade do solo de transmitir água (CARVALHO; SILVA, 2006).

Quando uma precipitação atinge o solo com intensidade menor do que a capacidade de infiltração, toda a água penetra no solo, provocando progressiva diminuição na própria capacidade de infiltração. Persistindo a precipitação, a partir de um tempo, a taxa de infiltração iguala-se à capacidade de infiltração, passando a decrescer com o tempo e tendendo a um valor constante, após grandes períodos de tempo, caracterizado a condutividade hidráulica do solo saturado (K_o), como mostra a Figura 11 (CARVALHO; SILVA, 2006).

Figura 11 – Variação da velocidade de infiltração pelo tempo



Fonte: CARVALHO; SILVA (2006).

Uma das principais preocupações na avaliação da infiltração da água no solo é a escolha de um método adequado ao tipo de irrigação. A utilidade de cada método está relacionada à finalidade dos dados, à precisão desejada, à facilidade de manejo e ao custo operacional. (PEREIRA, 2007). Um método bastante utilizado para avaliar a infiltração da água no solo é o método do infiltrômetro de anéis concêntricos (CHRISTIANSEN *et al.*, 1966; WALKER; SKOGERBOE, 1987).

A escolha da metodologia depende do sistema de irrigação a ser utilizado e, segundo Bouwer (1986) o infiltrômetro de anéis concêntricos não deve ser utilizado em sistemas de irrigação por aspersão, sendo mais recomendado, neste caso, o infiltrômetro de aspersores. Coelho *et al.*, (1992), estudando a variabilidade espacial das equações de infiltração de água no solo pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos, concluíram que esta metodologia, apesar de sua praticidade e portabilidade, poderia comprometer a operação de um sistema de irrigação que viesse a ser dimensionado, levando-se em consideração a elevada velocidade de infiltração básica obtida em alguns ensaios.

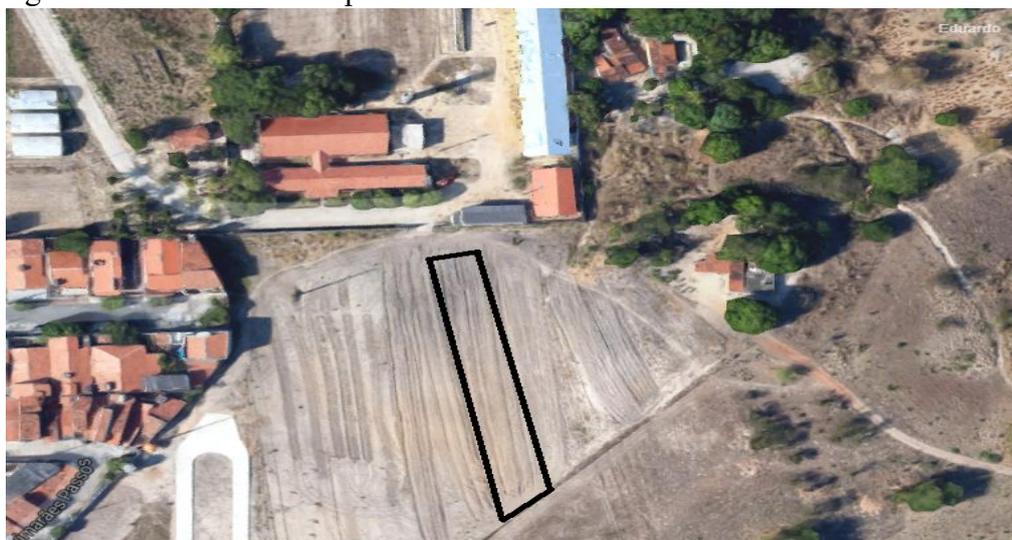
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Local do estudo

O trabalho foi conduzido na área experimental do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas – LIMA pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici (Figura 12). A área está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 3° 44'S, longitude 38° 34'W de Greenwich, com altitude de 23 metros e clima Aw, de acordo com a classificação de Köppen (1918). Durante o período desse estudo a temperatura máxima foi de 35°C e mínima de 22,2°C, segundo as informações da Unidade de Observação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará. Foi realizado uma subsolagem a 40 cm de profundidade a fim de descompactar camadas do solo e uma gradagem a fim de nivelar o solo com uma grade off-set.

Figura 12 - Área onde o experimento foi conduzido



Fonte: Google Maps® (2017).

O solo da área onde o experimento foi conduzido foi classificado como Argissolo Vermelho-amarelo seguindo a metodologia da Embrapa (2006). O solo foi classificado de acordo com sua classe textural como franco arenoso tendo os seguintes percentuais aproximados de suas partículas primárias: 82.90% areia, 10.60% argila e 6.40% de silte, (MACEDO *et al.*, 2016).

4.1.2 Galhos, triturador de galhos e trator utilizado

Os galhos utilizados como BRF foram galhos de cajueiro comum (*Anacardium occidentale*). Foram utilizados galhos provenientes de podas. Foi seguida a recomendação de Lemieux e Tétreault (1992), onde a poda foi realizada cortando os galhos com o diâmetro inferior a 7 centímetros.

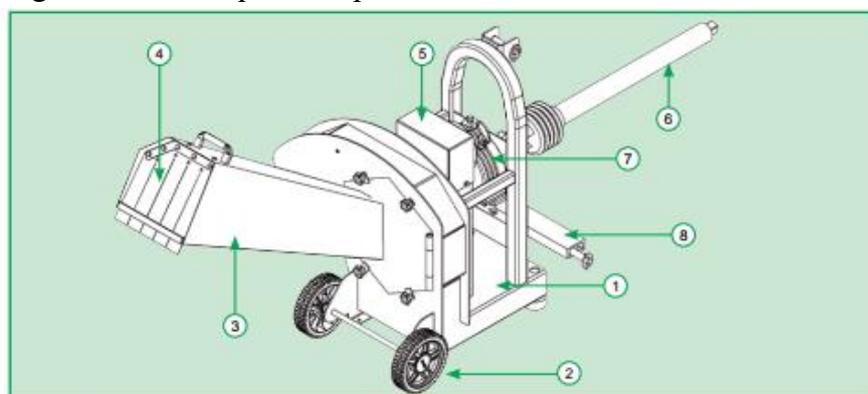
Para triturar os galhos provenientes da poda, foi utilizado o triturador da marca TRR 280 da empresa TRAPP (Figura 13). O triturador possui um funil de alimentação com cortina de proteção, para evitar o retorno de fragmentos, lâminas com têmpera total em aço altamente resistente, possui uma potência de 15 hp, rotação de 540 rpm na TDP, possui 8 martelos móveis e 2 facas, sua produção média é de 5 a 6 m³/h. Na figura 14 é possível ver os principais componentes do triturador. O triturador foi acoplado na TDP do trator.

Figura 13 – Triturador de galhos TRR 280



Fonte: TRRAP (2017).

Figura 14 – Principais componentes do triturador TRR 280



- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Corpo | 5. Proteção de correia |
| 2. Roda | 6. Cardan |
| 3. Funil de alimentação | 7. Caixa multiplicadora |
| 4. Cortina de proteção | 8. Suporte inferior do trator |

Fonte: TRRAP (2017).

O trator utilizado para acoplar o triturador foi um Valtra BM, modelo 120 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 88.26 kW (120 cv) (Figura 15).

Figura 15 - Trator Valtra BM, modelo 120 4x2 TDA utilizado no experimento



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2017)

4.1.3 *Umidade do solo*

Para a avaliação da umidade do solo foram utilizados anéis de ferro com o diâmetro de 4 cm e altura de 5 cm (Figura 16A), uma balança de precisão do fabricante Bel, cujo modelo é S4202 (Figura 16B) e uma estufa do fabricante Olidef cz (Figura 16C). Os anéis foram utilizados para recolher o solo nas profundidades determinadas, a balança foi utilizada para determinar a massa das amostras e a estufa para secar as amostras, retirando a umidade das mesmas.

Figura 16 – Anel de solo (A), Balança digital (B), Estufa (C)



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2017).

4.1.4 *Infiltração de água no solo*

Para avaliar a infiltração da água no solo foi utilizado o cilindro infiltrômetro (Figura 17). Para montar um cilindro infiltrômetro foram necessários dois cilindros de chapas com 30 e 20 cm de diâmetro, respectivamente, ambos com 20 cm de altura, régua graduada para medição do nível d'água no cilindro, plástico fino para impedir a infiltração quando a água foi introduzida no cilindro, martelo e uma prancha de madeira para introdução dos cilindros no solo.

Figura 17 - Cilindro infiltrômetro



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

4.1.5 *Temperatura do solo*

Para aferir a temperatura do solo foi utilizado um multímetro digital do fabricante Minipa de modelo ET-1400 (Figura 18A), um termopar do tipo K (Figura 18B), uma haste de ferro (Figura 18C), fita adesiva e martelo. A faixa de leitura do multímetro digital é de -40° a 150°C , o termopar possui um comprimento de 95 centímetros e a haste de ferro possui 1 metro.

Figura 18 – Multímetro digital (A), Termopar (B) e Haste de ferro (C) utilizados para aferir a temperatura no solo



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

4.2 Métodos

4.2.1 Aplicação do BRF no solo

Seguindo as recomendações Caron e Lemieux (1999) os galhos que foram triturados não excederam o diâmetro de 7 cm e foram aplicados nas quantidades de 200 m³/há e 150 m³/ha. O BRF foi aplicado de três formas: parcelas com 200 m³/ha de madeira incorporada no solo, 150 m³/ha de madeira incorporada no solo e 200 m³/ha de madeira sobre o solo. O BRF foi espalhado de forma manual e homogenia e foi utilizada uma grade do tipo off-set para incorporar o BRF a uma profundidade de 10 cm. O BRF foi aplicado ao solo em junho de 2016.

4.2.2 Avaliação da infiltração do solo

Cada parcela possuiu 2 cilindros infiltrômetro instalados. Foi seguida a metodologia de Pereira (2007), onde os cilindros foram instalados no solo até uma profundidade de 10 cm, por intermédio de golpes sucessivos com o martelo aplicados sobre a prancha de madeira apoiada sobre os cilindros, esses golpes foram aplicados de maneira que garantisse que sua penetração fosse a melhor possível, na vertical, com o propósito de promover um perfeito contato do solo com suas paredes.

O fundo do cilindro central foi coberto com o plástico fino e a água foi introduzida no cilindro interno e externo até uma determinada altura. Posteriormente o plástico foi retirado e imediatamente foi realizada a primeira leitura de lâmina infiltrada, utilizando a régua graduada. As leituras de nível d'água e o tempo em que se faz as referidas medições foram anotadas e repetidas em intervalos de tempo escolhidos arbitrariamente, porém os intervalos de tempo de medições no início foram pequenos, em função do processo de infiltração, e em seguida o tempo foi estendido ao longo da infiltração, seguindo as recomendações de Pereira (2007). Foram utilizados 2 cilindros infiltrômetro, sendo trabalhadas duas parcelas por dia e os dados foram coletados do dia 26/10/2016 ao dia 11/11/2016. Os dados foram avaliados por regressão pelo software Excel, seguindo a recomendações de Pereira (2007).

4.2.3 Avaliação da umidade do solo

A umidade foi verificada por meio da metodologia da Embrapa (1997). Por meio dos anéis coletores de solo foram recolhidas as amostras deformadas de solo de cada parcela: uma amostra a 20 cm de profundidade e outra amostra a 40 cm de profundidade. Em seguida foram pesadas e os valores anotados. As amostras foram levadas para a estufa a 105°C por 24 horas. As amostras foram retiradas e pesadas novamente para determinar a nova massa de cada parcela. Em seguida, foi utilizada a Equação 1 sugerida pela Embrapa (1997) para determinar a umidade gravimétrica:

$$\text{Umidade Gravimétrica} = \frac{(a-b)}{b} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

a = peso da amostra úmida (g);

b = peso da amostra seca (g)

4.2.4 Avaliação da temperatura do solo

Para a avaliação da temperatura do solo foi adaptada a metodologia de Tereso (1984), onde a temperatura foi avaliada nas profundidades de 10, 20 e 40 cm. Cada parcela foi avaliada nas 3 profundidades. Com o auxílio da fita adesiva, o termopar foi aderido na haste de ferro para que a mesma conduzisse o termopar até a profundidade determinada. A haste foi

demarcada nas alturas de 10, 20 e 40 cm. O termopar estava conectado ao multímetro digital que transmitia os dados. A haste foi introduzida ao solo a partir de golpes sucessivos do martelo até que a profundidade desejada fosse alcançada. A temperatura do solo foi aferida nos dias 20, 21, 22 e 23 de novembro de 2016. Foi seguida a metodologia de Bergamaschi e Guadagnin (1993), onde os horários da leitura da temperatura do solo foram: 09:00, 15:00 e 21:00 horas.

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

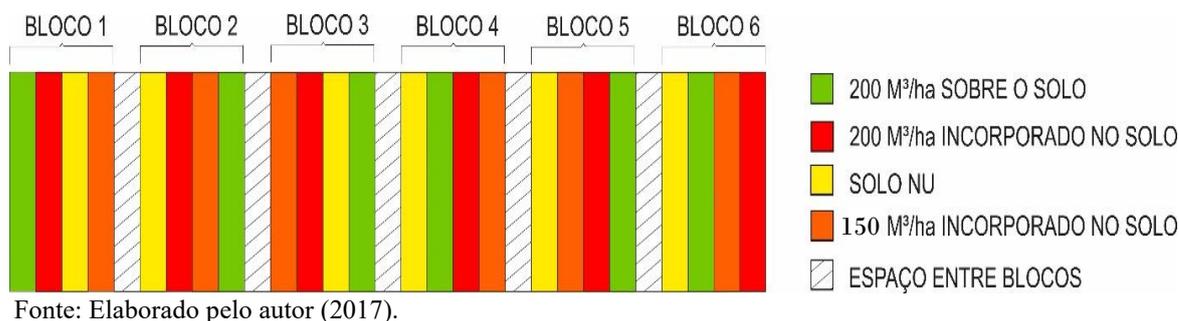
O delineamento experimental foi em blocos casualizados. O experimento possuiu 6 blocos e 4 tratamentos: 200 m³/ha de BRF incorporado ao solo a uma profundidade de 10 cm, 200 m³/ha de BRF sobre o solo em uma camada de 10 cm, 150 m³/ha de BRF incorporado a uma profundidade de 10 cm e solo nu. Cada tratamento possuiu 6 repetições, totalizando 24 parcelas (Figura 19). Abaixo, encontra-se a Tabela 2 demonstrando os tratamentos e os fatores que foram estudados.

Tabela 2 – Tratamentos e fatores a serem estudados

TRATAMENTOS
200 m ³ /ha de BRF sobre o solo
200 m ³ /ha de BRF incorporado ao solo
150 m ³ /ha de BRF incorporado ao solo
Solo nu
FATORES
Umidade
Infiltração de água no solo
Temperatura

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2017).

Figura 19 – Croqui experimental



As parcelas possuíam 2 metros de largura e 2 metros de comprimento, totalizando uma área de 4 m² por parcelas. Foi deixado 0,5 metros entre blocos. As parcelas de 200 m³/ha receberam a quantidade proporcional de 0,08 m³ de BRF e as parcelas de 150 m³/ha receberam a quantidade proporcional de 0,06 m³ de BRF. Para contabilizar o volume que foi aplicado nas parcelas foi utilizado uma caixa de plástico com 0,05 m³. Abaixo encontra-se a Figura 20 mostrando o modelo da caixa utilizada.

Figura 20 – Modelo da caixa utilizada para contabilizar o BRF



Fonte: caixasnet.com.br (2017).

4.4 Planejamento estatístico

O primeiro passo no planejamento estatístico foi à busca de dados para estimar o número mínimo de amostras que foi utilizada nos testes para que possivelmente haja normalidade dos dados ensaiados.

Abaixo, podemos visualizar a Equação 2, onde a mesma apresenta a maneira adequada para encontrar o erro médio padrão, ou seja, utilizando a média e o desvio padrão de

trabalhos já realizados em campo. Esta equação foi recomendada por Montgomery (2004).

$$d = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \quad (2)$$

Onde:

d é o erro médio padrão;

μ_1 é a média;

μ_2 é a média;

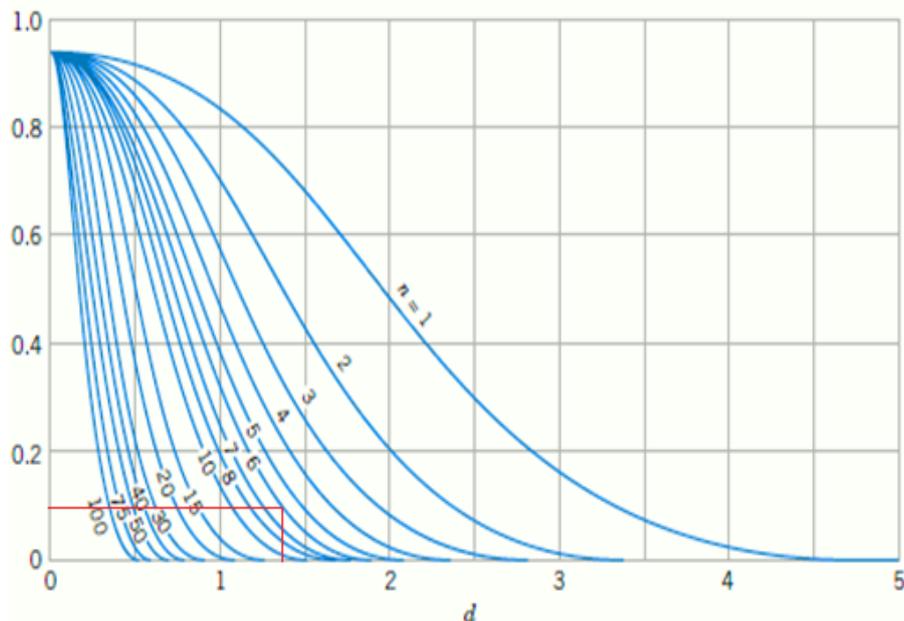
σ_1 é o desvio padrão;

σ_2 é o desvio padrão;

O erro médio padrão encontrado foi 1,32 e em seguida foi utilizado o gráfico de curvas características de operação, onde foi considerando o erro de 10%.

Verifica-se na Figura 21 que o eixo y representa o erro β de 10%, o eixo x representa o erro médio padrão e as linhas do gráfico representam o número de amostras que são necessárias para que possivelmente ocorra normalidade nos dados avaliados. O número mínimo de amostras encontrado foi de 6 amostras.

Figura 21 - Curvas características de operação para diferentes valores de n para o teste



Fonte: Montgomery (2004).

Foi utilizada a estatística descritiva para avaliar os seguintes parâmetros: média, desvio padrão, coeficiente de variância, simetria e curtose. Através do coeficiente de simetria e curtose foi determinada a normalidade dos dados e foi utilizada a análise de variância para médias que apresentaram distribuição normal. As médias foram comparadas pelo teste da Tukey a 5 % de significância. Os dados serão analisados através o Software Minitab – Versão 16.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Umidade do solo

A seguir, encontra-se a Tabela 3 com os dados da estatística descritiva básica dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo, referentes a umidade nas profundidades de 20 e 40 cm do solo.

Tabela 3 – Estatística descritiva básica dos dados de umidade nas profundidades de 20 e 40 cm

Variáveis	200 m ³ sobre o solo/ha		200 m ³ incorporado no solo/ha		Solo nu		150 m ³ incorporado no solo/ha	
	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm	20 cm	40 cm
Média	5,67	5,18	4,76	5,56	2,48	3,02	5,07	6,20
Desvio Padrão	1,345	0,359	0,445	1,015	0,2408	0,2310	0,448	0,913
CV (%)	23,71	6,93	9,34	18,25	9,70	7,64	8,84	14,73
Mínimo	4,24	4,58	4,15	4,61	2,20	2,70	4,44	5,30
Máximo	7,44	5,58	5,51	7,36	2,86	3,37	5,62	7,74
Simetria	0,40	-0,69	0,64	1,21	0,72	0,23	-0,03	1,04
Curtose	-1,94	0,72	1,81	1,81	-0,31	0,13	-1,12	0,49

Dados referentes a umidade gravimétrica em porcentagem (%).

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

As médias encontradas para os tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo foram muito próximas, mostrando uma pequena variação de 4,76% a 5,67% para a camada de 20 cm e uma variação de 5,18% a 6,20% para a camada de 40 cm. Para o tratamento solo nu, percebe-se um valor de umidade inferior aos dos outros tratamentos, com o valor de 2,48% na camada de 20 cm e 3,02% na camada de 40 cm. Isto pode ter ocorrido pelo fato do BRF ter reduzido a perda de água por evaporação e, além disso, o BRF pode ter conservado o teor de umidade do solo, tendo em vista que o material tem a capacidade de reter água em sua própria estrutura. Segundo Prasad e Power (1991) a redução da taxa de evaporação da água do solo é uma das maiores vantagens da permanência de material vegetal na superfície do solo. Oliveira e Souza (2003) corroboram afirmando que em suas análises, o teor de umidade nos tratamentos com cobertura mostrou-se superior, podendo ser explicado pelo fato de que os restos vegetais promovem uma retenção da água na sua estrutura. Resende *et al.*, (2005) avaliando diferentes tipos de cobertura morta, inclusive

raspas de madeira, também verificaram que os tratamentos que possuíam cobertura vegetal obtiveram um teor de umidade superior quando comparados ao solo sem cobertura vegetal.

O coeficiente de variação para o tratamento de 200 m³/ha sobre o solo foi de 23,71%, para 200 m³/ha incorporado no solo foi de 9,34%, para solo nu foi de 9,70% e para 150 m³/ha incorporado no solo foi de 8,84% para a profundidade de 20 cm. Para a profundidade de 40 cm os coeficientes de variação foram 6,93%, 18,25%, 7,64% e 14,73% para os respectivos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado. Gomes (1985) define que em ensaios agrícolas realizados no campo, se o coeficiente de variação for inferior a 10% considera-se o mesmo como baixo, ou seja, o experimento possui baixa dispersão dos dados, de 10% a 20% os CVs são considerados médios, significando em média dispersão dos dados, de 20% a 30% são julgados altos, implicando alta dispersão dos dados e acima de 30% são tidos como muito altos, indicando muito alta dispersão dos dados.

Utilizando a classificação de Gomes (1985) foi possível classificar como CV baixo, ou seja, de baixa dispersão dos dados, os valores de CV dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo coletado a uma profundidade de 40 cm, 200 m³/ha incorporado no solo coletado a uma profundidade de 20 cm, solo nu coletado a uma profundidade de 20 e 40 cm e 150 m³/ha incorporado no solo coletado a uma profundidade de 20 cm. Os tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo coletado a uma profundidade de 40 cm e 150 m³/ha incorporado no solo coletado a uma profundidade de 40 cm foram classificados como CVs médios, ou seja, de média dispersão dos dados. Já o CV de 200 m³/ha sobre o solo coletado a uma profundidade de 20 cm foi classificado como CV alto, ou seja, alta dispersão dos dados. A obtenção de diferentes valores de CVs entre tratamentos pode ser atribuída à variabilidade espacial das parcelas, a declividade do terreno ou o teor de material vegetal das parcelas. Garcia (1989) afirma que a classificação do coeficiente de variação tem sido extensivamente utilizada, porém as particularidades de cultura avaliada ou caráter estudado devem ser considerados.

Avaliando os índices de simetria e curtose de todos os tratamentos e das duas profundidades foi possível observar que os dados possuíam uma distribuição normal, pois conforme Oliveira (2010) se os coeficientes de simetria e curtose apresentarem valores dentro do intervalo de -3 e 3 considera-se que ocorreu normalidade nos dados avaliados. Para Cochran e Cox (1957), citado por Albiero (2010), o número de amostras irá influenciar diretamente na normalidade.

Mediante ao exposto a análise de variância é considerada eficiente para todos os tratamentos em ambas as profundidades. Na tabela 4 é possível observar a análise de variância

da umidade dos tratamentos a uma profundidade de 20 cm.

Tabela 4 – Análise de variância da umidade dos tratamentos a uma profundidade de 20 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	35,066	11,689	20,63	0,000
Erro	20	11,334	0,567		
Total	23	46,400			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar a Tabela 4, verifica-se que o valor P foi inferior a 0,05, isso demonstra que o houve diferença significativa entre médias de umidade a 5% de significância. Abaixo, encontra-se a Tabela 5 mostrando o teste de médias da umidade para a profundidade de 20 cm.

Tabela 5 – Teste de médias da umidade dos tratamentos na camada de 20 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
200 m ³ sobre o solo	6	5,67 ^A
150 m ³ incorporado no solo	6	5,07 ^A
200 m ³ incorporado no solo	6	4,76 ^A
Solo nu	6	2,48 ^B

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Verifica-se pela Tabela 5 que as médias de umidade na camada de 20 cm para o solo nu diferiram das demais e que não há diferença significativa entre as parcelas que receberam BRF. Isto pode ter ocorrido pelo fato do BRF reduzir a perda da água por evaporação e, além disso, o BRF é capaz de reter umidade em sua estrutura na camada mais superior do solo e tendo em vista que o solo nu não possui nenhum tipo de cobertura, o mesmo está susceptível a perder mais água quando comparado aos outros tratamentos com BRF. Baver *et al.*, (1973) afirmam que a cobertura vegetal dissipa, por reflexão, parte da energia solar incidente no solo, diminuindo as perdas de água por evaporação. Oliveira e Souza (2003) observaram em sua pesquisa que o material vegetal era capaz de reter umidade em sua estrutura e liberava a umidade ao solo gradativamente, deixando-o mais úmido na camada superficial. Gliessman (2001) indica que as coberturas mortas formadas por resíduos de lenta decomposição, contribuem para a conservação da umidade do solo, tendo efeito direto sobre a produtividade agrícola. Derpsch *et al.*, (1985) corroboram afirmando que em suas pesquisas realizadas em

campo foi possível observar que as perdas de água do solo durante o verão foram claramente reduzidas com a adição de material de cobertura no solo.

Na tabela 6 é possível observar a análise de variância da umidade dos tratamentos a uma profundidade de 40 cm.

Tabela 6 – Análise de variância da umidade dos tratamentos a uma profundidade de 40 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	34,232	11,411	22,30	0,000
Erro	20	10,235	0,512		
Total	23	44,467			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar a Tabela 6, verifica-se que o valor P foi inferior a 0,05, isso demonstra que o houve diferença significativa entre médias de umidade a 5% de significância. Abaixo, encontra-se a Tabela 7 com o teste de médias da umidade para a profundidade de 40 cm.

Tabela 7 – Teste de médias da umidade dos tratamentos na camada de 40 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	6,20 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	5,56 ^A
200 m ³ /ha sobre o solo	6	5,18 ^A
Solo nu	6	3,02 ^B

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Verifica-se que na Tabela 7 que na camada de 40 cm de profundidade o solo nu obteve novamente média estatisticamente diferente dos outros tratamentos e que também não houve diferença significativa entre tratamentos com BRF. Percebe-se mais uma vez que o teor de umidade no solo nu é menor que dos outros tratamentos. Segundo Muller (1991), a cobertura do solo tem sido utilizada em hortaliças com o intuito de reduzir a desagregação do solo, incidência de plantas daninhas, além de contribuir para manutenção da temperatura e umidade do solo em níveis adequados para o desenvolvimento das plantas. Segundo Resende *et al.*, (2005), a adição de cobertura morta no solo constitui-se uma prática muito vantajosa para o cultivo de verão da cenoura, melhorando as características hidrotérmicas, estimulando o desenvolvimento das plantas e aumentando a produtividade em relação ao solo descoberto.

Diante ao exposto, é possível observar que a umidade nos tratamentos com BRF não diferiram entre si em todas as profundidades e que a umidade do tratamento de solo nu foi menor em todos os tratamentos e em ambas as profundidades.

Percebe-se que a adição de BRF faz que o solo retenha mais umidade e haja uma redução na evaporação. Para o Nordeste isso é de extrema importância, pois os solos do Nordeste são caracterizados por possuem altas taxas de evaporação. Com isso, a adição do BRF pode auxiliar na eficiência do uso da água, já que a evaporação da água do solo irá reduzir e as plantas terão mais água disponível para utilizar em suas atividades biológicas.

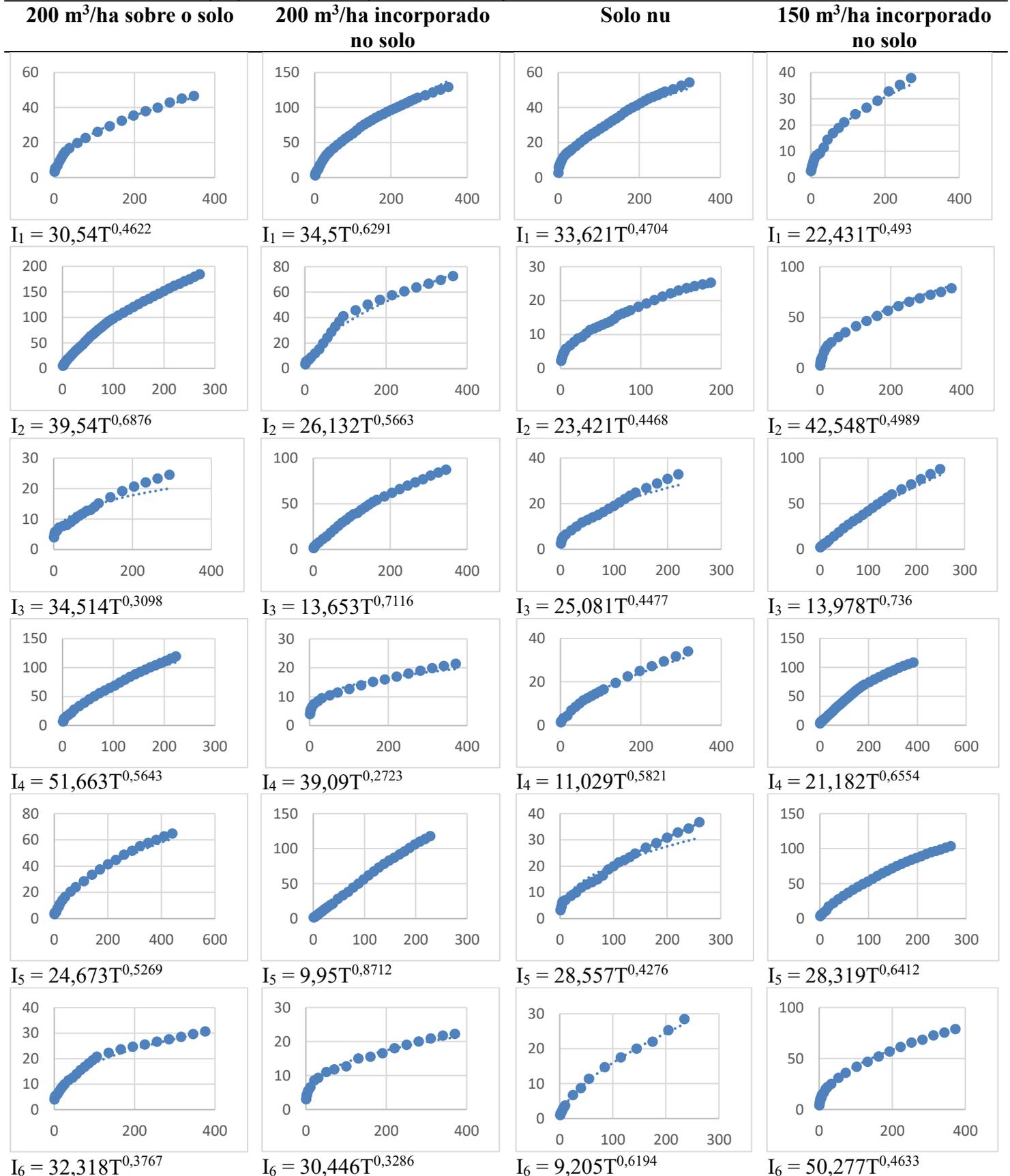
5.2 Infiltração de água no solo

Na Tabela 8 apresentam-se os gráficos e as equações de infiltração acumulada para os tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo. Esses dados foram obtidos através dos gráficos de regressão.

A partir das equações acumuladas, foi possível obter as equações de velocidade de infiltração. A velocidade de infiltração foi encontrada a partir da derivação da equação da infiltração acumulada. A tabela 9 apresenta as equações de velocidade de infiltração.

Nota-se que nas Tabelas 8 e 9 que estão a seguir, os valores das equações de infiltração acumulada, velocidade de infiltração e da velocidade de infiltração básica são bem diferentes entre parcelas e entre tratamentos. Este fato pode ser ocasionado devido a variabilidade espacial das parcelas em estudo, pois a infiltração de água no solo depende de muitos fatores relacionado ao solo e esses valores podem variar muito. Camacho *et al.*, (1997) entendem que a infiltração da água no solo é uma das características mais difíceis de se quantificar, por apresentar grande variabilidade espacial e temporal.

Tabela 8 – Gráficos e equações de infiltração acumulada para todos os tratamentos estudados



Valores de I_1 ao I_6 representam as respectivas repetições 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dos tratamentos estudados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 9 – Equações da velocidade de infiltração para todos os tratamentos estudados

200 m³/ha sobre o solo	200 m³/ha incorporado no solo	Solo nu	150 m³/ha incorporado no solo
$q_1 = 846,93T^{-0,5378}$	$q_1 = 638,65T^{-0,7277}$	$q_1 = 385,19T^{-0,4179}$	$q_1 = 663,50T^{-0,507}$
$q_2 = 1631,26T^{-0,3124}$	$q_2 = 887,91T^{-0,4337}$	$q_2 = 627,87T^{-0,5532}$	$q_2 = 832,96T^{-0,3588}$
$q_3 = 641,54T^{-0,6902}$	$q_3 = 582,92T^{-0,2884}$	$q_3 = 673,72T^{-0,5523}$	$q_3 = 617,26T^{-0,264}$
$q_4 = 1749,20T^{-0,4731}$	$q_4 = 1303,74T^{-0,3709}$	$q_4 = 948,91T^{-0,5296}$	$q_4 = 1273,63T^{-0,501}$
$q_5 = 780,01T^{-0,6233}$	$q_5 = 520,10T^{-0,1288}$	$q_5 = 732,65T^{-0,5724}$	$q_5 = 1089,48T^{-0,358}$
$q_6 = 730,45T^{-0,6233}$	$q_6 = 600,27T^{-0,6714}$	$q_6 = 342,09T^{-0,3806}$	$q_6 = 1397,6T^{-0,5367}$

Valores de q_1 ao q_6 representam as respectivas repetições 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dos tratamentos estudados.
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Utilizando as equações da velocidade de infiltração da Tabela 9 foi possível obter os dados da velocidade de infiltração básica – VIB. Foi determinado o tempo acumulado de 240 minutos, pois esse foi o tempo acumulado médio verificado em campo. Abaixo, apresenta-se a tabela 10 com os valores obtidos da VIB.

Tabela 10 – Valores referentes a VIB (mm/h) dos tratamentos estudados.

200 m³/ha sobre o solo	200 m³/ha incorporado no solo	Solo nu	150 m³/ha incorporado no solo
44,43985349	170,7547994	52,07980105	41,21731577
294,4054135	82,42763627	30,27868361	81,71843704
14,60179206	119,9947811	32,65070207	145,2440442
160,6138099	11,83545181	38,99372356	126,0096651
58,34766345	256,7562298	31,80303841	152,4764893
23,98864294	15,1452074	42,48521747	73,77743172

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir dos resultados da Tabela 10, foi possível realizar a estatística descritiva básica dos valores da VIB dos tratamentos. A seguir, encontra-se a Tabela 11 com os dados da

estatística descritiva básica dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo, referentes a velocidade de infiltração básica.

Tabela 11 – Estatística descritiva básica dos dados da velocidade de infiltração básica – VIB

Variáveis	200 m ³ /ha sobre o solo	200 m ³ /ha incorporado no solo	Solo nu	150 m ³ /ha incorporado no solo
Média	99,4	109,5	38,05	103,4
Desvio Padrão	109,0	94,6	8,32	44,5
CV (%)	109,61	86,38	21,86	43,00
Mínimo	14,6	11,8	30,28	41,2
Máximo	294,4	256,8	52,08	152,5
Simetria	1,48	0,58	1,03	-0,25
Curtose	1,48	-0,52	0,35	-1,76

Dados referentes a VIB em mm/h.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar as médias da Tabela 11, verifica-se que o tratamento solo nu possui uma média de velocidade de infiltração bem baixa quando comparado aos outros tratamentos. Isto pode acontecer pelo fato do BRF ter a possibilidade mudar as propriedades físicas do solo, melhorando a infiltração de água no solo e conseqüentemente a VIB. Vieira (1984) afirma que disponibilidade da água no solo está diretamente relacionada a umidade do solo, a temperatura e a cobertura superficial do solo. Llanillo *et al.*, (2006) afirmam que a dinâmica da água no solo é dependente de suas características intrínsecas (textura, porosidade, profundidade do lençol freático, tipo de argilas, matéria orgânica), de fatores externos (cobertura do solo e densidade de plantas, precipitação, temperatura) e da relação solo-planta-atmosfera. Apesar do BRF está instalado a pouco tempo nas parcelas estudadas, percebe-se uma diferença na velocidade de infiltração básica dos tratamentos estudados.

Verifica-se que o desvio padrão e o CV possuem uma grande diferença entre os tratamentos com BRF e o solo nu. Utilizado a classificação de Gomes (1985), o CV do solo nu foi inferior a 10%, sendo classificado como baixo, ou seja, as parcelas possuíram baixa dispersão dos dados. Já os tratamentos 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo tiveram o CV classificado como muito alto, ou seja, as parcelas possuíram dispersão dos dados muito alta. Esses diferentes valores de desvio padrão e coeficiente de variação podem ser ocasionados pela variabilidade espacial das parcelas e pela uniformidade do BRF no solo, pois o vento pode ajudar na dispersão do BRF dentro da parcela.

De acordo com Lima (1992) a infiltração de água no solo pode ser muito variável, pois a mesma está diretamente ligada a diversos fatores, como: local da parcela, declividade do terreno, cobertura vegetal, textura do solo, porosidade, densidade, dentre outros.

Analisando os índices de simetria e curtose de todos os tratamentos estudados foi possível observar que os dados possuíram uma distribuição normal, pois conforme Oliveira (2010) se os coeficientes de simetria e curtose apresentarem valores dentro do intervalo de -3 e 3 considera-se que ocorreu normalidade nos dados avaliados.

Mediante ao exposto a análise de variância é considerada eficiente para todos os tratamentos em ambas as profundidades. Na tabela 12 é possível observar a análise de variância da velocidade de infiltração básica dos tratamentos.

Tabela 12 - Análise de variância da velocidade de infiltração básica dos tratamentos

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	19941	6647	1,16	0,349
Erro	20	114309	5715		
Total	23	134250			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar a Tabela 12, verifica-se que o valor P foi superior a 0,05, isso demonstra não houve diferença significativa entre médias de velocidade de infiltração básica a 5% de significância. Apesar do tratamento solo nu possuir uma média muito abaixo dos outros tratamentos, a análise de variância afirma que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. O resultado obtido pode ser atribuído a compactação do solo no qual o experimento foi realizado. A exposição do solo compactado à ação das gotas de chuva pode causar o selamento superficial do solo, este resultado é causado pelo impacto das gotas de chuva no solo, esse impacto acaba dispersando o solo e em seguida o solo acaba secando e endurecendo sua camada superficial, formando uma crosta superficial (REICHERT & CABEDA, 1992).

Segundo Moore e Larson (1980) o encrostamento, ou selamento superficial, é um processo causado principalmente pelo impacto das gotas de chuva na superfície do solo. A crosta superficial, embora sendo de pequena espessura, reduz significativamente a infiltração, aumentando o escoamento superficial. Reichert *et al.*, (2007) corroboram afirmando que quando o solo é compactado, sua resistência é aumentada e a porosidade total é reduzida. Com isso a aeração, a taxa de infiltração de água e a condutividade hidráulica do solo saturado são

reduzidas.

É possível verificar que a infiltração de água no solo é extremamente sensível as características do solo, principalmente a compactação. Embora a estatística não apresente diferenças entre médias, há a hipótese que o BRF tem efeito benéfico na infiltração de água no solo, pois segundo Marcano (1998) em estudos realizados pela Universidade de Quebec, no Canadá, observou que o BRF melhorou a infiltração de água no solo. O fato do BRF não ter alterado a infiltração de água no solo pode ser devido ao pouco tempo de pousio do material no solo.

5.3 Temperatura do solo

5.3.1 Temperatura do solo para às 09:00 horas da manhã

A seguir, encontra-se a Tabela 13 com os dados da estatística descritiva básica dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo, referentes as temperaturas às 09:00 horas da manhã nas profundidades de 10, 20 e 40 cm do solo.

Tabela 13 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm

Variáveis	200 m ³ /ha sobre o solo			200 m ³ /ha incorporado no solo			Solo nu			150 m ³ /ha incorporado no solo		
	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm
Média	28,6	27,8	27,7	29,5	28,6	28,5	30,6	30,6	30,3	29,4	28,3	28,2
Desvio Padrão	0,37	0,49	0,18	0,30	0,34	0,29	0,93	0,41	0,12	0,12	0,20	0,18
CV (%)	1,31	1,77	0,68	1,02	1,20	1,03	3,04	1,34	0,43	0,44	0,74	0,67
Mínimo	28	27,2	27,5	29,2	28,2	28	29	30,2	30,2	29,2	28,2	28
Máximo	29	28,2	28	30	29	28,5	31	31,2	30,5	29,5	28,7	28,5
Simetria	-1,27	-0,82	-0,31	0,08	0,00	-0,67	-1,39	0,81	0,97	-0,97	1,54	-0,31
Curtose	1,53	1,95	-0,10	-1,55	-2,30	-0,45	0,80	-1,03	-1,87	-1,87	1,43	-0,10

Dados referentes a temperatura em °C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Observando as medias da Tabela 13, verifica-se que o tratamento solo nu possuiu a maior temperatura em todos as profundidades quando comparado aos outros tratamentos. Além disso, é possível observar que as médias dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo e 200 m³/ha

incorporado obtiveram uma diferença entre médias em todas as profundidades, mostrando que mostrando que pode haver diferença na forma na qual se aplica o BRF. Percebe-se que as médias da temperatura nos tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo são bem próximas, mostrando que não há uma grande variação em todas as profundidades avaliadas.

O resultado dos tratamentos com BRF possuem uma menor temperatura quando comparados ao tratamento solo nu pode ser explicado pelo fato de que o BRF pode ser considerado um bom isolante térmico, já que a madeira dificulta a dissipação do calor por ter uma alta resistência térmica, outro fator que pode ser considerado é o fato do BRF ter aumentado a reflexão dos raios solares, fazendo com que a temperatura seja reduzida nos tratamentos que possuem BRF. Özkan e Gökbülak (2017) avaliando diferentes tipos de cobertura do solo, verificaram que diferentes tipos de cobertura influenciam na temperatura do solo e que alguns tipos de cobertura funcionam como isolantes térmicos, permitindo que a temperatura e sua variação sejam reduzidas. Amado *et al.*, (1990) afirmam que a cobertura vegetal pode ocasionar uma modificação no albedo, aumentando o coeficiente de reflexão de ondas curtas, e com isto, atenuando a elevação da temperatura.

Ao analisar os valores para desvio padrão é possível observar os valores não variaram muito em todos os tratamentos e em todas as profundidades. Utilizando a classificação de Gomes (1985), os coeficientes de variação foram inferiores a 10%, sendo classificados como baixo, ou seja, o experimento possuiu baixa dispersão dos dados.

Avaliando os índices de simetria e curtose e utilizando a metodologia de conforme Oliveira (2010) é possível verificar que os dados possuíram uma distribuição normal, pois os valores de simetria e curtose estão no intervalo de -3 a 3.

Mediante ao exposto a análise de variância é considerada eficiente para todos os tratamentos e em todas as profundidades. Na tabela 14, 15 e 16 é possível observar as análises de variância das temperaturas do solo dos tratamentos nas profundidades de 10, 20 e 40 cm, respectivamente.

Tabela 14 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 10 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	11,716	3,905	13,96	0,000
Erro	20	5,594	0,280		
Total	23	17,310			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 15 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 20 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	26,250	8,750	60,87	0,000
Erro	20	2,875	0,144		
Total	23	29,125			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 16 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 40 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	22,2995	7,4332	171,95	0,000
Erro	20	0,8646	0,0432		
Total	23	23,1641			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar o teste F nas Tabelas 14, 15 e 16 é possível verificar que houve diferença significativa entre médias de temperatura a 5% de significância para as camadas de 10, 20 e 40 cm de profundidade, pois o valor de P é inferior a 0,05. Abaixo, encontra-se a Tabela 17, 18 e 19 com os testes de médias da temperatura do solo para as profundidades de 10, 20 e 40 cm.

Tabela 17 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	30,62 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	29,58 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	29,41 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	28,66 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Tabela 18 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	30,62 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	28,62 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	28,37 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	27,87 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 19 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	30,33 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	28,45 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	28,29 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	27,79 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar as Tabelas 17, 18 e 19 é possível verificar que em todas as profundidades a temperatura do solo nu diferiu das médias dos outros tratamentos e foi a maior média de temperatura obtida. FURLANI *et al.*, (2008) corroboram com a afirmação, pois em suas pesquisas foi observado que nos primeiros 30 dias após a emergência das plantas o plantio sobre cobertura vegetal apresentou temperaturas menores quando comparado ao plantio convencional. Derpsch *et al.*, (1985) obtiveram resultados semelhantes, pois avaliando o manejo do solo com coberturas, eles verificaram que nas parcelas que não receberam cobertura vegetal a temperatura do solo foi mais elevada quando comparada as parcelas que receberam cobertura vegetal.

As médias para os tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo não diferiram entre si, mas obtiveram diferença em relação aos outros tratamentos. A média da temperatura do tratamento de 200 m³/ha sobre o solo diferiu de todas as outras médias, obtendo um valor de temperatura média inferior a todos os outros tratamentos.

Este resultado mostra que há uma diferença na forma de aplicação do BRF, verificando-se que no horário de 09:00 horas da manhã, a temperatura do tratamento 200 m³/ha sobre o solo foi mantida relativamente mais baixa, favorecendo regiões onde a temperatura do

solo é considerada alta. O fato do tratamento de 200 m³/ha sobre o solo ter obtido a menor média de temperatura pode ser explicado pelo fato do mesmo possuir uma maior densidade de material na superfície do solo, fazendo com que houvesse uma maior reflexão. Como os tratamentos de 200 e 150 m³/ha incorporado no solo foram incorporados a 10 cm de profundidade, a quantidade de BRF na superfície do solo foi menor, deixando a superfície das parcelas mais exposta aos raios solares, fazendo com que a temperatura fosse elevada. Gasparim *et al.*, (2005) corroboram afirmando que quanto maior a densidade da cobertura morta sobre o solo, menor é a temperatura no perfil do solo. A cobertura, além de refletir a radiação global, absorve parte da mesma, evitando dessa forma, maiores perdas de água por evapotranspiração e aumento da temperatura a níveis prejudiciais à germinação de sementes (BRAGAGNOLO; MEILNICZUK, 1990).

5.3.2 Temperatura do solo para às 15:00 horas da tarde

A seguir, encontra-se a Tabela 20 com os dados da estatística descritiva básica dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo, referentes as temperaturas às 15:00 horas da tarde nas profundidades de 10, 20 e 40 cm do solo.

Tabela 20 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm

Variáveis	200 m ³ /ha sobre o solo			200 m ³ /ha incorporado no solo			Solo nu			150 m ³ /ha incorporado no solo		
	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm
Média	31,8	30,8	30,6	32,3	31,3	31,2	33,5	32,6	32,6	32,3	31,4	31,1
Desvio Padrão	0,12	0,20	0,12	0,26	0,25	0,22	0,20	0,12	0,12	0,20	0,25	0,12
CV (%)	0,41	0,68	0,42	0,81	0,82	0,72	0,61	0,40	0,40	0,38	0,82	0,41
Mínimo	31,7	30,7	30,5	32	31	31	33,2	32	32,5	32,2	31,2	31
Máximo	32	31,2	30,7	32,7	31,5	31,5	33,7	32,7	32,7	32,5	31,7	31,2
Simetria	0,97	1,54	-0,97	0,00	-0,97	0,00	-0,86	-0,97	-0,97	0,87	0,97	-0,97
Curtose	-1,87	1,43	-1,87	-0,25	-1,88	-1,87	-0,30	-1,88	-1,88	-1,92	-1,88	-1,87

Dados referentes a temperatura em °C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao avaliar as médias das temperaturas de todos os tratamentos em todas as profundidades da Tabela 20 é possível observar que o tratamento solo nu possuiu maior temperatura em todas as profundidades. Esse resultado é semelhante ao resultado obtido nas médias da temperatura do solo às 09:00 horas da manhã. Segundo Gasparim *et al.*, (2005) corroboram afirmando que a cobertura morta sobre o solo reduz a temperatura no perfil do solo, em relação ao solo nu.

Ao analisar os tratamentos que receberam o BRF observa-se que os tratamentos 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo possuíram medias bem próximas quando as suas profundidades foram comparadas. Já o tratamento de 200 m³/ha sobre o solo obteve médias diferentes de todos os tratamentos, sendo verificada as menores medias de temperatura encontradas. Este resultado foi semelhante ao resultado encontrado para às 09:00 horas da manhã.

Ao analisar os valores para desvio padrão é possível observar os valores não variaram muito em todos os tratamentos e em todas as profundidades. Utilizando a metodologia de Gomes (1985) para classificar o coeficiente de variação, é possível classificar o CV como baixo, ou seja, o experimento possuiu baixa dispersão dos dados para todos os tratamentos e todas as profundidades.

Utilizando a metodologia de Oliveira (2010) para avaliar os índices de simetria e curtose para todos os tratamentos e todas as profundidades, é possível verificar que os dados possuíram uma distribuição normal, encontrando-se com valores dentro do intervalo de -3 a 3.

Mediante ao exposto a análise de variância é considerada eficiente para todos os tratamentos e em todas as profundidades. Na tabela 21, 22 e 23 é possível observar as análises de variância das temperaturas do solo dos tratamentos para 15:00 horas da tarde nas profundidades de 10, 20 e 40 cm, respectivamente.

Tabela 21 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 10 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	9,9258	3,3086	92,87	0,000
Erro	20	0,7125	0,0356		
Total	23	10,6383			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 22 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 20 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	10,5911	3,5304	72,89	0,000
Erro	20	0,9688	0,0484		
Total	23	11,5599			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 23 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos na camada de 40 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	13,2812	4,4271	177,08	0,000
Erro	20	0,5000	0,0250		
Total	23	13,7812			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar o teste F nas Tabelas 21, 22 e 23 é possível verificar que houve diferença significativa entre médias de temperatura a 5% de significância para as camadas de 10, 20 e 40 cm de profundidade, pois o valor de P é inferior a 0,05. Abaixo, encontra-se a Tabela 24, 25 e 26 com os testes de médias da temperatura do solo para as profundidades de 10, 20 e 40 cm.

Tabela 24 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	33,58 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	32,37 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	32,34 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	31,83 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 25 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	32,66 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,41 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,33 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	30,87 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 26 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	32,66 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,25 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,16 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	30,66 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Verifica-se nas Tabelas 24, 25 e 26 que o solo nu diferiu de todos os outros tratamentos, possuindo a maior média de temperatura, já os tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo não diferiram entre si, mas diferiram dos outros tratamentos e o tratamento de 200 m³/ha sobre o solo diferiu de todos os tratamentos, possuindo a menor média de temperatura. Estes resultados são para todas as profundidades estudadas. Nota-se que este resultado é igual ao resultado obtido para às 09:00 horas da manhã. Estudos realizados nos Estados Unidos indicam que a cobertura do solo reduziu a temperatura do solo em 2 °C enquanto, sendo um excelente resultado para as regiões mais quentes dos Estados Unidos (ZOBEL, 1992). Khedher e Ewing (1985) corroboram afirmando que a cobertura vegetal depositada na superfície protege o solo contra o aquecimento excessivo e a perda de água. Assim como o estresse hídrico, o estresse térmico pode diminuir os fotoassimilados disponíveis ao desenvolvimento da planta.

5.3.3 Temperatura do solo para às 21:00 horas da noite

Abaixo encontra-se a Tabela 27 com os dados da estatística descritiva básica dos tratamentos de 200 m³/ha sobre o solo, 200 m³/ha incorporado no solo, solo nu e 150 m³/ha incorporado no solo, referentes as temperaturas às 21:00 horas da tarde nas profundidades de 10, 20 e 40 cm do solo.

Tabela 27 – Estatística descritiva básica dos dados de temperaturas nas profundidades de 10, 20 e 40 cm

Variáveis	200 m ³ /ha sobre o solo			200 m ³ /ha incorporado no solo			Solo nu			150 m ³ /ha incorporado no solo		
	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm	10cm	20cm	40cm
Média	29,1	30,3	30,5	29,6	30,6	31	30,1	32,1	32,3	29,6	30,6	31
Desvio Padrão	0,1	0,12	0,12	0,08	0,12	0,36	0,05	0,13	0,12	0,06	0,12	0,12
CV (%)	0,89	0,41	0,42	0,71	0,42	0,19	0,41	0,43	0,38	0,54	0,43	0,42
Mínimo	29	30,2	30,5	29,5	30,5	30,5	30	32	32,2	29	30,2	30,5
Máximo	29,5	30,5	30,7	30	30,7	31,5	30,25	32,3	32,5	29,5	30,5	30,7
Simetria	0,97	0,30	0,97	1,54	-0,97	-0,42	-0,87	-0,88	0,87	0,00	0,97	0,97
Curtose	-1,88	-2,65	-1,87	1,43	-1,88	-0,86	-1,92	-1,84	-1,92	2,50	-1,87	-1,87

Dados referentes a temperatura em °C.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar a Tabela 27, é possível observar que o tratamento solo nu possuiu a média de temperatura mais alta em todas as profundidades. Os tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo obtiveram médias de temperatura quase idênticas e o tratamento de 200 m³/ha sobre o solo obteve média de temperatura inferior a todos os tratamentos. Percebe-se que não houve diferença nos resultados obtidos para as 09:00, 15:00 e 21:00 horas, é possível verificar que as temperaturas nos diferentes horários mudam, mas as respostas dos tratamentos são as mesmas.

Verifica-se que os valores do desvio padrão não variaram muito em todos os tratamentos e em todas as profundidades. Utilizando a metodologia de Gomes (1985) para classificar o coeficiente de variação, é possível classificar o CV como baixo, ou seja, o experimento possuiu baixa dispersão dos dados para todos os tratamentos e todas as profundidades.

Verifica-se que os dados de simetria e curtose estão nos intervalos de -3 a 3 em todos os tratamentos e todas as profundidades. Utilizando a metodologia de Oliveira (2010) é possível verificar que os dados possuíram uma distribuição normal. Mediante ao exposto a análise de variância é considerada eficiente para todos os tratamentos e em todas as profundidades. Na tabela 28, 29 e 30 é possível observar as análises de variância das temperaturas do solo dos tratamentos para 21:00 horas da noite nas profundidades de 10, 20 e 40 cm, respectivamente.

Tabela 28 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos a uma profundidade de 10 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	3,6758	1,2253	32,49	0,000
Erro	20	0,7542	0,0377		
Total	23	4,4300			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 29 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos a uma profundidade de 20 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	13,7608	4,5869	271,82	0,000
Erro	20	0,3375	0,0169		
Total	23	14,0983			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 30 – Análise de variância da temperatura dos tratamentos a uma profundidade de 40 cm

	gl	SQ	MQ	F	P
Fator	3	12,4404	4,1468	90,07	0,000
Erro	20	0,9208	0,0460		
Total	23	13,3613			

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Ao analisar o teste F nas Tabelas 28, 29 e 30 é possível verificar que o houve diferença significativa entre médias de temperatura a 5% de significância para as camadas de 10, 20 e 40 cm de profundidade, pois o valor de P é inferior a 0,05. A seguir, encontra-se a Tabela 31, 32 e 33 com os testes de médias da temperatura do solo para as profundidades de 10, 20 e 40 cm.

Tabela 31 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 10 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	30,15 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	29,62 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	29,61 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	29,16 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 32 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 20 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	32,17 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	30,66 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	30,65 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	30,33 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 33 – Teste de médias da temperatura do solo dos tratamentos na camada de 40 cm

Variáveis	Número de amostras	Médias
Solo nu	6	32,34 ^A
200 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,04 ^B
150 m ³ /ha incorporado no solo	6	31,00 ^B
200 m ³ /ha sobre o solo	6	30,58 ^C

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

É possível verificar nas tabelas 31, 32 e 33 que a média do solo nu diferiu de todas as outras médias, apresentando o maior valor da média da temperatura. Já as médias dos tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado no solo não diferiram entre si. A média do tratamento de 200 m³/ha sobre o solo também diferiu de todos os outros tratamentos, apresentando o menor valor da média de temperatura.

Este resultado encontrado não difere dos resultados encontrados para às 09:00 horas da manhã e para às 15:00 horas da tarde. Percebe-se que para todas as profundidades e horários estudados, o tratamento solo nu obteve maiores temperaturas e, além disso, há diferença na temperatura do solo quanto a forma de aplicação do BRF. Quando aplica-se o BRF incorporado ao solo, nota-se uma maior temperatura quando comparado a aplicação do mesmo sobre o solo. A forma de aplicação do BRF irá influenciar na temperatura do solo. Ao analisar os resultados obtidos dos tratamentos de 200 m³/ha incorporado no solo e 150 m³/ha incorporado em todas as profundidades e todos os horários, verifica-se que não há diferenças entre aplicar 150 ou 200 m³/ha de BRF incorporados.

No Nordeste, a aplicação do BRF no solo irá reduzir a temperatura do solo e desta forma irá reduzir a evaporação de água no solo. Além disso, a aplicação de BRF irá reduzir a amplitude térmica do solo, melhorando as conduções para o desenvolvimento das plantas.

6. CONCLUSÃO

A técnica BRF conseguiu reter mais umidade que as parcelas de solo nu. Ao analisar a forma de aplicação do BRF, percebeu-se que não há diferença de umidade significativa ao aplicar o BRF sobre o solo ou incorporado ao solo.

A aplicação de BRF no solo não interferiu estatisticamente na velocidade de infiltração básica do solo.

Em relação a temperatura do solo, foi possível verificar que a técnica BRF manteve a temperatura do solo mais baixa em comparação ao solo nu. Além disso, as parcelas que receberam o BRF sobre o solo mantiveram uma temperatura mais baixa em relação ao BRF incorporado ao solo.

A aplicação de BRF em solos do Nordeste irá contribuir para a redução na evaporação, redução da amplitude térmica e redução da temperatura. Isso irá contribuir para uma maior produtividade das culturas cultivadas no Nordeste, além de contribuir para que haja mais água disponível no solo e, conseqüentemente, os produtores irão ter menos gastos com irrigação.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Desenvolver um estudo sobre o BRF avaliando a infiltração de água no solo em diferentes tipos de solo do Nordeste.

Desenvolver um estudo com um maior tempo de pousio do BRF no solo, avaliando os parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Avaliar a aplicação do BRF associado a adubações químicas e/ou outros tipos de cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

- ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar**. 2010. 244 f. Tese (Dourado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.
- ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V.S.; SANTOS, J.R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Paraíba, v. 6, P.136-141, 2002.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Rome: **FAO – Irrigation and drainage**, Paper 56, 319 p. 1998.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; FILHO, W. M.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- AMADO, T. J. C.; ALMEIDA, E. X.; DALL’AGNOL, L.; MATOS, A. T. Determinação da cobertura do solo por adubos verdes. Florianópolis: **EMPASC**, 1987.
- AMADO, T. J. C.; MATOS, A. T.; TORRES, L. Flutuação de temperatura e umidade do solo sob preparo convencional e em faixas na cultura da cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Vol. 25, n. 4, p. 625-631, abr. 1990.
- ANDRADE NETO, J. C. **Competitividade na pequena produção agroindustrial: estudo na agroindústria da castanha de caju**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: UFRN, 2006.
- ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1257–1266, Campina Grande, PB. 2010.
- AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. Tensiômetro: dispositivo prático para controle da irrigação. **Embrapa Cerrados**, Planaltina: Distrito Federal, p. 33, 1999.
- BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARÁUJO, J. P. P. de; SILVA, V. V. **Cajucultura, modernas técnicas de produção**. Embrapa: Brasília, p. 73-96, 1995.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. R.; **Física del suelos**. México, 1973. 1. Ed, p. 267-298, 1973.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 95-99, 1993.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1989.

596 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S.R. Erosão hídrica em um nitossolo háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II - perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 1045-1054, 2004.

BOUWER, H. Intake rate: cylinder infiltrometer. In: **Klute A., ed. Methods of Soil Analysis**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1986. cap. 32, p.825-844.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.91-98, 1990.

BRASIL. **Constituição da república federativa do brasil**. 1988. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acessado em: 10 Jan. 2017

CAMACHO, E.; PÉREZ-LUCENA, C.; ROLDÁN-CAÑAS, J.; ALCAIDE, M. Model for management and control of furrow irrigation in real time. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, ASCE, New York, v. 123, n. 4, p. 264-269. 1997.

CAMPOS, B. C. de.; REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; NICOLODI, R. Avaliação temporal da unidade do solo como consequência do tipo de percentagem de cobertura vegetal. **Revista ciência Rural, Santa Maria**, v. 24, n. 3, p. 459-463, 1994.

CARNEIRO, R.G. **Perfil da temperatura do solo nos biomas florestais da amazonia e mata atlântica com a aplicação da transformada em ondas**. 2014. 81f. .Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba: UFCG, 2014.

CARON, C. **Ramial chipped wood: a basic tool for regenerating soils**. IFOAM, Lincoln University: New Zealand, n. 50, p. 1-15, 1994.

CARON, C.; LEMIEUX, G. Le bois raméal pour la régénération des sols agricoles et forestiers. **Revue Bio-Bulle**, Québec: Canada, n. 19, p. 1 – 2, 1999.

CARVALHO, D. F. DE.; SILVA, L. D. B. DA. **Infiltração**. 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>>. Acesso em: 6 Fev. 2016.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA - CENBIO. **Terceiro relatório parcial do projeto Fortalecimento Institucional do Centro nacional de Referência em Biomassa**, 2007.

CHEN, C.; WAGENET, R.J. Simulations of water and chemicals in macropore soil. Part 1. Representation of the equivalent macropore influence and its affect on soil water flow. **J. Hydrol.**, v. 130, p. 105-126, 1992.

CHRISTIANSEN, J.E.; BISHOP, A.A.; KIEFER, F.W & FOK, YU-SI. Evaluation of intake rate constants to related do advance of water in surface irrigation. **Transactions of the American Society Agricultura Engineers**, Chicago, p. 671-674. 1966.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. New York: John Wiley and Sons, 1957.

COELHO, R.D.; VICCINO, J.R.; SILVA V.M. da. Infiltrômetro de anéis e ariabilidade espacial das equações de infiltração de água no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21. Santa Maria, 1992, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992.

COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL – COMCAP. **Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no município de Florianópolis através de Beneficiamento dos Resíduos de Podas**. 2010. Disponível em:

<http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16_08_2012_13.03.51.d5fc44d7dfc02f3564e4f890792ae489.pdf>. Acessado em: 24 Jan. 2017.

CUENCA, R.H. **Irrigation system design**. New Jersey: Prentice Hall, 1989. 551p.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, Vol. 20, n. 7, p.761-773, jul. 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Argissolos**. Brasília, DF. 2006. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Características do Cajueiro**. Brasília, DF. 2006. Disponível em:

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fi8wxjm202wyiv80z4s473zfkkt9.html>>. Acesso em: 5 Jan. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Cultivo do Cajueiro**. 2003. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Caju/CultivodoCajueiro/>>. Acesso em: 20 Jan. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 1997. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Produção de Sementes Sadias de Feijão Comum em Várzeas Tropicais**. 2004. Disponível em:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/efeitos_temperatura.htm>. Acessado em: 4 Jan. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html>. Acesso em: 5 Fev. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Sistema de Produção de Uva de Mesa do Norte de Minas Gerais**. 2005. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/manejo.htm>>. Acesso: 05 Fev. 2016.

ENTIN, J. K.; ROBOCK, A.; VINNIKOV, K. Y.; HOLLINGER, S. E.; LIU, S.; NAMKHAI, A. Temporal and spatial scales of observed soil moisture variations in the extratropics. **Journal of Geophysical Research**, v. 105, n. D9, p. 11865-11877, May, 2000.

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, H. S. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza v. 37, n. 4, 2006.

FREIRE, D. C.; **Desenvolvimento de projeto de máquina para fabricação de galhos de madeiras fragmentados - BRF para manejo da região semiárida do estado do Ceará**. 2011. 49 f. Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P. DA.; CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 375-380, 2008.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba: Ipef, **Circular técnica**, n. 171. 12p. 1989.

GASPARIN, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-115, Jan./March, 2005.

GILBERTO JÚNIOR, O. J. **Desempenho do reflectômetro no domínio do tempo na detecção de variações de umidade do solo**. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GLIESSMAN SR. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. 653p.

GOMES, P. **Curso de Estatística Experimental**, 1985. Piracicaba-SP. ESALQ/USP. 1985.

GUANZIROLI, C. E.; SOUZA, H. M.; VALENTE JUNIOR, A.; BASCO, C. A. **Entraves ao Desenvolvimento da Cajucultura no Nordeste: Margens de Comercialização ou Aumentos de Produtividade e de Escala?**. 2009. Disponível em:

<http://www.uff.br/econ/download/tds/UFF_TD250.pdf>. Acesso em: 5 Jan. 2016.

GUAY, E. LACHANCE, L. & LAPOINTE R.A. **Emploi des bois raméaux fragmentés et des lisiers en agriculture, Rapports techniques 1 et 2**. Ministère des Terres et Forêts du

Québec, Québec, 1981. 74 pages,

HAY, R.K.M.; HOLMES, J.C.; HUNTER, E.A. The effects of tiliage, direct drilling and nitrogen fertilizer on soil temperature under a barley crop. **J. Soil Sei.**, 29:174-83, 1978.

HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. Academic Press, 1998. 770 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. **Neossolos**. 2004. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Neossolos.pdf>>. Acesso em: 5 Fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Fortaleza, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 3 Fev. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Ceará em Mapas**. 2007. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>>. Acesso: 5 Jan. 2015.

KAISER, D. R.; STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. DA.; FERREIRA, F.; KUNZ, M. **Temperatura do solo afetada por difefentes estados de compactação**. 2002. Disponível em: <http://www.fiscadosolo.ccr.ufsm.queoos.com.br/downloads/Producao_Resumos/XIVRBMC_SA_15.pdf>. Acessado em: 4 Jan. 2016.

KHEDHER, M. B.; EWING, E. E. Growth analyses of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, v. 62, n. 10, p. 537-554, 1985.

KLAR, A. E.; VILL A NOVA, N. A.; MARCOS, Z. Z.; CERVÉLLIN, A. Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens. **Anais...São Paulo**, v. 13, p.15-30, 1996.

KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul: UFSM, 2010.

KOHNKE, II. **Soil Physics**. New York, McGraw Hill, 1968. 224 p.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, Gotha, v.64, p. 193-203, 1918.

LAL, R. Soil erosion from tropical arable lands and its control. **Adv. Agron.**, v. 37, p. 183-247, 1984.

LEMIEUX, G. **Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol**. Université Laval, 17p. 1986.

LEMIEUX, G.; TÉTREAULT, J. P. **L'origine forestière des sols agricoles: la diversification microbiologique par aggradation sous l'influence des bois raméaux fragmentés**. Bruxelles 31p, 1992.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba, 2 ed., 2005. 497 p.

LIMA, C.A.G. **Estudo da variabilidade espacial da infiltração: aspectos teóricos experimentais**. 1992. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 1992.

LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J; GUIMARÃES, M. F; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 205-220, abr./jun. 2006

MACEDO, D. X. S.; NICOLAU, F. E. A.; NASCIMENTO, H. C. F.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R. Operational performance of a tractor-seeder according to the velocity and working depth. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.20, n.3, p.280–285, 2016.

MAIA, F. M. S; XAVIER, S. A. F; OLIVEIRA, S. T; MENDONÇA S. E; ARAÚJO FILHO, A. J. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.837-848, 2006.

MARCANO, J. **Guia metodológica para el establecimiento de pruebas com MRF**. Canadá: Editora García, S. A., 37 p. 1998.

MAROTE, C. G. B.; VIDOR, C.; MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 4, p. 81- 84, 1990.

MESQUITA, A. L. M.; BRAGA SOBRINHO, R.; OLIVEIRA, V. H. Monitoramento de Pragas na Cultura do Cajueiro. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Fortaleza, 2002.

MIRANDA, F. R. de. **A distributed control system for priority-based site-specific irrigation**. 2007. 150 f. Tese (Doutor em Engenharia de Biosistemas) – The University of Tennessee. UT. Estados Unidos. 2007.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, C. D.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; FARIAS, P. R. S.; COSTA, M. L.; FRAZÃO, F. J. L.; ROCHA, J. B.; SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; COMETTI, J. L. S. **Uso de Resíduos Vegetais no Solo: Subsídios para a Formação de Terra Preta Nova em Tailândia (PA)**. 2004. Disponível em: <http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_25_Katia.pdf>. Acesso em: 5 Fev. 2016.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S.; Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. **Acta Amazônica**, v. 40, p. 409–414, 2010.

MONTENEGRO, A. A. T; LIMA, C. R.; PARENTE, J. I. G. **Caracterização química da madeira de cajueiro**. 2013. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3555.pdf>. Acesso em: 15 Jan 2016.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOORE, I.D.; LARSON, C.L. **An infiltration - runoff model for cultivated of soils**.

Transactions of the ASAE, St. Joseph. v.23, n.6, p. 1460-1467, 1980.

MORIN, J.; VAN WINKEL, J. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. **Soil Science Society of America Journal**, v.60, p.1223-1227, 1996.

MULLER, A. G. **Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa* L.) para diferentes tipos de cobertura do solo**. 1991. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

OADES, J. M. The retention of organic matter in soils. **Biogeochemistry**, v.5, p.35-70. 1988.

OKE, T.R. **Boundary Layer Climates**. John Wiley and Sons, New York, 373p. 1978.

OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 347 – 347, 2003.

OLIVEIRA, J. U. C. de. **Estatística: uma nova abordagem**. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia Vegetal. **Agronômica Ceres**, São Paulo, v. 1, 440 p, 1981.

ÖZKAN, U.; GÖKBULAK, F. Effect of vegetation change from forest to herbaceous vegetation cover on soil moisture and temperature regimes and soil water chemistry. **Catena**, 149, p. 158–166, 2017.

PACHECO, A. P. P. **Diagnostico geoambiental da mata ciliar de carnaúba no médio Acaraú - Sobral – CE**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

PALTINEANU, I. C.; STARR, J. L. Real-time soil water dynamics using multisensor capacitance probes: laboratory calibration. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison-WI, v.61, p.1576-1585, nov-dec, 1997.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; TEODORICO SOBRINHO, A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 35, p. 1777-1785, 2011.

PARREIRAS, L. E. **Negócios solidários em cadeias produtivas: protagonismo coletivo e desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IPEA, 2007.

PAULA PESSOA, P. F. A. Importância econômica da cajucultura. Fortaleza: **EMBRAPA CNPAT**, 2003.

PEREIRA, G. M. **Análise comparativa de técnicas para estimativa da infiltração de água no solo em irrigação por superfície**. 2007. 71f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Temperatura do solo em função da cobertura morta por palha de café. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 2, p. 7-10, 1996.

PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; PALMIERI, F.; SOUZA R. C. Matéria orgânica em Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo. **R. bras. Agrocência**, v. 9, n. 1, p. 53-56, jan-mar, 2003.

PRASAD, R.; POWER, J. F.; Crop residue management. **Review Advances In Soil Science**, New York, v. 15, n. 5, p. 205-251, 1991.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo, 1987. 549 p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos Ciências do Solo**, n. 5, p.49-134, 2007.

REICHERT, J.M.; CABEDA, M.S.V. Salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 16:389-396, 1992.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de planta invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Revista Ciência Agrotecnica**, lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, jan./fev. 2005.

ROCHA, A. J. F.; SOUZA, R. L. P.; REDA, A. L. L.; SILVA, G. T. **Destinação sustentável do resíduo da poda de árvores urbanas**. In: XV Safety, Health and Environment World Congress., Porto: PORTUGAL, 141 p. 2015.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W.F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**, Paraíba, V. 22, n.1/2, p. 1-12, 2001.

SANTOS, H.G.; FIDALGO, E. C. C.; COELHO, E. R. Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso. **Sistema de produção**, n. 7, 2006.

SCARPARE FILHO, J. A.; MEDINA, R. B.; SILVA, S. R. **Poda de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP/ESALQ/Casa do Produtor Rural, 54 p, 2011.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Trânsito e Urbanismo de Canela. **Destino dos Resíduos Verdes (Poda e Jardinagem)**. 2016. Disponível em: <www.canela.rs.gov.br/index.php/smmatu/category/189-informativos-smmatu?..>. Acesso em: 25 jan. 2017

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. de. Aspectos botânicos, fenologia e manejo de cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, parte 2, cap.3, p. 77-165, 2013.

SILVA, A. C. F. **A cobertura do solo muito importante para as plantas cultivadas**,

especialmente no verão. 2015. Disponível em:

<http://cultivehortaorganica.blogspot.com.br/2015/01/a-cobertura-do-solo-e-muito-importante_22.html>. Acessado em: 5 Fev. 2015.

SILVA, A. M. da.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M. de.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1223-1230, 2005.

SOUZA, J. S. I. **Poda das Plantas Frutíferas**. Nobel, São Paulo, 224 p., 1986.

STAMAND, D.; LAUZON, M. Fragmentation en bois rameaux fragmentés (BRF) des biosurplus forestiers. **Government of Canada Publications**. Canada, 1995.

STEVENSON, F.J. **Humus Chemistry: genesis, composition, reactions**. 2. ed. New York: John Wiley, 1994. 496 p.

TAUK, S. M. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo, Editora Universidade Estadual Paulista, 1991.

TECSCAN. **Catálogo de produtos**. Disponível em:

<<http://www.tecscan.com.br/galeria/tritugra-sistema-automatizado-de-trituracao-e-granulacao/#prettyPhoto>>. Acessado em: 10 Jan. 2017

TEIXEIRA, A. S. COELHO, S.L. Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24:p.536–545, set./dez. 2004.

TERESO, M. J. A. **Modelo de elementos finitos para a simulação matemática do perfil térmico dos solos agrícolas**. 1984. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1984.

TRAPP. **Catálogo de produtos**. Disponível em:

<<http://www.trapp.com.br/pt/produtos/compostagem/trituradores-de-galhos%2C-troncos-e-residuos-organicos.?pagina=2>>. Acessado em: 10 Jan. 2017

TREMBLAY, J.; BEAUCHAMP, C. J. Fractionnement de la fertilisation azotée d'appoint à la suite de l'incorporation au sol de bois raméaux fragmentés: modifications de certaines propriétés biologiques et chimiques d'un sol cultivé en pomme de terre. **Can. J. Soil Sci.** n. 78, p. 275–282. 1998.

VIEIRA, M. J. **O preparo do solo e o comportamento da planta**. Plantio Direto, Ponta Grossa, v.1, n.5, p. 4-5, 1984

WALKER, W. R. Two decades of surface irrigation research: four significant results and their practical consequences. In: **International Conference on Irrigation**, 6th., 1993, Tel-Aviv. Proceedings... Tel- Aviv: Agritech, p. 137-158. 1993.

WALKER, W. R., SKOGERBOE, G. V. **Surface irrigation: theory and practice**. New Jersey: Prentice-Hall, 386p, 1987.

ZOBEL, R. W. Soil environmental constraints to root growth. In: HATFIELD, J. J.; STEWART, B. A. (Ed.). **Limitations to plant**. New York: Springer-Verlag, 1992. p. 27- 48.