

Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia



v.5 2020

**Estudos e Inovações
na Engenharia e Agronomia
v.5**

E829 Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia v.5/ Organizadores:
Francisco et al.

— Campina Grande: EPTEC, 2020.

73 f.: il. color.

ISBN: 978-65-00-10715-9

1. Agronomia. 2. Desenvolvimento Tecnológico. 3. Ideias Inovadoras. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Santos, Djail. III. Ribeiro, George do Nascimento. IV. Medeiros, Paulo da Costa. IV. Título.

CDU 62

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Créditos de Imagens da Capa

Pixabay.com

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Djail Santos (CCA-UFPB)

Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)

George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)

Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)

João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)

José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)

Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)

Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)

Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)

Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)

Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco
Djail Santos
George do Nascimento Ribeiro
Paulo da Costa Medeiros
(Organizadores)

**Estudos e Inovações
na Engenharia e Agronomia**
v.5



1.a Edição
Campina Grande-PB
2020

Realização



Apoio



SUMÁRIO

Capítulo 1	6
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ALAGADIÇO OBTIDAS DE DIFERENTES LOCALIDADES SOB TEMPERATURAS	6
Capítulo 2	13
APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE COM ENXADA QUÍMICA PARA CONTROLE DE <i>Scleria bracteata</i> Cav. EM PASTAGENS	13
Capítulo 3	20
<i>Cladosporium</i> spp. NO BIOCONTROLE E NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE ARROZ	20
Capítulo 4	29
ESTRUTURA E FITOSSOCIOLOGIA DOS AGRUPAMENTOS DE ESPÉCIES EM UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL	29
Capítulo 5	37
CONFECÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA COM A UTILIZAÇÃO DO PÓ DE PEDRA	37
Capítulo 6	50
BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_0) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ	50
Capítulo 7	62
POTENCIAL DE IRRIGAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ	62
Curriculum dos Organizadores	73

Capítulo 1

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ALAGADIÇO OBTIDAS DE DIFERENTES LOCALIDADES SOB TEMPERATURAS

Lais Gonzaga da Silva¹
Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo²
João Luciano de Andrade Melo Júnior³
Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa⁴
Adriana Guimarães Duarte⁵

¹Graduanda em Agroecologia, CECA/UFAL, Rio Largo-AL, lais.gonzagga@gmail.com

²Dr. Prof. CECA/UFAL, Rio Largo-AL, luan.danilo@yahoo.com.br

³Dr. Prof. CECA/UFAL, Rio Largo-AL, joao.junior@ceca.ufal.br

⁴Dr. Profa. CECA/UFAL, Rio Largo-AL, jaquelinefigueiredo@hotmail.com

⁵Dr. Profa. CECA/UFAL, Rio Largo-AL, adrianaduarte@ceca.ufal.br

Introdução

Alagadiço (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze.) pertencente à família Mimosaceae (Leguminosae-Mimosoideae), é uma espécie arbórea de porte médio que se distribui naturalmente nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil, sendo particularmente frequente nos estados de Pernambuco, Alagoas e Paraná. É uma espécie semicaducifólia a caducifólia, característica dos estágios iniciais da sucessão ecológica. Apresenta grande importância em programas de reflorestamento misto, destinados ao plantio para recuperação de áreas de preservação permanente, manejo de fragmentos florestais e projetos paisagísticos, em função de sua rusticidade e crescimento rápido (CARVALHO, 2003). Florescem e frutificam anualmente (NEWSTROM & FRANKIE, 1994), suas folhas são compostas e paripinadas apresentando até dez pares de folíolos.

A madeira da *M. bimucronata* pode ser utilizada em marcenaria, torno e obras internas. Possui propriedades fitoterápicas, sendo os brotos eficazes no tratamento da asma, bronquite e febre, e suas folhas possuem propriedades emolientes (CARVALHO, 2004).

Apesar do seu potencial, poucos trabalhos foram realizados buscando identificar as condições ideais para a germinação das sementes desta espécie (RIBAS et al., 1996; FOWLER & CARPANEZZI, 1998; MELO et al., 2018a; MELO et al., 2018b) e o seu nome não consta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), documento oficial que norteia a condução dos testes para análise da qualidade de sementes no Brasil.

Como a germinação de sementes é um processo biológico que envolve um grande número de reações químicas, pelas quais compostos orgânicos são desdobrados e reorganizados, de maneira a permitir o desenvolvimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2015), suas diversas etapas ocorrem sob temperaturas específicas ao processo metabólico e enzimático. Assim, o efeito da temperatura na germinação das sementes pode ser expresso em termos de temperaturas cardeais que são mínima, máxima e ótima (BEWLEY & BLACK, 1994).

Levando em conta este aspecto, dentre os estudos envolvendo sementes de *M. bimucronata*, poucos avaliaram a temperatura (FOWLER & CARPANEZZI, 1998; MELO et al., 2018b). Sabe-se que as condições ambientais predominantes durante a formação das sementes têm influência nas respostas destas a estes mesmos fatores durante o processo de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Sendo assim, há a necessidade de estudos que envolvam respostas à temperatura de sementes de *M. bimucronata* oriundas de regiões mais quentes como as prevalentes no Nordeste Brasileiro.

Portanto, este trabalho tem como objetivo estudar a influência de diferentes localidades e regimes de temperaturas sobre o potencial fisiológico das sementes de *M. bimucronata*.

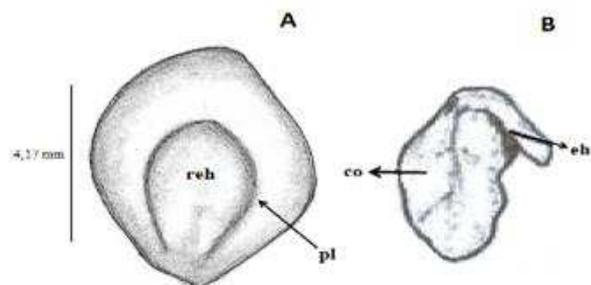
Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Propagação de Plantas, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da

Universidade Federal de Alagoas (UFAL), situado no município de Rio Largo, AL, Brasil.

Procedimentos

Foram utilizadas sementes de Alagadiço (Figura 1) provenientes de fragmentos florestais localizados nos estados de Pernambuco (Garanhuns: 8°53'25" Sul e 36°29'34" Oeste) e Alagoas (Anadia: 9°41'6" Sul e 36°18'24" Oeste).



Legenda: co – cotilédone; eh – eixo hipocótilo-radicular; pl – pleurograma; reh – região hilar.

Figura 1. Estruturas da semente de Alagadiço (A) Vista externa da semente, (B) Aspecto geral do embrião.

Os frutos foram beneficiados manualmente e as sementes por apresentarem tegumento impermeável, foram despontadas manualmente com cortador de unha, do lado oposto à micrópila (MELO et al., 2018b).

As sementes foram desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% (12,5 ml de hipoclorito de sódio e 487,5 ml de água destilada) durante cinco minutos e, lavadas em água corrente por quatro minutos, seguida de lavagem com água destilada por um minuto (MELO, 2011).

Posteriormente foram colocadas para germinar em caixas plásticas transparentes, forradas com papel toalha do tipo germitest, umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel (BRASIL, 2009). O substrato foi esterilizado por 30 minutos na estufa à 105° ± 3°C. As caixas plásticas foram colocadas em sacos plásticos transparentes e levadas para as câmaras de germinação, reguladas nas temperaturas constantes de 25 e 30°C e alternadas de 20-30°C.

O teste de germinação e as contagens de sementes germinadas tiveram duração de 15 dias, tendo como critério para início das contagens a emissão da raiz primária com comprimento igual ou maior que 1,0 cm (MELO et al., 2018b).

Teor de água e Peso de Mil Sementes

Para a determinação do teor de água das sementes, foi utilizado o método de estufa a 105 ± 3°C por 24 horas, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Essa determinação foi realizada por ocasião da instalação dos ensaios, utilizando-se quatro amostras por tratamento. Nessa etapa, também foi determinado o peso de mil sementes através da pesagem de oito repetições de 100 unidades, conforme as RAS (BRASIL, 2009), onde $PMS = PA \times 100/N$, sendo PMS = Peso de mil sementes (g); PA = Peso da amostra(g); N = Número total de sementes.

Variáveis analisadas

Germinação: calculada pela fórmula $gi = (\sum ki=1ni/N) \times 100$, sendo ni o número de sementes germinadas/plântulas emergidas no tempo i, e N o número total de sementes colocadas para germinar (CARVALHO et al., 2005).

Primeira contagem de germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas a partir do quarto dia após a instalação dos testes.

Índice de Velocidade de Germinação foi obtida pela fórmula $G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, sendo IVG = G1, G2 e Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira, segunda e última contagem, e N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem (MAGUIRE, 1962). Comprimento de plântulas obtidas ao final do teste de germinação, as plântulas de cada subamostras foram medidas com auxílio de régua graduada e os resultados expressos em centímetro por plântulas (MELO, 2011).

Massa seca de plântulas obtida após o término do teste de germinação, as plântulas normais de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel, em seguida colocadas em estufa de ventilação forçada a 80°C, por um período de 24 horas. Transcorrido esse tempo, as amostras foram colocadas em dessecadores com sílica gel ativada e, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, o resultado foi expresso em g/plântulas (NAKAWAGA, 1999).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes, os tratamentos foram distribuídos em esquema

fatorial 3 x 2 (três temperaturas e duas localidades). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

O teor de água das sementes de Alagadiço após colheita e secagem à sombra por três dias, encontra-se em torno de 12% (Alagoas e Pernambuco). Esse fato é importante na execução dos testes de vigor, considerando que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (LIMA et al., 2018).

O peso de mil sementes apresenta-se em média, 8,20g para Pernambuco e 8,18g para Alagoas, o que corresponde ao número aproximado de 120.000 sementes por quilograma, cujos coeficientes de variação são de 3,16 e 3,14%, respectivamente, dentro do exigido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que é de no máximo 4%. Esses

resultados divergem dos encontrados por Fowler e Carpanezzi (1998), que obtiveram aproximadamente 91.575 mil unidades em um quilograma. Tal diferença pode ser atribuída ao grau de umidade, bem como a massa da semente, que sofrem mudanças em função da época e local de colheita

Para os resultados referentes ao vigor, analisados na primeira contagem de germinação (Tabela 1), observa-se que as sementes germinaram em todas as temperaturas testadas, independentemente do local de origem. Diferente dos obtidos por Ribas et al. (1996) e Fowler e Carpanezzi (1998), que demonstraram poucas sementes germinadas na primeira contagem. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), isso se deve possivelmente ao clima predominante durante a maturação das sementes, já que este exerce uma influência muito grande sobre a germinação e o período de viabilidade.

A amplitude térmica para germinação de sementes de uma espécie pode indicar a distância de uma semente enterrada em relação à superfície do solo, já que ela tende a diminuir com o aumento da profundidade (MELO, 2011).

Tabela 1. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de Alagadiço oriundas de diferentes locais e submetidas a temperaturas

Local	Temperatura (°C)		
	25	30	20-30
Pernambuco	91aB	100aA	88bB
Alagoas	100aA	88bB	97aA
F para Temperatura (T)	2,7*		
F para Local (L)	3,6**		
F para interação (T x L)	44,1**		
CV (%)	2,75		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As combinações sementes provenientes de Alagoas com as temperaturas de 25°C constante e alternada 20-30°C, e Pernambuco com a de 30°C constante, proporcionam os maiores resultados, não diferindo estatisticamente entre si, em conformidade com os resultados obtidos por Ribas et al. (1996), Fowler e Carpanezzi (1998) e Melo et al. (2018), que indicaram as temperaturas de 25, 30 e 20-30°C para testes de germinação com sementes de *M. bimucronata*.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), isso se deve possivelmente ao clima predominante durante a maturação das sementes, já que este exerce uma influência

muito grande sobre a germinação e o período de viabilidade. Tais diferenças também podem ser explicadas, provavelmente, devido cada espécie apresentar uma temperatura mínima, máxima e ótima para a germinação, e dentro de cada espécie poder existir diferenças entre as cultivares referente à germinação em diferentes temperaturas (MELO et al., 2016).

A faixa de temperatura ótima, para maioria das espécies, situa-se entre 20 e 30°C (MARCOS FILHO, 2015). Para Melo (2011), esta faixa se estende ainda até os 35°C. Melo (2017), trabalhando com *M. bimucronata* relatou que a temperatura de 30°C proporcionou o maior número de sementes germinadas na primeira

contagem. Brancalion et al. (2008), informaram que as temperaturas de 25 e 30°C foram as mais favoráveis para a germinação de várias espécies florestais, havendo relação entre a temperatura ótima e o bioma de ocorrência da espécie.

As sementes coletadas em Pernambuco apresentam seu melhor desempenho germinativo na temperatura constante de 30°C, não diferindo estatisticamente de Alagoas na temperatura de 25°C (Tabela 2). Ribas et al. (1996) trabalhando com sementes de alagadiço obtiveram os maiores percentuais de germinação com a temperatura de 30°C, divergindo dos resultados encontrados por

Fowler e Carpanezzi (1998), que indicaram a temperatura de 25°C para testes de germinação das sementes em questão. Vale ressaltar que, o teste de germinação é o mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de várias espécies, todavia, ele é realizado em condições ótimas, e nem sempre reflete o comportamento destas no campo (MELO JÚNIOR, 2018). No entanto, essas variações podem ser explicadas porque, possivelmente, entre as cultivares de cada ou mesma espécie pode haver diferenças em relação à germinação em diferentes temperaturas (NASCIMENTO, 2000).

Tabela 2. Germinação (%) de sementes Alagadiço oriundas de diferentes locais e submetidas a temperaturas

Local	Temperatura (°C)		
	25	30	20-30
Pernambuco	94 bB	100 aA	95 bA
Alagoas	100 aA	95 bB	98 abA
F para Temperatura (T)	0,3**		
F para Local (L)	1,6**		
F para interação (T x L)	9,7**		
CV (%)	2,66		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para Borges e Rena (1993), as sementes de espécies florestais tropicais e subtropicais em sua maioria germinam numa faixa de temperatura entre 20 e 30°C. Dessa forma, as especificidades ecológicas de cada espécie, bem como grupo sucessional, podem ter influência na determinação da temperatura que melhor impulsiona o processo germinativo (BRANCALION et al., 2010).

Silva et al. (2013), estudando o efeito da temperatura em sementes de *Syderoxylon obtusifolium* (Sapotaceae) oriundas dos municípios de Juazeiro do Norte-BA e Boa vista-PB, ambos estados da região Nordeste do Brasil, testaram as sementes em temperaturas constantes de 25, 30 e 35°C, e verificaram que a temperatura de 30°C constata é a mais indicada para germinação da *S. obtusifolium*, resultado semelhante ao encontrado com as sementes de

M. bimucronata coletadas em Pernambuco, apesar de serem espécies florestais diferentes.

Fowler e Carpanezzi (1998), através de contrastes entre os valores de germinação verificaram que sementes de *M. bimucronata* coletadas no Paraná têm seu melhor desenvolvimento a 25°C, resultado análogo ao encontrado com as sementes de *M. bimucronata* coletadas em Alagoas.

Em relação ao vigor das sementes (Tabela 3), medido indiretamente pelo índice de velocidade de germinação (IVG), observa-se que a temperatura constante de 30°C e alternada 20-30°C, são favoráveis para sementes coletadas em Pernambuco, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de Alagadiço oriundas de diferentes locais e submetidas a temperaturas

Local	Temperatura (°C)		
	25	30	20-30
Pernambuco	4,655 bA	5,495 aA	5,121 aA
Alagoas	4,361 bA	4,955 aB	4,572 aB
F para Temperatura (T)	18,8**		
F para Local (L)	23,2**		
F para interação (T x L)	0,7**		
CV (%)	4,82		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para Nascimento e Pereira (2007), a velocidade de germinação é uma aptidão que pode ser utilizada para determinar o índice de emergência em campo ou laboratório, sabendo que, velocidades mais elevadas reduziram o surgimento de certas condições adversas após a sementeira. Nas sementes mais vigorosas a velocidade de germinação é ampliada conforme a temperatura se eleva. Já em temperaturas baixas ou alternadas esta velocidade tende a diminuir (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Resultados semelhantes ao presente estudo foram observados por Melo et al. (2016) com sementes de *Eugenia uniflora*. Demonstraram que o índice de velocidade de germinação das sementes obtidas em Pernambuco, apresentaram bons valores nas diferentes temperaturas, não diferindo

estatisticamente na temperatura de 30°C das oriundas de Rio Largo, AL.

Ao avaliar a massa de plântulas (Tabela 4), os maiores valores são obtidos quando se utiliza a temperatura de 30°C constante para ambas as localidades, diferindo estatisticamente das demais temperaturas. Oliveira et al. (2014) relataram que, as análises da massa seca da parte aérea e radicular são de grande importância na avaliação do desenvolvimento das plantas, assegurando o estabelecimento das plântulas no campo. Em *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp., o comprimento da parte aérea e da radícula, juntamente com a massa seca de plântulas foram utilizados para concluir que a temperatura de 25°C é a mais adequada para o teste de germinação de sementes dessa espécie (ROSSETO et al., 2009).

Tabela 4. Massa seca de plântulas provenientes de sementes Alagadiço oriundas de diferentes locais e submetidas a temperaturas

Local	Temperatura (°C)		
	25	30	20-30
Pernambuco	0,090 bA	0,133 aA	0,101 bA
Alagoas	0,086 bA	0,125 aA	0,094 bA
F para Temperatura (T)	34,7**		
F para Local (L)	2,02**		
F para interação (T x L)	0,09**		
CV (%)	9,81		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As avaliações da massa seca de plântulas são de grande importância, uma vez que estão diretamente relacionadas ao sucesso do processo germinativo das sementes (RAMOS et al., 2004). As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com

maior peso, em função do maior acúmulo de matéria seca (NAKAGAWA, 1999).

Quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas, avaliado pelo comprimento de plântulas (Tabela 5), observa-se que as maiores médias são alcançadas quando empregada à temperatura de 30°C constante para ambas as localidades, diferindo estatisticamente das demais temperaturas. Provavelmente na

referida temperatura tenha ocorrido uma degradação mais eficiente das reservas presentes nas sementes, o que acabou favorecendo o desenvolvimento das radículas e da parte aérea, uma vez que nessa fase, todo o desenvolvimento das plântulas se deve à composição química das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

A determinação do comprimento de plântula é importante conjuntamente com o teste de germinação, pois podem ocorrer sementes que apresentam alta porcentagem de germinação e baixo comprimento médio de plântulas, assim como baixa porcentagem de germinação, mas com alto comprimento médio de plântulas (ROSSETO et al., 2009).

Tabela 5. Comprimento de plântulas provenientes de sementes de Alagadiço oriundas de diferentes locais e submetidas a temperaturas

Local	Temperatura (°C)		
	25	30	20-30
Pernambuco	8,028 bA	9,375 aA	8,004 bA
Alagoas	7,950 bA	8,825 aA	8,025 aB
F para Temperatura (T)	16,1**		
F para Local (L)	46,8**		
F para interação (T x L)	9,95**		
CV (%)	3,26		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Todavia, vale ressaltar que essa combinação também favorece o processo germinativo da espécie (Tabela 5), e pode ser explicado por Nakagawa (1999) quando afirma que, em condições favoráveis à germinação as sementes originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário.

Conclusão

As sementes de Alagadiço de procedência pernambucana foram mais vigorosas. As temperaturas de 25 e 30°C foram as mais indicadas para germinação das sementes da espécie em questão.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na operacionalização do estudo.

Referências

BEWLEY J. D.; BLACK M. Seeds: physiology of development and germination. 2. ed. Plenum, New York: 1994. 408p.
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L.; RODRIGUES, R. R.; CHAMMA, H. M. C. P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. Revista Árvore, v.32, n.2, p.225-232, 2008.
BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.4, p.15-21, 2010.
BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Sementes florestais tropicais. Brasília, DF: ABRATES, Cap.3, p.83-135, 1993.
BITENCOURT, F.; ZOCHE, J. J.; COSTA, S.; SOUZA, P. Z.; MENDES, A. R. Nucleação por *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze em áreas degradadas pela mineração de carvão. Revista Brasileira de Biociências, v.5, supl.1, p.750-752, 2007.
CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: Sbs-Sbef, 1990, São Paulo. Anais... São Paulo, 1990.
CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras. Embrapa Florestas. 1. ed. Colombo, 2003. 1040p.
CARVALHO, P. E. R. Maricá - *Mimosa bimucronata*. Colombo: Embrapa. 2004. 10p. (Circular Técnica, 94).

- CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. Revista Brasileira de Botânica, v.28, n.3, p.627-633, 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. A. Tecnologia de sementes de maricá *Mimosa bimucronata* (DC) O.KTZE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Boletim de Pesquisa Florestal, v.1, n.36, p.47-56, 1998.
- LIMA, A. A.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; SOUTO, P. C.; FERREIRA, D. T. R. G.; RALPH, L. N. Desiccation of *Pachira aquatica* Aubl. Seeds. Journal of Agricultural Science, v.10, p.553-561, 2018.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluating for seedling emergence and vigour. Crop Science, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 1ª FEALQ. Piracicaba, 2015. 495p.
- MELO, L. D. A. F. Potencial fisiológico de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (vell). Morong. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Garanhuns, 2011.
- MELO, L. D. F. A.; MELO JUNIOR, J. L. A.; ARAUJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M. Potencial fisiológico de sementes de pitangueira obtidas em diferentes localidades e submetidas a temperaturas. Educação Ambiental em Ação, v.15, p.1-8, 2016.
- MELO, L. D. A. F. Morfometria, potencial fisiológico de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze. 113f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017.
- MELO, L. D. F. A. ; MELO JUNIOR, J. L. A. ; ARAUJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M. ; NEVES, M. I. R. S. ; CHAVES, L. F. G. Influence of light, temperature and humidity on substrate and osmoconditioning during the germination of *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze. Australian Journal of Crop Science, v.12, p.1177-1183, 2018a.
- MELO, L. D. F. A.; MELO JUNIOR, J. L. A.; FERREIRA, V. M.; ARAUJO NETO, J. C.; NEVES, M. I. R. S. Biometric characterization and seed germination of giant mimosa (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze). Australian Journal of Crop Science, v.12, p.108-115, 2018b.
- NASCIMENTO, W. M. Temperatura x germinação. Seed News, v.4, p.44-45, 2000.
- NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. Revista Brasileira de Sementes, v.29, n.3, p.175-179, 2007.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA, N. J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. p.21-24, 1999.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica, v.26, n.2, p.141-159, 1994.
- OLIVEIRA, G. M.; BARBOSA, L. G.; MATIAS, J. R.; SILVA, J. E. S. B.; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. D. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. Scientia Plena, v.10, n.1, p.1-6, 2014.
- RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição da biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. em diferentes condições de sombreamento. Acta Botânica Brasilica, v.18, n.2, p.351-358, 2004.
- RIBAS, L. L. F.; FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (MARICÁ). Revista Brasileira de Sementes, v.18, n.1, p.98-101, 1996.
- ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; RONDON, N. R. M.; SILVA, I. C. O. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. Revista Árvore, v.33, n.1, p.47-55, 2009.
- SANTOS, N. J. C.; CARVALHO, A. R.; ALVES, C. R.; COSTA, J. M. S.; MELO, Y. N. C. S.; PEREIRA, A. B. D.; GOMES, L. C. A.; MELO, L. D. F. A. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. Revista Craibeiras de Agroecologia, v.3, p.6631-6635, 2018.
- SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) de diferentes procedências. Revista SODEBRAS, v.8, n.9, p.40-43, 2013.

Capítulo 2

APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE COM ENXADA QUÍMICA PARA CONTROLE DE *Scleria bracteata* Cav. EM PASTAGENS

Emerson Oliveira Souza¹
Fábio Lucas de Mattia²
Luciana Sônia da Silva³
Melissa da Silva Pereira⁴
Ramom Antonio de Souza⁵

¹Engenheiro Agrônomo, UNIR, Rolim de Moura-RO, emerson.ifro@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo, UNIR, Rolim de Moura-RO, fabiolucas.mattia@gmail.com

³Engenheira Agrônoma, UNIR, Rolim de Moura-RO, lucianasonia@hotmail.com

⁴Graduanda em Agronomia, UNIR, Rolim de Moura – RO, melissapereiraagro@gmail.com

⁵Graduando em Agronomia, UNIR, Rolim de Moura – RO, ramomsouza.agro@gmail.com

Introdução

A criação de bovinos no sistema extensivo em Rondônia tem sido uma atividade amplamente comum. A bovinocultura possui grande importância econômica para o estado, chegando a 12,2 milhões de cabeças no ano de 2012, sendo que a maior parte é criada a pasto (IDARON, 2013).

Apesar deste dado, 80% dos pastos do estado de Rondônia encontram-se sob algum tipo de degradação. A infestação de plantas daninhas é uma consequência desta degradação e causa perdas significativas à produção de carne e leite, desvaloriza a área infestada e demanda gastos para seu controle (DIAS-FILHO, 2015).

Em pastagens cultivadas, as gramíneas podem ser consideradas como plantas daninhas, nesse contexto possuem baixo valor forrageiro ou baixa aceitabilidade pelo gado. As gramíneas invasoras de pastagens são as mais difíceis de serem controladas pelo pecuarista, dada a sua semelhança morfológica, fisiológica e bioquímica com as pastagens cultivadas, além de serem menos selecionadas pelo gado ocasionando uma maior competitividade com a pastagem de interesse econômico (ANDRADE & FONTES, 2015).

Plantas invasoras que se instalam em pastagens se distinguem em dois tipos, aquelas que surgem em pastagens bem formadas com forrageiras de alto poder de ocupação do solo e manejo adequado de animais, no qual as oportunidades de infestação são reduzidas, predomina-se espécies tipicamente arbustivas e árvores de pequeno porte, que não apresentam grande alocação de recursos em estruturas reprodutivas, logo crescem de forma lenta, o

que exige um controle menos frequente e rigoroso. O segundo tipo, infesta pastagens mal formadas ou manejadas incorretamente, em que não há ocupação efetiva do solo, com superlotação de animais, a competitividade da forrageira é reduzida e os distúrbios são maiores. Nesse contexto predominam espécies com características mais eletivas de reprodução, ciclo curto e maior crescimento populacional, ocasionando rápida degradação da pastagem (SOUZA, 2018).

As ciperáceas estão entre as principais plantas daninhas, são comuns em várzeas úmidas, sujeitas a encharcamento, sendo difícil o seu controle. Como exemplo tem-se diversas espécies: tiririca (*Cyperus rotundus* L.), navalha-de-macaco ou tiriricão (*Scleria bracteata*), junquinho (*Cyperus esculentus*), essa família é composta por mais de 5.000 espécies, sendo estas distribuídas em 104 gêneros, porém os estudos taxonômicos voltados para a família ainda são escassos (FERREIRA & EGGERS, 2008; SOUZA, 2018).

A família está dividida em duas subfamílias, Mapanioideae e Cyperoideae, conforme classificada recentemente, esta última inclui a tribo *Sclerieae* representada unicamente pelo gênero *Scleria* (HOSS, 2013).

O gênero *Scleria* é um gênero Pantropical com cerca de 220 a 250 espécies, onde 71 ocorrem no Brasil, sendo 31% delas endêmicas. Algumas espécies são comumente conhecidas como navalha-de-macaco, apresenta grande variação morfológica, constituem-se de ervas com presenças de contra lígula no ápice da bainha, aquênio globoso e ausência de cerdas hipogíneas. Apresenta espiguetas que variam quanto à

sexualidade, podendo ser andróginas, subandróginas, estaminadas ou pistiladas e hipogínio ausente ou presente (AFFONSO, 2012).

Dentre os métodos utilizados para o controle de plantas daninhas, o químico tem sido o de maior uso por apresentar elevada eficiência em menor tempo. Para uma eficiente aplicação de herbicida implica-se em colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo em questão com a máxima eficiência e da forma mais econômica possível (TUFFI et al., 2008).

Para Santos et al. (2010), o glyphosate é recomendado para controle tanto de mono quanto dicotiledôneas, sendo utilizado em culturas cultivadas e áreas em pastagem.

De acordo com Dias-Filho (2015), o glyphosate inibe a síntese de aminoácidos e, por ser um herbicida não-seletivo, sua pulverização em pastagem deve ser realizada em jato dirigido. Como uma alternativa de manejo do capim-navalha em pastagem, sem afetar esta.

Andrade (2015), propôs o uso da enxada química manual. A mesma é composta por cano PVC e material absorvente (corda, esponja ou tecido) que, após ser encharcada pelo herbicida é utilizada para molhar as folhas da planta que se deseja controlar. Ainda de acordo com o autor, a implantação desta técnica em pastagem formada por *Brachiaria humidicola*, no Acre reduziu em mais de 85% a rebrota do capim-navalha, 60 dias após aplicação de glyphosate.

Dentre as vantagens de se utilizar um aplicador seletivo estão o uso reduzido de herbicidas por hectare, custo por hectare no controle de ervas daninhas, possibilidade de fazer uma aplicação em condições de vento forte para métodos de aplicação convencional, uma vez que não apresenta risco de deriva de partículas e ainda a capacidade de controle seletivo de daninhas gramíneas em pastagens cultivadas (JOHNSON, 2011).

Diante da infestação da área de pastagem, este trabalho objetiva avaliar a eficiência da enxada química no controle de *Scleria bracteata* em área de pastagem formada por *Brachiaria humidicola*, na região de Rolim de Moura/RO.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em fevereiro de 2017 no Sítio Primavera, localizado na linha 184 km 03 no município de Rolim de Moura – RO, tendo como proprietário o Senhor Volmir Dionísio Rodegheiri.

Segundo a classificação de Köppen o clima que predomina no estado é do tipo Am - Clima Tropical Chuvoso, com uma média da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18°C e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês. A média anual de precipitação varia entre 1.400 a 2.600 mm/ano, enquanto a média anual da temperatura do ar varia entre 24 a 26 °C (SEDAM; COGEO, 2012).

Rolim de Moura, apresenta sete tipos de solos distribuídos pelo município, tendo como predominantes Latossolos Vermelho-Escuro eutrófico, de textura argilosa, bem drenados e Latossolos Vermelho-Escuro distróficos, bem drenados (VENDRUSCOLO, 2011). No Estado de Rondônia encontra-se quatro das nove regiões fitoecológicas que ocorrem no Brasil, sendo estas: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Savana. A maior parte da vegetação do município é formada por Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Savana florestada e áreas de pastagens (IBGE, 2006).

O experimento foi conduzido sob área de pastagem composta por *B. humidicola* com presença de *Sporobolus indicus*, *Rhychospora nervosa* e *Scleria bracteata* (Figura 1).



Figura 1. *Scleria bracteata* antes do controle.

Para aplicação do defensivo, utilizou-se a enxada química para aplicação em movimentos de vai e vem sob as plantas

daninhas, que já se encontravam em pleno desenvolvimento na área, conforme observa-se na Figura 2.



Figura 2. aplicação do herbicida com enxada química manual.

A enxada química foi confeccionada seguindo as recomendações técnicas para

fabricação de acordo com Perez (2008), Figura 3.

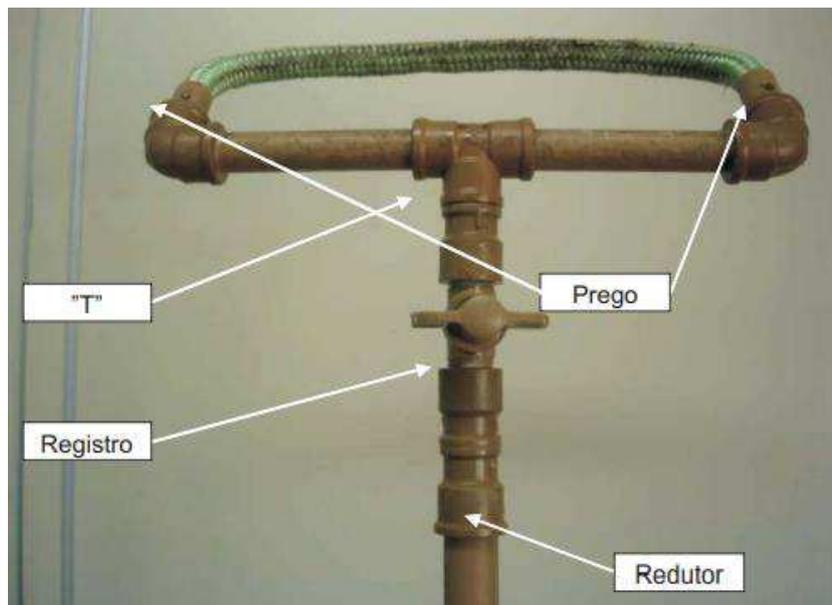


Figura 3. Enxada química proposta por Perez.
Fonte: Perez (2008).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de cada, totalizando 20 tratamentos experimentais. Para

análise utilizou-se parcelas de 5m de largura e 5m de comprimento, cujos tratamentos com glyphosate estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Denominação e descrição dos tratamentos utilizados

Denominação	Dose (l/ha)	Dose (g/l. A)
T1	0	0
T2	1,5	720
T3	2	960
T4	4	1,920
T5	6	2,880

Os dados obtidos foram avaliados de forma descritiva aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA). Para tanto, atribuiu-se notas de 0 a 6, onde 0 representa nenhum controle e 6

representa o controle total (Tabela 2), conforme indicado pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

Tabela 2. Escala de notas utilizada para avaliação do percentual de controle da planta daninha

Percentual (%)	Descrição conceitual
0 - 40	Nenhum a pobre (1)
41 - 60	Regular (2)
61 - 70	Suficiente (3)
71 - 80	Bom (4)
81 - 90	Muito bom (5)
91 - 100	Excelente (6)

Fonte: ALAM (1974).

Os dados coletados foram submetidos ao teste de F e as médias foram agrupadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software Assistat 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2002).

Resultados e Discussão

Aos 7 e 14 DAA, observa-se uma leve fitotoxicidade das plantas pelo herbicida ocorrendo amarelecimento das folhas, porém não houve controle total (Figura 4). Observa-se ainda que nenhuma das doses aplicadas diferenciam-se da testemunha no controle da

daninhas nas duas primeiras avaliações. Rahe (2007), afirma que o mesmo necessita de 1-3 semanas para levar a planta à morte, caso aplicado em período de pleno crescimento. Este fato, relaciona-se também com a dosagem utilizada para o controle da daninha em questão.

Marinho et al. (2012), ao trabalharem com diferentes doses e diferentes fabricantes de glyphosate no controle de daninhas em pastagem para implantação da soja, obtiveram bons resultados na menor dose do produto (2 L/ha) aos 7 e 14 DAA. Já as maiores doses (3 e 4 L/ha) apresentaram eficiência após 42 DAA.



Figura 4. Pastagem 7DAA do herbicida.

Andrade Neto et al. (2013), ao analisar a intoxicação de *Brachiaria* sp. observaram que esta gramínea é tolerante ao glyphosate e nenhuma das doses testadas levaram a mesma à morte aos 10 DAA. Santos et al. (2010), ao trabalharem com Tifton 85 obtiveram controle superior a 90% a partir da dose de 3.839,06 g/ha⁻¹ aos 30 DAA no período de inverno, já aos

15 DAA o percentual de controle foi menos eficiente tanto no inverno quanto no verão.

A partir dos 21 DAA observa-se diferença entre os tratamentos, conforme a Tabela 3. Observa-se que as doses de 960 e 2880 g de i.a. aos 21 DAA a eficiência de controle apresenta-se suficiente (61 – 70%), já para as doses de 720 e 1920 g de i.a. obtêm-se controle regular (41 – 60%) da *Scleria bracteata* cav.

Tabela 3. Média de plantas intoxicadas e controladas dos 7 DAA aos 28 DAA

Tratamento	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	1,00 a	1,00 a	1,00 b	1,00 c
720 g de i. a	1,24 a	1,16 a	2,91 ab	3,30 ab
960 g de i. a	1,29 a	2,24 a	3,84 a	4,44 a
1,920 g de i.a	1,02 a	1,64 a	1,97 ab	2,26 bc
2,880 g de i.a	1,10 a	1,63 a	3,86 a	4,62 a
DMS		1.4136		
CV (%)		35.18		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 28 DAA observa-se controle regular para a dose 1920 g de i.a., suficiente para a dose 720 g de i.a. e bom (71 – 80%) para as doses 960

e 2880 g de i.a. o que pode ser explicado pelo fato do glyphosate levar de 1-3 semanas para

provocar a morte da planta, dependendo da dose utilizada.

Ao trabalharem com grama-estrela-africana, Brighenti et al. (2012) observaram que o controle foi baixo nas primeiras avaliações (10 e 20 DAA) utilizando a dose de 720 g ha⁻¹ havendo leve clorose nas folhas a partir dos 30 DAA.

Já Martine et al. (2002), ao avaliarem a eficácia do glifosato potássico no controle de *Cynodon dactylon* em pomar de citros, observaram que o controle da grama-seda obteve-se após 28 DAA atingindo um percentual igual ou superior a 90%, porém avaliações feitas 43 DAA mostraram redução nesse percentual em função de rebrotas da planta, logo conclui-se a necessidade de realizar aplicações sequenciais para se obter melhor controle da planta e evitar altos índices de reinfestação na área.

Silva Junior (2018), ao avaliar o controle de capim colchão com aplicação de glifosato nos estádios iniciais observou que aos 14 DAA as plantas foram 100% controladas nas doses de 270 e 540 g ha⁻¹, mostrando sua eficiência se controlado quando apresentar de 4 a 6 folhas. Porém o controle do capim colchão quando mesmo já em estádio mais tardio entre 1-3 perfilhos, o controle foi eficiente apenas após 21 DAA, onde ocorreu a morte de todas as plantas.

Desta forma, pode-se concluir que elevadas doses de glyphosate não levam as plantas à morte em um curto período de tempo, mostrando a importância de se seguir as recomendações do fabricante. O glyphosate é um herbicida não seletivo e seu uso em pastagem deve ser rigoroso com o intuito de não danificar a forragem cultivada na área.

Conclusão

Nas condições deste experimento, observou-se que todas as doses utilizadas proporcionaram controle do tiriricão 21 DAA. Logo, foi possível concluir que a dose de 960 g de i.a. pode ser indicada para o controle do mesmo. O uso da enxada química foi uma alternativa satisfatória para aplicação localizada de herbicidas em pastagens.

Referências

AFFONSO, R. C. L. Diversidade e aspectos nomenclaturais em *Scleria* P. J. Bergius (Cyperaceae). 137f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

IDARON. Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril de Rondônia. Relatório da 34ª. Etapa de Vacinação contra Febre Aftosa. Porto Velho: Idaron, 2013. 10p.

ANDRADE NETO, E. F.; SOUSA, N. J.; REZENDE, E. H.; SOUZA, M. D. de.; SILVA, D. V. Efeito de diferentes doses e volumes de calda do herbicida inibidor da ACCase para o controle de *Brachiaria* sp. em plantio de eucalipto. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.17, p.1169-1181, 2013.

ANDRADE, C. M. S. Manejo de plantas daninhas em pastagens na Amazônia: controle do capim-navalha com enxada química manual. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/am/item/133959/1/25800.pdf>. Acesso em: 05 agosto. 2020.

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A. Biologia e manejo de capim-navalha e capim capeta em pastagens. In: IKEDA, F. S.; INOUE, M. H. (Ed.). Manejo sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical. Brasília, DF: Embrapa, p.71-102. 2015.

ALAM. Asociación Latinoamericana de Malezas. Recomendaciones sobre a unificación de sistemas de avaliação em testes de controle de ervas daninhas. ALAM, v.1, n.1, 1974.

BRIGHENTI, A. M.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W. S. D.; CALSAVARA, L. H. F.; NICODEMOS, L. C. Capacidade de reestabelecimento da grama-estrela-africana após aplicação de glifosato em pré-semeadura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, n.10, p.1443-1448, 2012.

DIAS-FILHO, M. B. Controle de capim-capeta [*Sporobolus indicus* (L.) R. Br.] em pastagens no Estado do Pará. Embrapa: Comunicado técnico n. 268, 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025209>. Acesso em: 05 agosto. 2020.

FERREIRA, P. M. D. A.; EGGERS, L. Espécies de Cyperaceae do Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata, município de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v.22, n.1, p.173-185, 2008.

HOSS, K. A. Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae). 72f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Vegetação Estado de Rondônia. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambien

tais/vegetacao/mapas/unidades_da_federacao/ro_vegetacao.pdf. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

JOHNSON, J. Weed wiper technology and usage. Ardmore: The Samuel Roberts Noble Foundation, 2011. 7p. Disponível em: <http://www.noble.org/ag/soils/weed-wiper-tech/nf-so-11-06.pdf>. Acesso em: 05 agosto. 2020.

MARINHO, J. F.; FOLONI, L. L.; SOUZA, E. L. C.; JULIÃO, L. G. F. Utilização de glifosato atamor no manejo de pastagens para o plantio direto da soja (*Glycine max* L.) em sistema integração lavoura-pecuária. In: CBCPD, 28, 2012. Campo Grande. Anais... Campo Grande, 2012. p.89-93.

MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; FELICI, G. V.; PIVA, F. M.; DURIGAN, J. C. Eficácia de uma nova formulação de glifosato para o controle de grama-seda (*Cynodon dactylon*), em pomar de citros. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.3, p.683-686, 2002.

PEREZ, N. B. Aplicador manual de herbicida por contato: enxada química. Bagé, RS. Embrapa: Comunicado técnico n. 67, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/228646>. Acesso em: abril de 2017.

RAHE, J. E. O herbicida glifosato – como ele mata as plantas? Informações Agronômicas nº 117, 2007.

Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IABRASIL.NSF/0/1C52A17DC9F64AFE83257AA1006168E7/\\$FILE/Parte-James.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IABRASIL.NSF/0/1C52A17DC9F64AFE83257AA1006168E7/$FILE/Parte-James.pdf). Acesso em: abril de 2017.

SANTOS, M. V.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A.; CARVALHO, A. J.; BRAZ, T. G. S.; CAVALI, J.; RODRIGUES, O. L. Tolerância do Tifton 85 ao

glyphosate em diferentes épocas de aplicação. Planta Daninha, v.28, n.1, p.131-137, 2010.

SEDAM & COGEO. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, Coordenadoria de Geociências. Boletim Climatológico de Rondônia, v.12, 2010, Porto Velho. 2012. 34p.

SILVA JUNIOR, A. C. da. Efeito do glyphosate em plantas daninhas da família Poaceae submetidas a diferentes potenciais hídricos do solo. 83f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2018.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, A. C. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SOUZA, T. G. de. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagem de Brachiaria no município de Anápolis-GO. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro Universitário de Anápolis. UniEvangélica. Anápolis, 2018.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. Planta Daninha, v.26, n.1, p.9-16, 2008.

VENDRUSCOLO, J. Mapeamento da bacia hidrográfica e proposta de pagamento por serviços ambientais em função da área de mata ciliar, brejosa e espelho d'água do igarapé D'alincourt-Rolim de Moura/RO. 48f. Especialização em Gestão Florestal. Curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

Capítulo 3

Cladosporium spp. NO BIOCONTROLE E NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE ARROZ

Aloisio Freitas Chagas Junior¹

Albert Lennon Lima Martins²

Flávia Luane Gomes³

Rodrigo Silva de Oliveira⁴

Manuella Costa Souza⁵

Lillian França Borges Chagas⁶

¹Dr. Prof. Associado, UFT, Gurupi-TO, chagasjraf@mail.uft.edu.br

²Doutorando em Prod. Vegetal, UFT, Gurupi-TO, eng.alberlennon@gmail.com

³Mestranda em Biotecnologia, UFT, Gurupi-TO, fluaneg@gmail.com

⁴Mestrando em Prod. Vegetal, UFT, Gurupi-TO, d.rigo.oliveira@hotmail.com

⁵Mestranda em Biotecnologia, UFT, Gurupi-TO, manuella8_gpi@hotmail.com

⁶Dr^a. Prof^a. Adjunta, UFT, Gurupi-TO, lillianfbc@uft.edu.br

Introdução

Com o aumento da população, vê-se uma necessidade na produção de alimentos, como o arroz, e a partir daí é necessário a utilização de tecnologias que visem uma maior produtividade, além disso, outra necessidade é a preservação mundial, e a diminuição da utilização de agrotóxicos, utilizando assim uma agricultura mais sustentável, por isso cada vez mais se observa o interesse no uso de microrganismos como os fungos na agricultura, com objetivo de reduzir o uso de produtos químicos.

A rizicultura sofre o ataque de inúmeros patógenos, entre elas está a brusone do arroz causada por *Magnaporthe oryzae* B. C. Couch (anamorph - *Pyricularia oryzae* Cavara), que leva à expressiva perda de produtividade da cultura (TALBOT, 2003; SOBRINHO et al., 2013) sendo considerada a principal doença do arroz, que em condições climáticas favoráveis pode comprometer até 100% da produção, e para o controle desta, se faz o uso de fungicidas, no entanto a utilização deste produto causa riscos à saúde humana, além de proporcionar um forte impacto ambiental (ASIAH et al., 2019), por isso se faz necessário a utilização de novas tecnologias que visem controlar essa doença, como a utilização de microrganismos no biocontrole.

Os danos provocados pela brusone envolvem o desenvolvimento e o crescimento da planta. A redução no rendimento dos grãos é causada por efeitos diretos e indiretos, onde nos efeitos diretos afeta a fase vegetativa da planta onde a estatura da planta fica menor e com

redução do número de perfilhos, e na fase reprodutiva ocorre a redução do número de grãos por panícula e menor peso dos grãos, afetando a produtividade (PRABHU et al., 2003). Já os efeitos indiretos levam a perda da área foliar, afetando diretamente a fotossíntese da planta (DÁRIO et al., 2005).

O uso exagerado e intenso de agrotóxicos no controle de doenças tem gerado problemas ambientais como a contaminação de solo, alimentos, resistência de patógenos, problemas ligados a saúde humana, desequilíbrio ambiental entre outros, mesmo assim, ainda são muito utilizados devido a simplicidade de aplicação e preço (SOARES, 2010). Entretanto, com o passar dos anos, a preocupação com o ambiente e bem-estar tem tomado forças e a partir daí surgiu o interesse em utilizar alimentos com redução na quantidade de agrotóxicos, ou com selos que garantam o uso adequado destes. Se fez necessário então, pesquisas que demonstrem novas tecnologias que possam controlar essas doenças e que não prejudiquem o ambiente ou que causem dano ao ser humano. Uma das alternativas propostas, é a utilização de controle biológico, o qual se utiliza de microrganismos que tenham um efeito antagônico sobre alguma praga ou doença (BETTIOL et al., 2014).

Os microrganismos antagonistas, são aqueles capazes de influenciar de alguma forma, o desenvolvimento de outro microrganismo, diminuindo seu inóculo ou afetando a sua capacidade de incitar a doença na planta através de mecanismos que envolvem o parasitismo direto, predação, competição por nutrientes,

antibiose, produção de substâncias inibidoras, competição trófica de elementos essenciais ao fitopatógeno e estimulando o hospedeiro ativando mecanismos de proteção (ROMEIRO, 1995).

Os microrganismos endofíticos incluem fungos e bactérias que vivem no interior das plantas, habitam de forma natural em suas partes aéreas e caules, sem causar nenhum dano, diferentemente de microrganismos fitopatogênicos que são prejudiciais (AZEVEDO, 1998). A principal característica destes microrganismos é promover o crescimento das plantas por mecanismos diretos, como a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a produção de fitormônios e a solubilização de fosfatos que aliados a processos biotecnológicos promovem o aumento da produtividade de várias culturas agrícolas (BULGARELLI et al., 2013).

O primeiro relato de biocontrole contra *Pyricularia oryzae* foi descrito por Fukunaga (1965), que mostrou o controle através de antibióticos produzidos por *Cephalothecium* spp. O relato de Ningthoujam et al. (2009) descreve o isolado *Streptomyces vinaceusdrappus* com atividade antagonista contra *P. oryzae*, inibindo a sua atividade em até 53,5%. Outro ensaio *in vitro* foi realizado por Li et al. (2011), que mostrou que o *Streptomyces globisporus* inibiu a atividade do causador da brusone, de 15 a 35mm. Martins et al. (2020) mostraram que isolados bactérias são antagonistas ao fungo *M. oryzae*.

O gênero *Cladosporium* spp. contém 679 espécies conhecidas, e algumas espécies são patógenas, outras fitopatógenas, algumas espécies são descritas como endofíticas, saprófitas, e antagonista contra outros microrganismos (SAMSON et al., 2000). O fungo *Cladosporium* spp. produz metabólitos de interesse biotecnológico, entre eles, a produção de diferentes tipos de cladospolídeos, que é responsável por regular o crescimento da planta a qual está associado. Porém estes metabólitos possuem funções específicas, por exemplo, um tipo de cladospolídeos pode inibir o crescimento de plantas enquanto outro pode promover o crescimento delas (SI et al., 2011). O *Cladosporium* spp. já foi identificado como bioprotetor do café, sendo associado a boa qualidade desta bebida, isso está ligado ao cladosporol que é um metabólito que este fungo produz que impede a fermentação de microrganismos indesejáveis em frutos (PEREIRA et al., 2005).

Isolados de *C. cladosporioides* exibiram a produção de uma substância denominada de Cladosporol, que se mostrou eficiente na inibição de hifas em *Phytophthora capsici* sendo o cladosporol um β -1 inibidor da biossíntese de 3-glucano do patógeno (SAKAGAMIA et al., 1995; SI et al., 2011; REDDY et al., 2013).

Alguns microrganismos têm grande potencial na produção de metabólitos secundários, e entre eles existem os que são voláteis (COVs), que são substâncias de baixa polaridade e que entram rapidamente na fase gasosa, com vaporização a 0,01 kPa e temperatura máxima de 20°C, sendo assim com alta pressão de vapor e baixa solubilidade em água. Estes metabólitos são de grande interesse porque são ativos em baixas concentrações e por serem muito voláteis, podem ser transportados por longas distâncias rapidamente, tanto no sólido, líquido e em gases (PAGANS et al., 2006). Já foram identificados aproximadamente 250 COVs advindos de fungos e foram encontrados compostos pertencentes a diferentes classes químicas, como aldeídos, álcoois, ésteres, lactonas terpenos e compostos aromáticos (MINERDI et al., 2009; MORATH et al., 2012)

Yamagiwa et al. (2011) relatou pela primeira vez a utilização de COVs produzidos por fungos para promoção de crescimento de plantas. O *Bacillus megaterium* XTBG34 produz 2-pentilfurano que promoveu o crescimento de plantas de *Arabidopsis thaliana* em duas vezes após 15 dias de tratamento (ZOU et al., 2010). Park et al. (2015) relataram que 13-tetradecadien-1-ol, 2-butanona e 2-metil-n-1-trideceno, produzidos por *Pseudomonas fluorescens* SS101, aumentaram o crescimento de *Nicotiana tabacum*. O fungo *Cladosporium cladosporioides* foi relatado liberando COVs como α -pinene, (-) *trans*-carariofileno, tetra-hidro-2,2,5,5-tetrametilfurano, dehidroaromadendeno e (+) sativeno que atuam na promoção de crescimento do tabaco (DIBY & KYUNG, 2013).

Assim, o presente trabalho objetiva avaliar o efeito de diferentes isolados de *Cladosporium* spp. no controle de *Magnaporthe oryzae* e na promoção do crescimento nos estádios iniciais de plantas de arroz.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi-TO.

Os isolados de *Cladosporium* spp. avaliados neste estudo foram obtidos da coleção do Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da UFT/PPGPV.

O isolado de *Magnaporthe oryzae* utilizado no confronto foi fornecido pelo Laboratório de Fitopatologia da UFT, campus de Gurupi.

Teste de antagonismo contra a *Magnaporthe oryzae*

Para o teste de confronto direto, inicialmente os isolados de *Cladosporium* spp. e o fitopatógeno *Magnaporthe oryzae* foram multiplicados em meio BDA (Infusão de batata 20%, glicose 2% e ágar 1,5%) por quatorze dias, posteriormente foram retirados discos de 6mm de diâmetro contendo micélio do fitopatógeno e do antagonista *Cladosporium* spp., e estes, foram colocados a 1,0 cm da borda da placa em lados opostos. Para a testemunha, um disco com 6mm de diâmetro fitopatógeno ou do antagonista foram depositados no centro de placas de Petri contendo meio BDA. As placas foram incubadas em câmara tipo BOD, a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas de luz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições.

Foi realizada a avaliação da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PCI) (Equação 1) aos três, sete, dez e quatorze dias (EDGINGTON et al., 1971).

$$PCI = \frac{\text{Diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}}{\text{Diâmetro da testemunha}}$$

(Eq.1)

Experimento de compostos orgânicos voláteis

Os isolados de *Cladosporium* spp. foram replicados, através de discos contendo micélio, em placas de Petri com diâmetro de 53 cm contendo meio BDA, que foram cultivadas em estufa BOD, com fotoperíodo de 12 horas, durante três dias.

Após observar o crescimento inicial dos fungos, essas placas foram colocadas dentro de potes de vidro (8,5 cm de diâmetro x 13,5 cm de altura e $V = 600$ mL). Simultaneamente se utilizou copos plásticos (5,6 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura e $V = 200$ mL), contendo substrato (quantidades apropriadas de areia, argila e matéria orgânica), adaptado de Tahir et al. (2017), para o crescimento da cultivar de arroz Epagri 121, obtida de uma fazenda localizada no município de Lagoa da Confusão, Tocantins. Foram feitos cinco furos nos copos para que as raízes ficassem expostas ao COVs produzidos pelos isolados.

Foram semeadas cinco sementes por copo, e então estes foram colocados dentro dos potes e vedados com parafilme afim de que os COVs produzidos não saíssem dos potes e também para que se obtivesse um maior contato destes com as plantas (Figura 1).



Figura 1. Dispositivo usado para avaliar o efeito dos COVs de isolados de *Cladosporium* spp, na promoção de crescimento nos estádios iniciais de plantas de arroz. (A) Dispositivo sem a placa e a planta e (B) Dispositivos com a placa e a planta.

O teste foi realizado em triplicata para cada isolado e foram utilizadas três testemunhas, sendo que a primeira testemunha consistiu no dispositivo completo com a placa dentro contendo meio BDA sem nenhum microrganismo, a segunda testemunha consistiu no dispositivo sem a placa de Petri

dentro, e a terceira testemunha somente o copo de plástico. Os dispositivos foram então colocados em bancada durante 18 dias sendo que as plantas foram regadas 1 vez ao dia, e a atividade promotora de crescimento de plantas foi determinada medindo-se as diferenças de crescimento das plantas com os controles.

As características agrônômicas avaliadas foram: MFPA (Massa fresca da parte aérea), MFR (Massa fresca da raiz), MFT (Massa fresca total), MSPA (Massa seca da parte aérea), MSR (Massa seca da raiz), MST (Massa seca total), altura da parte aérea e comprimento das raízes.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA), e utilizou-se o teste de comparação de média Scott-Knott a 5%, utilizando o programa estatístico Sisvar®.

Resultados e Discussão

Teste de antagonismo contra a *Magnaporthe oryzae*

No teste de antagonismo pode-se observar na Tabela 1 que ocorre inibição de

Magnaporthe oryzae por todos os isolados de *Cladosporium* spp., no entanto, alguns apresentam resultados mais significativos. Ao final do teste, os isolados que apresentam inibição maior que 50% do fitopatógeno são os isolados UFT C-3, UFT C-4, UFT C-8, UFT C-11 e UFT C-12. O isolado UFT C-8 apresenta maior inibição do fitopatógeno com apenas três dias de avaliação chegando a inibir 37,77% da *M. oryzae*, após sete dias o isolado UFT C-11 apresenta o melhor resultado chegando a 57,69% de inibição do fitopatógeno, nos 10 e 14 dias, o isolado UFT C-11 continua apresentando melhores resultados inibindo 65,47 e 71,47%, respectivamente. Entre os isolados que apresentam resultados menos significativos são os isolados UFT C-1 e UFT C-2 inibindo com 14 dias somente 12,66 e 14,46% do fitopatógeno respectivamente.

Tabela 1. Percentagem de inibição em cultivo pareado dos 12 isolados de *Cladosporium* spp. contra *Magnaporthe oryzae* em diferentes intervalos de tempo

Isolados	Época de avaliação			
	3 dias	7 dias	10 dias	14 dias
UFT C-1	0,00 g	10,70 h	8,54 g	12,66 f
UFT C-2	5,88 e	12,18 h	19,47 f	14,93 f
UFT C-3	9,89 d	22,88 f	48,79 c	58,76 b
UFT C-4	5,88 e	35,79 c	57,52 b	57,46 b
UFT C-5	5,99 e	6,64 i	6,06 g	15,90 f
UFT C-6	0,00 g	25,46 f	24,70 e	41,19 d
UFT C-7	2,52 f	33,21 d	37,88 d	48,70 c
UFT C-8	32,77 a	40,96 b	53,17 c	60,71 b
UFT C-9	0,00 g	14,88 g	29,32 e	23,55 e
UFT C-10	24,37 b	23,98 f	36,60 d	24,34 e
UFT C-11	14,85 c	57,69 a	65,47 a	71,47 a
UFT C-12	24,37 b	28,41 e	58,27 b	61,36 b
CV	7,76	6,82	8,64	7,76

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Na Figura 2 é possível observar a inibição por isolados que apresentam resultados superiores a 50% em comparação com o controle, o qual consiste no crescimento somente da *M. oryzae*. Esta inibição pode ocorrer devido alguns metabólitos liberados pelos isolados de *Cladosporium* spp., entre esses, podem estar os metabólitos classificados como Cladosporol (C₂₀H₁₆O₆), que é capaz de inibir a síntese de glucanas que está presente na parede celular de fungos, pode estar também ligado ao hiper parasitismo em outros microrganismos ou podem ser macrolídeos que tem atividade antibacteriana e antifúngica (CHALFUON, 2010; WRIGLEY et al., 2001; KUSARI et al., 2014).

Esses resultados também podem ser explicados a partir de outros metabólitos liberados por algumas espécies de *Cladosporium* spp. como a Calfoquina citado por Rotenberg (1995) que tem a capacidade inibidora da proteína quinase (PK) inativando essa proteína.

Nos isolados UFT C-4 e UFT C-11 pode-se perceber que os isolados de *Cladosporium* spp, estão crescendo em cima das colônias do fitopatógeno e isso pode estar relacionado ao hiper parasitismo, o qual os isolados penetram nos esporos da *M. oryzae*. Segundo Chalfuon (2010), esses metabólitos exercem poderes mecânicos para destruir as estruturas de esporos por contato direto e

também penetram nos esporos e proliferam dentro deles, além disso na inibição há atividades enzimáticas envolvidas que foi mostrado através da dissolução da parede celular do fitopatógeno

A inibição de *M. oryzae*, como observado nos testes de confronto direto,

podem estar relacionados a metabólitos secundários como cladosporina, isocladosporina, 5-hidroxiasperentina, 6,5'-diacetil cladosporina como observado por Wang et al. (2014), esses metabólitos funcionam como antifúngicos que vão inibir o desenvolvimento e até matar outros fungos.

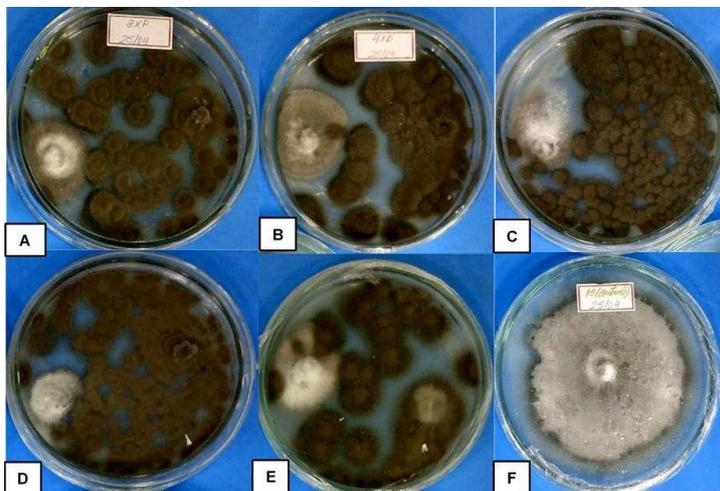


Figura 2. Antagonismo em cultivo pareado de isolados de *Cladosporium* spp. contra *Magnaporthe oryzae*. Os isolados das imagens A, B, C, D e E são os que apresentaram porcentagem de inibição micelial maior que 50% após o 7º dia de incubação. (A) Isolado UFT C-3, (B) Isolado UFT C-4, (C) Isolado UFT C-8, (D) Isolado UFT C-11, (E) Isolado UFT C-12, (F) Testemunha.

Experimento de compostos orgânicos voláteis

Na Tabela 2 é possível observar em relação a massa fresca da parte aérea (MFPA) que o isolado UFT C-6 apresenta resultados

mais significativos com a MFPA 25% maior que a testemunha 1, 36% maior que a testemunha 2, e 87% maior que a testemunha 3.

Tabela 2. Efeito dos compostos orgânicos voláteis (COV) de 12 isolados de *Cladosporium* sp. na promoção do crescimento de planta de arroz nos estágios iniciais (15 Dias após a emergência, cultivar Epagri 121)

Isolados	MFPA (g)	MFR (g)	MFT (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
UFT C-1	0,08 c	0,11 b	0,19 d	0,02 d	0,02 b	0,04 e
UFT C-2	0,09 c	0,07 d	0,17 d	0,03 b	0,02 b	0,05 d
UFT C-3	0,11 b	0,05 e	0,17 d	0,03 b	0,03 a	0,05 b
UFT C-4	0,07 c	0,05 e	0,12 e	0,01 d	0,02 b	0,04 e
UFT C-5	0,11 b	0,05 e	0,17 d	0,02 c	0,03 a	0,05 c
UFT C-6	0,15 a	0,14 a	0,29 a	0,04 a	0,02 a	0,06 a
UFT C-7	0,09 c	0,08 c	0,18 d	0,01 e	0,02 b	0,03 e
UFT C-8	0,07 c	0,10 b	0,18 d	0,02 c	0,02 b	0,04 d
UFT C-9	0,12 b	0,14 a	0,27 b	0,03 b	0,02 a	0,05 c
UFT C-10	0,04 d	0,05 e	0,09 f	0,01 e	0,01 c	0,03 f
UFT C-11	0,11 b	0,11 b	0,23 c	0,02 c	0,02 b	0,04 d
UFT C-12	0,11 b	0,09 c	0,21 c	0,02 c	0,02 b	0,04 d
Testemunha 1	0,12 b	0,08 d	0,20 c	0,02 c	0,02 b	0,04 d
Testemunha 2	0,11 b	0,03 f	0,15 d	0,02 b	0,02 b	0,04 d
Testemunha 3	0,05 d	0,03 f	0,08 f	0,01 e	0,01 c	0,03 f
CV	14,56	10,03	9,35	9,57	10,86	6,16

*Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa fresca da raiz (MFR), Massa fresca total (MFT), Massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e Total (MST) de arroz submetidos a compostos voláteis de isolados de *Cladosporium* spp.

Quanto a massa fresca da raiz (MFR), os resultados mais significativos foram obtidos pelos isolados UFT C-6 e UFT C-9 que apresentam resultados superiores as testemunhas, sendo que em comparação com a primeira testemunha é 75% maior para este parâmetro, também com aumento 4,66 vezes a mais para a MFR em relação a segunda e terceira testemunha (Tabela 2). Para a massa fresca total (MFT) o isolado UFT C-6 teve melhor resultado com 45% maior que a primeira testemunha, 93% maior que a segunda testemunha e 3,62 vezes maior que a terceira testemunha (Tabela 2).

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) o isolado UFT C-6 é superior ($p < 0,05$) com 2 vezes mais massa que a primeira e a segunda testemunha, e 4 vezes mais massa que a terceira testemunha (Tabela 2). Já a massa seca da raiz (MSR) os isolados UFT C-3, UFT C-5, UFT C-6 e UFT C-9 são significativamente superiores ($p < 0,05$), sendo que os isolados UFT C-3 e UFT C-5 tem o mesmo resultado com 50% a mais que a primeira e segunda testemunha, e é três vezes melhor que a terceira testemunha, enquanto que os isolados UFT C-6 e UFT C-9 obtêm o mesmo resultado, com 50% a mais de massa que a terceira testemunha (Tabela 2). Para a massa seca total (MST) o isolado UFT C-6 apresenta-se significativamente superior ($p < 0,05$), com 50% de resultado superior as testemunhas 1 e 2, e duas vezes melhor que a terceira testemunha (Tabela 2).

Para o comprimento das raízes (Figura 3 e 4) 58,33% dos isolados apresentam resultados superiores a testemunha 1 (isolados: UFT C-1, UFT C-4, UFT C-5, UFT C-6, UFT C-9, UFT C-11 e UFT C-12). Todos os isolados apresentam resultados superiores ($p < 0,05$) a testemunha 2, 91,66% dos isolados apresentam melhores resultados que a testemunha 3, sendo que dos 12 isolados somente o isolado UFT C-2 não conseguiu ser superior as testemunhas.

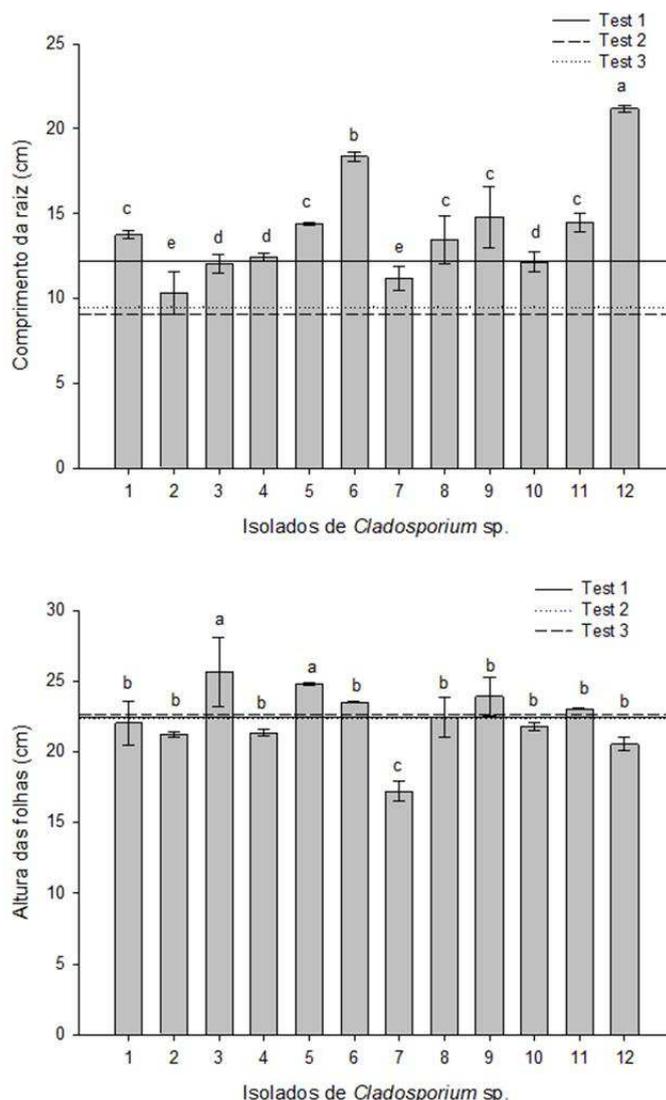


Figura 3. Efeito dos compostos orgânicos voláteis (COV) de 12 isolados de *Cladosporium* spp. no comprimento da raiz (A) e na altura das folhas (B) nos estágios iniciais da cultura do arroz (15 Dias após semeadura).

Para a altura das folhas é possível observar que 41% dos isolados tem resultado melhor que a primeira testemunha, sendo os isolados UFT C-3, UFT C-5, UFT C-6, UFT C-9 e UFT C-11 os que apontaram esse resultado, para a testemunha 2 tendo o valor muito próximo a testemunha 1 os resultados obtidos foram os mesmos, e 33,33% dos isolados apresentam resultados superiores a testemunha 3, sendo os isolados UFT C-3, UFT C-5, UFT C-6 e UFT C-11 os que apresentam resultados significativamente superior ($p < 0,05$) (Figuras 3 e 4).



Figura 4. Efeito dos compostos orgânicos voláteis (COV) dos isolados de *Cladosporium* sp. UFT C-3, UFT C-6 e UFT C-12 e testemunha sem inoculação em plântulas de arroz

Os resultados obtidos demonstram que alguns isolados liberam COVs que ajudam na promoção do crescimento de plantas de arroz. Estes compostos são metabólitos secundários e já foram mencionados por Diby e Kyung (2013) que descobriram que *Cladosporium cladosporioides* liberaram COVs que promoveram o crescimento do tabaco, sendo encontrado os COVs: α -pineno, (-)-trans-cariofileno, tetra-hidro-2,2,5,5-tetrametilfurano, de hidro-aromadendreno, e (+) - sativene, sendo que α -pineno é um composto orgânico da classe de terpenos, e está presente nos óleos essenciais de plantas. Taiz e Zeiger (2004) afirmam que os terpenos voláteis têm função protetora e atuam como repelente de herbívoros ovíparos e atraem inimigos naturais, incluindo insetos predadores e parasitas, que matam os insetos herbívoros, reduzindo assim danos adicionais às plantas.

Diby e Kyung (2013) relataram que α -pinene em concentrações de 0,05 a 1,0 mM estimularam a germinação, o crescimento das raízes primárias e a respiração mitocondrial do milho, o (-)-trans-cariofileno também está relacionado a óleos essenciais de algumas plantas (CRAVEIRO et al., 1981). O tetra-hidro-2,2,5,5-tetrametilfurano faz parte da classe de furanos e está ligado a regulação de crescimento de plantas (DIBY & KYUNG, 2013).

É possível observar através das características agrônomicas avaliadas que os COVs liberados pelos isolados de *Cladosporium* spp. promovem o crescimento de plantas de arroz, comprovado comparando-se a massa fresca, a massa seca, a altura das folhas e o comprimento da raiz de plantas de arroz dos tratamentos com os diferentes isolados de

Cladosporium com as testemunhas. Em relação a área radicular do arroz, pode-se observar que os isolados influenciam tanto na massa fresca, massa seca e no comprimento da raiz, sendo este um resultado positivo, visto que, quanto maior a raiz das plantas de arroz, melhor será a absorção de água e nutrientes como mencionado por Teo e Beyrouthy (1991), que afirmou que, plantas com maior capacidade de absorção de nutrientes podem ser obtidas pela seleção de genótipos com maior comprimento, menor raio e maior área superficial de raízes. Deste modo tanto o comprimento quanto a massa das raízes permitem a absorção destes nutrientes, até mesmo em solos mais pobres.

Além das raízes, a área foliar do arroz também absorve nutrientes, por isso é importante a altura das folhas e também a massa fresca e seca da parte aérea, deste modo as plantas com os isolados de *Cladosporium* spp. também demonstram resultados positivos.

Desta forma, o fungo *Cladosporium* spp. tem grande capacidade inibitória de *Magnaporthe oryzae* e na promoção de crescimento de arroz. Alguns isolados apresentam melhores resultados na inibição do fitopatógeno do que na promoção do crescimento da cultura do arroz e vice-versa. No entanto, alguns isolados apresentam ambos resultados positivos, tanto na inibição do fitopatógeno quanto na promoção do crescimento do arroz nos estágios iniciais, o qual o isolado UFT C-11 apresenta 71,42% de porcentagem de inibição de *Magnaporthe oryzae* em 14 dias e ao mesmo tempo promove o crescimento do arroz, conseguindo resultados melhores tanto na área radicular quanto na área foliar em comparação com as testemunhas, da

mesma forma o isolado UFT C-12 além de inibir em 61,36% o fitopatógeno, ainda promove maior crescimento da área radicular do arroz em comparação ao fitopatógeno.

Conclusão

O teste de antagonismo de *Cladosporium* spp. contra a *Magnaporthe oryzae* apresentou resultados significativos, visto que os isolados UFT C-11, UFT C-3, UFT C-4, UFT C-12, UFT C-7 e UFT C-6 de *Cladosporium* spp. conseguiram inibir significativamente o crescimento do fitopatógeno através de metabólitos secundários liberados.

Além disso, os compostos voláteis liberados pelos isolados UFT C-6, UFT C-12, UFT C-9 e UFT C-3 de *Cladosporium* spp. proporcionaram resultados significativos no crescimento inicial de plantas de arroz. Desta forma, a utilização deste fungo é de grande interesse, visto que além de controlar uma das mais importantes doenças da cultura do arroz, ainda promoveu o crescimento da cultura.

Referências

ASIAH, N.; DAVOD, W.; ARDIANSYAH, A.; MADONNA, S. Review on pesticide residue on rice. In: International Conference on Food Science and Technology (FOStECH), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2018, Yogyakarta. Anais...IOP Publishing, 2019, v.379.

AZEVEDO, J. L. Microrganismos endofíticos. Ecologia microbiana. Jaguariúna: EMBRAPA, 1998. p.117-137.

BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P. Control biológico de enfermidades de plantas en Brasil. In: BETTIOL, W.; RIVERA, M. C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE, J. R.; COLMENÁREZ, Y. C. (Eds). Control biológico de enfermidades de plantas en América Latina y el Caribe. EMBRAPA, Brasília. 2014. p.91-137.

BULGARELLI, D.; SCHLAEPPI, K.; SPAEPEN, S.; THEMAAT, E. V. L. V.; LEFERT, T. P. S. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. Annual Review of Plant Biology, v.64, p.807-838, 2013.

CHALFOUN, S. M.; PARIZZI, F. C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008. p.513-543.

CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. Óleos essenciais de plantas do Nordeste. Fortaleza: UFC, 1981. 209p.

DÁRIO, G. J. A.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; DOURADO-NETO, D.;

MARTIN, T. N.; CRESPO, P. E. N. Controle químico de brusone em arroz irrigado. Revista da FZVA, v.12, n.1, p.25-33, 2005.

DIBY, P.; KYUNG, S.P. Identification of volatiles produced by *Cladosporium cladosporioides* CL-1, a fungal biocontrol agent that promotes plant growth. Sensors, v.13, n.10, p.13969-13977, 2013.

EDGINGTON, L. V.; KNEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. Phytopathology, v.61, n.1, p.42-44, 1971.

FUKUNAGA, K. Fungicide development for blast control. In: The rice blast disease, Symposium at the International Rice Research Institute, Baltimore, 1963. Anais...Baltimore, Johns Hopkins Press, 1965. p.409-14.

KUSARI, S.; SINGH, S.; JAYABASKARAN, C. Rethinking production of taxol? (paclitaxel) using endophyte biotechnology. Trends in Biotechnology, v.32, p.304-311, 2014.

LI, Q.; JIANG, Y.; NING, P.; ZHENG, L.; HUANG, J.; LI, G.; JIANG, D.; HSIANG. Supressão de *Magnaporthe oryzae* por filtrados de cultura de *Streptomyces globisporus* JK-1. Biology Controle, v.58, n.2, p.139-148. 2011.

MARTINS, B. E. M.; CHAIBUB, A. A.; CORTÊS, M. V. C. B.; LOBO, V. L. S.; FILIPPI, M. C. C. Characterization of bacterial isolates for sustainable rice blast control. Revista Caatinga, v.33, n.3, p.702-712, 2020.

MINERDI, D.; BOSSI, S.; GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. Volatile organic compounds: a potential direct long-distance mechanism for antagonistic action of *Fusarium oxysporum* strain MSA 35. Environmental Microbiology, v.11, n.4, p.844-854, 2009.

MORATH, S. U.; HUNG, R.; BENNETT, J. W. Fungal volatile organic compounds: a review with emphasis on their biotechnological potential. Fungal Biology Reviews, v.26, n.2, p.73-83, 2012.

NINGTHOUJAM, S.; SANASAM, S.; TAMREIHAO, K.; NIMAICH, S. Antagonistic activities of local actinomycete isolates against rice fungal pathogens. African Journal of Microbiology Research, v.3, n.11, p.737-742, 2009.

PAGANS, E.; FONT, X.; SÁNCHEZ, A. Emission of volatile organic compounds from composting of different solid wastes: abatement by biofiltration. Journal of Hazardous Materials, v.131, n.1, p.179-186, 2006.

PARK, Y. S.; DUTTA, S.; ANN, M.; RAAIJMAKERS, J. M.; PARK, K. Promotion of plant growth by *Pseudomonas fluorescens* strain SS101 via novel volatile organic compounds. Biochemical and

- Biophysical Research Communication, v.461, n.2, p.361-365, 2015.
- PEREIRA, R. T. G.; PFENNING, L. H.; CASTRO, H. A. Caracterização e dinâmica de colonização de *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries em frutos do cafeeiro (*Coffea arábica* L.). Ciência e Agrotecnologia, v.29, n.6, p.1112-1116, 2005.
- PRABHU A. S.; FILIPPI M. C. Brusone em arroz: controle genética, progresso e perspectivas. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2006. 345p.
- REDDY, C. R.; SUMAN, D.; RAO, N. N. Alkyne-mediated approach for total syntheses of *Cladospolid*es A, B, C and Iso-*Cladospolid*e B. European Journal of Organic Chemistry, v.18, p.3786-96, 2013.
- ROMEIRO, R. S. Bactérias Fitopatogênicas. Viçosa: UFV, 1995, 367p.
- ROTENBERG, S. A; HUANG, M. H; ZHU, J.; SU, L.; RIEDEL, H. Análise de deleção de inativação de proteína cinase C por calphostin C. Molecular Carcinogenesis, v.12, p.42-49, 1995.
- SAKAGAMIA, Y.; SANO, A.; HARA, O.; MIKAWA, T.; MARUMO, S. Cladosporol, B-1, 3-Glucan biosynthesis inhibitor, isolated from fungus, *Cladosporium cladosporioides*. Tetrahedron Letters, v.36, n.9, p.1469-1472, 1995.
- SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C. Introduction to food and air-borne fungi. 6. ed. Baarn: CBS, 2000. 389p.
- SI, D.; SEKAR, N. M.; KALIAPPAN, K. P. A flexible and unified strategy for syntheses of *Cladospolid*es A, B, C, and Iso-*Cladospolid*e B. Organic & Biomolecular Chemistry, v.91, n.22, p.6988-97, 2011.
- SOARES, W. L. Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. (Tese de Doutorado). FIOCRUZ. Rio de Janeiro: 2010. 150p.
- SOBRINHO, A. N.; CRUZ, A. G.; BEZERRA, A. G.; NASCIMENTO, O. I.; SILVA, B. G.; FILIPPI, C. C. M. Avaliação da incidência de brusone em arroz (*Oryza sativa* L.) de terra altas sob cultivo com diferentes dosagens de agrosilício e rotação de cultura com soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sistemas de plantio direto. Agroecossistemas, v.5, n.1, p.19-24, 2013.
- TAHIR, A. S.; GU, Q.; WU, H.; RAZA, W.; HANIF, A.; WU, L.; COLMAN M. V.; GAO, X. Plant growth promotion by volatile organic compounds produced by *Bacillus subtilis* SYST2. Frontiers in Microbiology, v.8, p.1-11, 2017.
- TALBOT, N. J. On the trail of a cereal killer: exploring the biology of *Magnaporthe grisea*. Annual Review Microbiology, v.57, p.177-202, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed. 719p.
- TEO, Y. H.; BEYROUTY, C. A.; NORMAN, R. J.; GBUR, E. E. Nutrient uptake relationship to root characteristics of rice. Plant and Soil, v.171, n.2, p.297-302, 1995.
- VALENT, B.; CRAWFORD, M. S.; WEAVER, C. G.; CHUMLEY, F. G. Genetic studies of fertility and pathogenicity in *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia oryzae*). Iowa State Journal of Research, v.60, p.569-941, 1986.
- WANG, X.; RADWAN, M. M.; TARÁWNEH, A. H.; GAO, J.; WEDGE, D. E.; ROSA, H.; CUTLER, H. G.; CUTLER, S. J. Antifungal activity against plant pathogens of metabolites from the endophytic fungus *Cladosporium cladosporioides*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.61, p.4551-55, 2014.
- WRIGLEY, S. K.; AINSWORTH, A. M.; KAU, D. A.; MARTIN, S. M.; BAHL, S.; HARDICK, D. J.; RAWLINS, P.; SADHEGHI, R.; MOORE, M. Novel reduced benzo[j]fluoranthene-3-ones from *Cladosporium* cf. *cladosporioides* with cytokine production and tyrosine kinase inhibitory properties. Journal of Antibiotics, v.54, p.479-488, 2001.
- YAMAGIWA, Y.; INAGAKI, Y.; ICHINOSE, Y.; TOYODA, K.; HYAKUMACHI, M.; SHIRAISHI, T. *Talaromyces wortmannii* FS2 emits β -caryophyllene, which promotes plant growth and induces resistance. J. Gen. Plant Pathology, v.77, p.336-341, 2011.
- ZOU, C.; LI, Z.; YU, D. *Bacillus megaterium* strain XTBG34 promotes plant growth by producing 2-pentylfuran. Journal of Microbiology, v.48, p.460-466, 2010.

Capítulo 4

ESTRUTURA E FITOSSOCIOLOGIA DOS AGRUPAMENTOS DE ESPÉCIES EM UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

Luis Paulo Baldissera Schorr¹

Fabiano de Oliveira Fortes²

Franciele Alba da Silva³

Magda Lea Bolzan Zanon⁴

Tarik Cuchi⁵

¹MSc. Doutorando em Eng. Florestal, UFLA, Lavras-MG, lpbs93@gmail.com

²Dr. Prof. Depto. Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria-RS, fabianofortes@gmail.com

³MSc. Doutoranda em Eng. Florestal, UFPR, Curitiba-PR, francielealba47@gmail.com

⁴Dr. Prof. Depto. Engenharia Florestal, UFSM, Frederico Westphalen-RS, magdazanon@ufsm.br

⁵MSc. Doutorando em Ciências Florestais, UNICENTRO, Irati-PR, tarikcuchi@gmail.com

Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta áreas de florestas naturais que se encontram alteradas de sua forma original, ocasionado pela devastação das florestas, que ocorreu principalmente pela exploração excessiva de madeiras de interesse econômico e da conversão destas áreas com objetivo agrícola (KILCA & LONGHI, 2011; SCIPIONI et al., 2012).

Portanto, o estudo dessas áreas é necessário pois a fragmentação produz alterações significativas na floresta que podem influenciar no funcionamento e permanência do ecossistema. Além disso, tais alterações podem estar ligadas com perdas genéticas, dificultando assim a manutenção das espécies (ALMEIRA et al., 2015).

Para a conservação das florestas, é essencial conhecer a sua estrutura, pois este parâmetro revela como as espécies estão arrançadas (CALLEGARO et al., 2012). Pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de caracterizar as florestas, observando a estrutura horizontal, vertical, estrutura diamétrica e agrupamentos das espécies presentes (ARAUJO et al., 2010; ARRUDA et al., 2011; CALLEGARO et al., 2014; MARAGON et al., 2016; CORDEIRO et al., 2017; KANIESKI et al., 2017).

A análise fitossociológica tem potencial de caracterizar a composição florística de espécies da floresta, e a análise de agrupamentos busca identificar grupos de semelhança e arranjo das espécies presentes. Os resultados apresentados por essas técnicas permitem o entendimento da floresta e adaptação das espécies, fatores que dão suporte para o manejo das florestas nativas e para a conservação dos recursos naturais (ARAUJO et al., 2010).

Desta forma, o objetivo do trabalho é caracterizar os agrupamentos de espécies existentes em um fragmento de Floresta Estacional Decidual situado no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil, e demonstrar a estrutura e fitossociologia dos grupos de indivíduos presentes neste remanescente florestal.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Decidual de aproximadamente 50 hectares pertencente à área da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen, situado na Latitude de 27°23'44,40"S e Longitude de 53°25'59,26"O, município de Frederico Westphalen, região do Médio Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1).

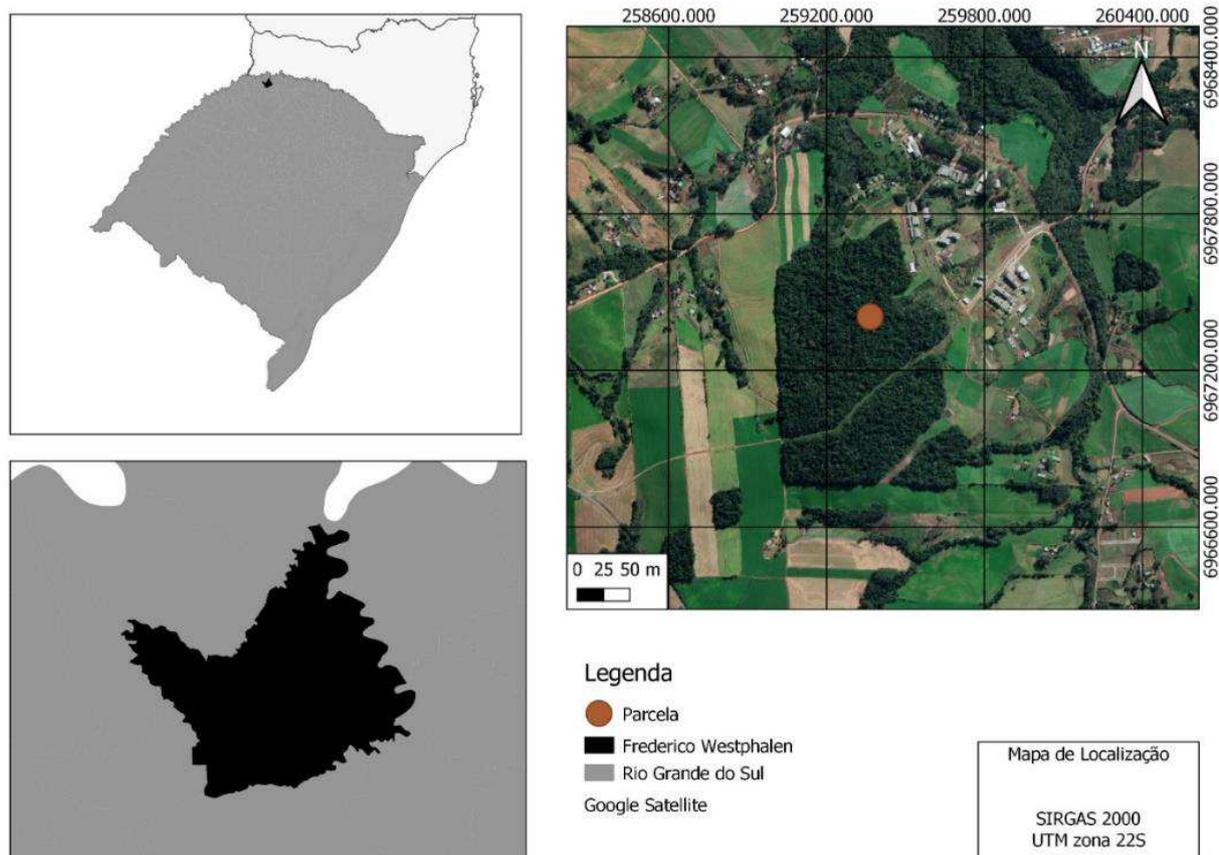


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: adaptado de IBGE (2019) e Google Earth (2019).

O clima local é do tipo Cfa (Subtropical Úmido), segundo classificação de Köppen, tendo como características uma temperatura média de 18°C, sendo que temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, e a do mês mais frio inferior a 3°C, apresentando também a ocorrência média de geadas entre 5 e 15 vezes por ano. A precipitação média anual apresenta-se no intervalo de 1.800 e 2.100mm (MORENO, 1961; NIMER, 1990).

Foi utilizada uma parcela permanente de 10.000 m², subdividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m (100m²). Em cada subparcela foram identificados e mensurados todos os indivíduos arbóreos com CAP (Circunferência à Altura do Peito) ≥ 31 cm, quanto ao CAP e altura total (H). Para a verificação da suficiência amostral utilizou-se a curva de rarefação de espécies e de cobertura da amostra. Para isso, foi considerado um intervalo de confiança de 95% baseado em 1000 repetições por retro amostragem, processamento realizado pelo pacote *INEXT* do *software* R (CHAO et al., 2014).

A análise de agrupamento foi realizada utilizando todas as subparcelas, tendo como variável o número de indivíduos existentes. Foi utilizada a Distância Euclidiana Média como medida de similaridade e o método de Ward

como processo de agrupamento. A representação dos agrupamentos foi feita sob a forma de dendrograma.

A linha de Fenon foi utilizada para definição dos grupos no dendrograma, com um traçado paralelo ao eixo horizontal, no ponto médio da distância Euclidiana (JOHNSON & WICHERN, 1982; SOUZA et al., 1990).

O coeficiente de correlação cofenético foi utilizado para medir o grau de ajuste entre a matriz de dissimilaridade e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento (VALENTIN, 2000).

Após a identificação dos grupos, os parâmetros fitossociológicos foram calculados considerando as espécies em cada grupo. Os dados levantados a campo foram utilizados para a determinação dos parâmetros fitossociológicos de Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), e Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Cobertura (IVC). A diversidade de espécies foi avaliada através do índice de diversidade de Shannon e coeficiente de equabilidade de Pielou. A nomenclatura

botânica foi verificada junto a Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2020).

Posteriormente, os indivíduos foram classificados quanto a diferentes classes de altura, sendo estas: Estrato inferior (EI), Estrato intermediário inferior (EII), Estrato intermediário superior (EIS) e Estrato superior (ES). Esta divisão considerou o intervalo dos grupos: EI – abaixo da média menos duas vezes o desvio-padrão; EII – entre a média menos o desvio-padrão; EIS – entre a média mais um desvio-padrão e ES – acima da média mais duas vezes o desvio-padrão. Para o processamento dos dados foi utilizado o *software* FitoPac 2.2 e o *software* R (R CODE TEAM, 2018).

Resultados e Discussão

A suficiência amostral apresentada na Figura 2 indica que a amostragem se apresenta suficiente para explicar os resultados. A curva de rarefação e extrapolação de espécies estima que o número de novas espécies que entrariam no levantamento utilizando o dobro de amostras é menor que 8. Vale destacar que, essa pequena diferenciação permite avaliar que o estudo representa quase que a totalidade da riqueza para esse ecossistema florestal. Esse resultado corrobora com a curva de cobertura da amostra que está estabilizada acima de 99%, indicando elevada integridade da amostragem, a qual alcançou um grau fixo de complexidade para o local, permitindo interromper o processo de coleta de dados a partir das 100 subparcelas (10.000 m²).

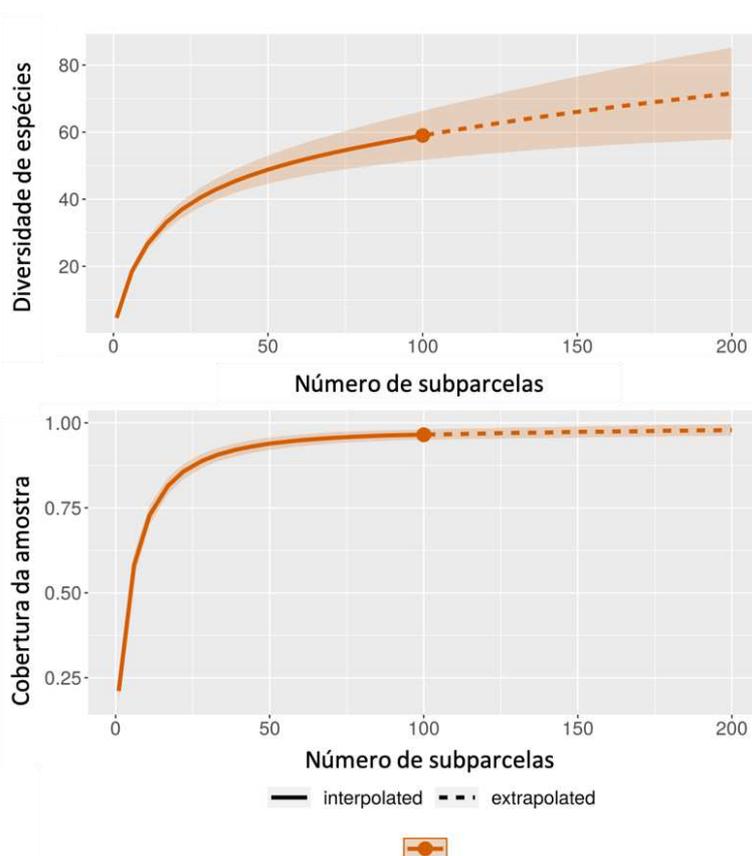


Figura 2. Curva de rarefação e extrapolação do fragmento de Floresta Estacional.

Ao todo foram amostrados 581 indivíduos, distribuídos em 28 famílias botânicas e 58 espécies. Dentre as famílias encontradas, as que apresentam maior riqueza são as Fabaceae (10 espécies), Meliaceae (5 espécies), Euphorbiaceae (4 espécies) e Myrtaceae (4 espécies). O índice de Shannon verificado é de 3,324, o Índice de Equabilidade de Pielou de 0,815.

Em termos gerais, o fragmento apresenta resultados similares aos encontrados na região, sendo que o número de espécies (58) corrobora com o estudo de Almeida et al. (2015), que analisando um fragmento de Floresta Estacional Decidual em Frederico Westphalen/RS observaram um total de 55 espécies na classe de indivíduos de porte arbóreo (CAP \geq 30cm).

Além disso, pode ser verificado maior diversidade do fragmento em estudo, uma vez que o índice de Shannon ($H' = 3,324$) se mostra acima do valor de 2,93, descritos por Turchetto et al. (2015), indicando uma maior heterogeneidade deste remanescente florestal. Outro fator que o fragmento se destaca dos demais é pelo Índice de Equabilidade de Pielou ($J = 0,82$), também superior aos 0,70 encontrados por Turchetto et al. (2015) e 0,79 de Scipioni et al. (2011), resultado que sugere que a distribuição das espécies ao longo das subparcelas se mostra mais homogênea, quando comparadas a outros locais de estudo na região.

A análise de agrupamento no fragmento de Floresta Estacional Decidual em estudo foi

realizada na forma de dendrograma (Figura 3), baseando-se nisto, percebe-se que foram agrupadas as espécies similares. A linha de Fenon (em laranja), indica o traçado à 50% da distância, dividindo as espécies em 3 grupos (1, 2 e 3), sendo estes respectivamente formados por 1, 7 e 51 elementos.

O coeficiente de correlação cofenética é de 0,73, sendo assim, a análise de agrupamentos é considerada válida, uma vez que, valores para essa métrica superiores a 0,70 indicam que, a técnica se mostra adequada para descrever e resumir as informações do conjunto da comunidade vegetal (ALBUQUERQUE et al., 2015).

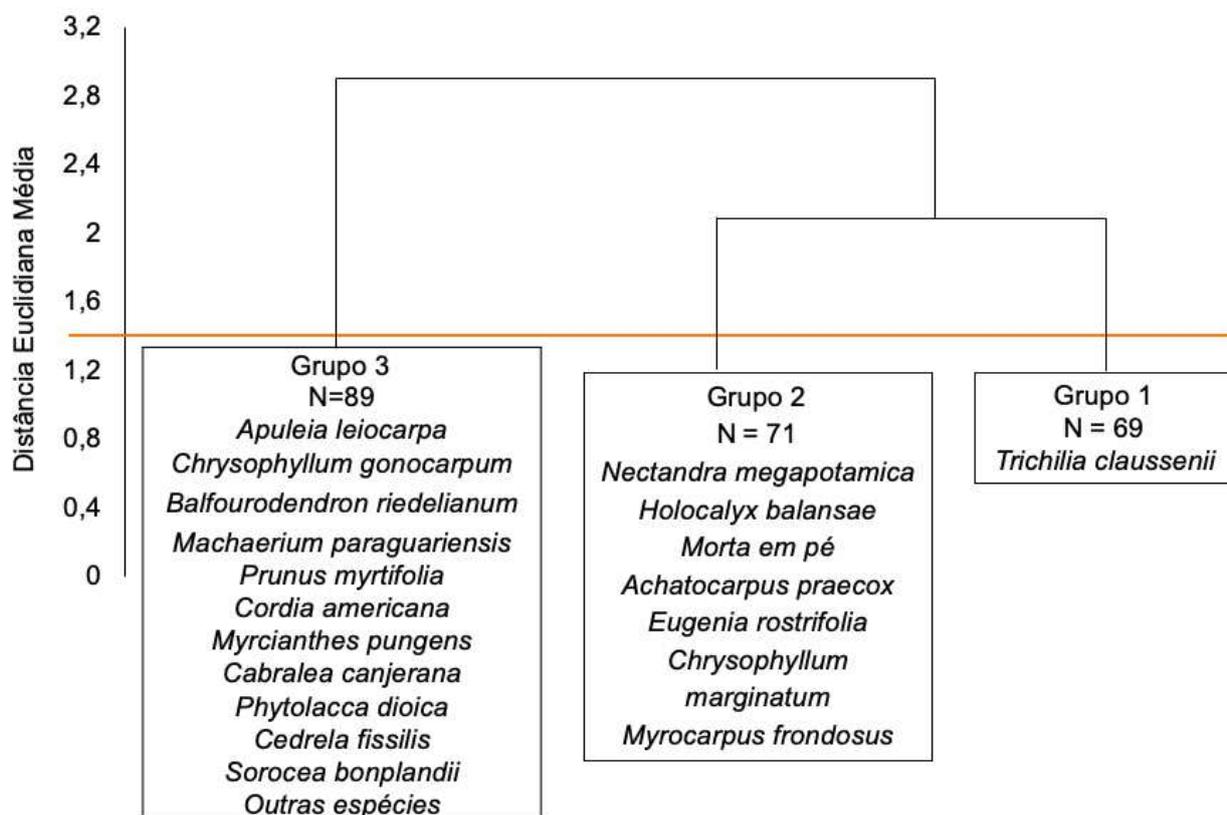


Figura 3. Dendrograma de análise do Fragmento de Floresta Estacional Decidual.

Pelos resultados obtidos observa-se que a ocorrência de diferentes características estruturais e fitossociológicas entre os agrupamentos de espécies existentes na Floresta Estacional Decidual está confirmada, uma vez que, os 3 agrupamentos presentes na área de estudo possuem características

estruturais e fitossociológicas diferenciadas, sendo que os Grupos 1, 2 e 3 estão distribuídos em 69, 71 e 89 das 100 subparcelas amostradas, respectivamente. Dentre os 3 grupos, as principais diferenças observadas são a densidade de indivíduos e a diversidade de espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos para as espécies pertencentes aos diferentes agrupamentos.

Grupo 1 (N = 69)										
Espécie	DA (ind/ha)	DR (%)	DoA (m ² /ha)	DoR (%)	FA	FR (%)	IVC (%)	IVI (%)	PC (%)	PI (%)
<i>Trichilia clausenii</i>	118	100	2,37	100	69	100	200	300	100	100
Grupo 2 (N = 71)										
<i>Nectandra megapotamica</i>	45	22,96	5,62	28,72	29	20,14	51,68	71,82	25,84	23,94
<i>Holocalyx balansae</i>	19	9,69	5,91	30,19	18	12,5	39,88	52,38	19,94	17,46
<i>Morta em pé</i>	30	15,31	2,18	11,13	26	18,06	26,44	44,5	13,22	14,83
<i>Achatocarpus praecox</i>	36	18,37	1,67	8,50	19	13,19	26,87	40,06	13,43	13,35
<i>Eugenia rostrifolia</i>	26	13,27	1,77	9,02	20	13,89	22,29	36,18	11,14	12,06
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	22	11,22	1,25	6,38	18	12,5	17,6	30,1	8,8	10,03
<i>Myrocarpus frondosus</i>	18	9,18	1,19	6,06	14	9,72	15,24	24,96	7,62	8,32
Total Grupo 2	196	100	19,59	100	144	100	200	300	100	100
Grupo 3 (N=89)										
<i>Apuleia leiocarpa</i>	20	7,49	0,80	5,50	19	7,66	12,99	20,65	6,50	6,88
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	18	6,74	0,86	5,90	18	7,26	12,64	19,90	6,32	6,63
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	14	5,24	0,65	4,44	13	5,24	9,69	14,93	4,84	4,98
<i>Machaerium paraguayensis</i>	12	4,49	0,69	4,69	11	4,44	9,18	13,62	4,59	4,54
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	3,00	1,08	7,41	6	2,42	10,41	12,82	5,21	4,27
<i>Cordia americana</i>	3	1,12	1,53	10,47	3	1,21	11,59	12,80	5,80	4,27
<i>Myrcianthes pungens</i>	12	4,49	0,45	3,06	11	4,44	7,56	11,99	3,78	4,00
<i>Cabrlea canjerana</i>	9	3,37	0,73	4,99	9	3,63	8,36	11,99	4,18	4,00
<i>Phytolacca dioica</i>	3	1,12	1,39	9,52	3	1,21	10,65	11,86	5,33	3,95
<i>Cedrela fissilis</i>	10	3,75	0,60	4,11	9	3,63	7,86	11,49	3,93	3,83
<i>Sorocea bonplandii</i>	13	4,87	0,19	1,33	12	4,84	6,20	11,04	3,10	3,68
<i>Outras espécies</i>	145	54,24	5,65	38,57	134	54,01	92,89	146,9	46,6	49,01
Total Grupo 3	267	100	14,62	100	248	100	200	300	100	100

Onde: N = Número de subparcelas em que o grupo está presente; Da = Densidade absoluta; Dr (%) = Densidade relativa; DoA = Dominância absoluta; DoR(%) = Dominância Relativa; FA = Frequência absoluta; Fr (%) = Frequência relativa; IVC = Índice valor de cobertura; IVI = Índice valor de importância ; PC (%) = Porcentagem de importância ; PI (%) = Porcentagem de cobertura.

O grupo 1 é formado apenas pela espécie *Trichilia clausenii*, conhecida popularmente por catiguá ou catiguá vermelho, a qual aparece isolada no processo de agrupamento. A espécie possui alta densidade e dominância, como pode ser visto na Tabela 1. Não foram calculados os valores de diversidade e equabilidade para este agrupamento tendo em vista que é composto por apenas uma espécie.

A classificação da espécie em um único agrupamento pode ser explicada por sua alta densidade de indivíduos (118ind/ha) e alta dominância (2,37m²/ha), proporcionando um alto valor de importância geral para a espécie. Diante da sua alta densidade, a espécie pode ser caracterizada como indicadora do primeiro nível de divisão de agrupamentos florestais. Isso pode ser explicado pois as espécies de maior densidade do dossel inferior e do sub-bosque são as responsáveis pela diferenciação das subformações, condição sucessional e no aspecto fisionômico interno da floresta secundária (SCIPIONI et al., 2011).

O estudo de Almeida et al. (2015) sobre a análise de um remanescente de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria/RS destacou a espécie como de maior valor de importância em seu grupo ecológico. Assim, pode-se considerar a espécie com uma das mais representativas da Floresta Estacional Decidual. Outro fator que deve ser ressaltado, é a eficiente adaptação da espécie ao ambiente local, podendo sugerir a utilização da mesma em áreas que necessitam de recomposição florestal (SCCOTI et al., 2011).

O grupo 2 é composto por 196 indivíduos distribuídos em 6 espécies que correspondem a 5 famílias botânicas (Tabela 1). O índice de Shannon calculado é de 1,895 e o Coeficiente de Equabilidade de Pielou de 0,978.

A elevada equabilidade deste grupo indica à distribuição homogênea das espécies. Isso deve-se a baixa disparidade entre a proporção de indivíduos do agrupamento, fato explicado pela baixa variação da densidade relativa dos indivíduos (SANTANA et al., 2019).

Neste grupo, a *Nectandra megapotamica* é a espécie de maior importância (PI= 23,94%), fato que tem resultado de uma alta frequência e densidade de indivíduos. A *Holocalix balansae* é a espécie que apresenta maior dominância (5,914m²/ha), mesmo com um moderado número de indivíduos (19). Outro resultado importante observado para este grupo é a presença de 30 indivíduos mortos em pé, representando 15,31% dos indivíduos deste grupo.

O terceiro agrupamento, nomeado de grupo 3, apresenta 267 indivíduos, distribuídos em 51 espécies (1 não foi identificada) e 27 famílias botânicas (Tabela 1). O índice de Shannon para este grupo é de 3,562 e o valor do coeficiente de Pielou de 0,90.

A maior diversidade é observada para o grupo 3, o qual possui o menor número de indivíduos por espécies. Conforme Araújo et al.

(2010), grupos com poucas espécies que possuem alta representatividade, ou seja, alto número de indivíduos resulta em redução da diversidade nos agrupamentos e vice-versa.

A espécie que tem maior importância para esse grupo é a *Apuleia leiocarpa*, a qual apresenta PI = 6,88%, também se destacando por possuir a maior densidade no grupo (7,49%). A *Chrysophyllum gonocarpum* é outra espécie que se destaca neste grupo por possuir elevada importância (PI=6,63%), considerado muito próximo do valor da *A. leiocarpa*. Deve-se tomar especial atenção para *Cordia americana* e *Phytolacca dioica*, espécies que com 3 indivíduos cada, perfazem 1,53 e 1,39m²/ha de área basal, respectivamente.

Quanto a estratificação da estrutura vertical dos agrupamentos, os indivíduos apresentam similaridade em suas distribuições no estrato vertical da floresta (Figura 4).

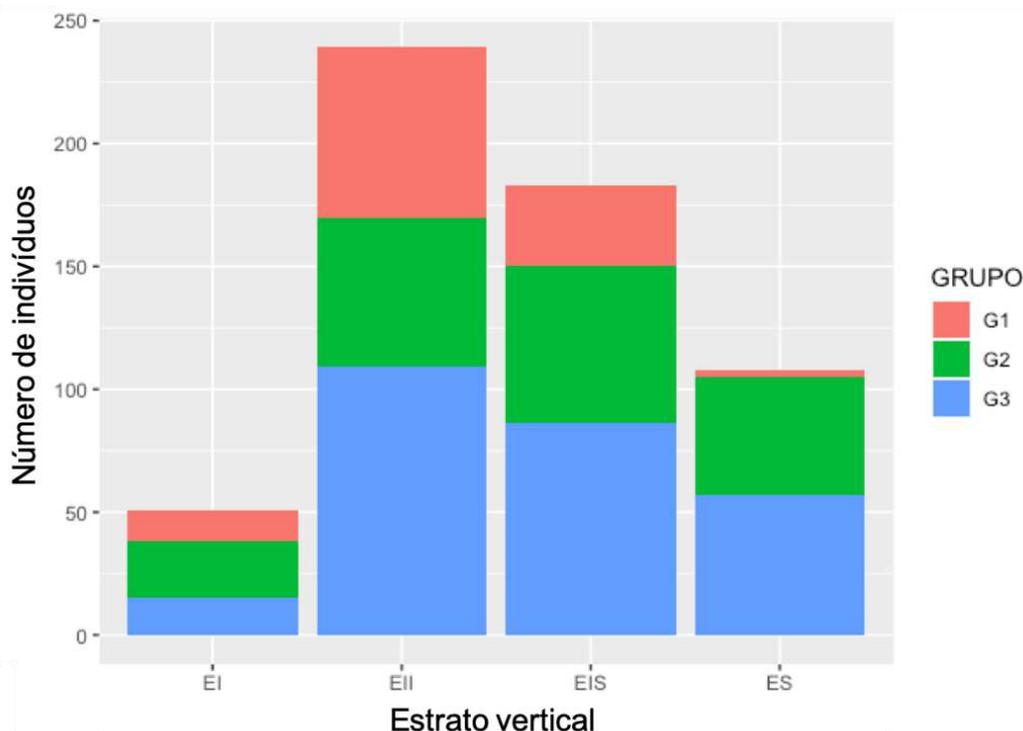


Figura 4. Distribuição dos indivíduos presentes no grupo 1, 2 e 3 quanto à estrutura vertical.

Os indivíduos do grupo 1 apresentam distribuição em todos os estratos verticais da floresta, sobressaindo-se no EII com 69 indivíduos. A média geral de altura da espécie é de 9,7m.

A estratificação vertical para o grupo 2, a qual indica uma altura média de 12,4m, apresenta a maior frequência de indivíduos nos estratos intermediários EII e EIS. A *Chrysophyllum marginatum* se destaca nos estratos intermediários da floresta, totalizando

17 indivíduos distribuídos entre o estrato EIS e EII. Para o estrato superior (ES) destacam-se a *Nectandra megapotamica* e a *Holocalix balansae*.

Para o grupo 3 observa-se uma altura média de 12,1m, sendo o EII como aquele que apresenta a maior frequência de indivíduos (109). A *Apuleia leiocarpa* se destaca no EIS e ES da floresta. Verifica-se que nos estratos intermediários se encontram todos os indivíduos de *Chrysophyllum gonocarpum*.

Quanto as questões de estrutura vertical, comparando os agrupamentos não se observa grande diferenciação entre os grupos. Apenas para EIS e ES, o grupo 1 apresenta pequena diferença em relação aos demais, justificada pelas características biológicas da espécie, a qual geralmente tem altura de até 12 m (LORENZI, 2002). Vale salientar que, mesmo que a maioria dos indivíduos estejam presentes nos estratos intermediários (EII e EIS), grande parte das espécies dos 3 agrupamentos apresentam indivíduos no EI, fator importante pois indica a perpetuação das mesmas nessa floresta, considerando que as árvores regenerantes estão em sua maioria no EI.

Diante das diferenças estruturais e ecológicas observadas nesse trabalho, ressalta-se que as intervenções e os planejamentos realizados para conservação do ecossistema devem considerar essa distinção entre os grupos, bem como de suas respectivas espécies (ARAUJO et al., 2010). Por fim, sugere-se que sejam realizadas pesquisas sobre indicadores de diferenciação entre as espécies da Floresta Estacional Decidual para que sejam definidos critérios para o gerenciamento desse ecossistema florestal.

Conclusão

Os grupos identificados apresentaram diferentes características estruturais e fitossociológicas.

As espécies mais representativas de cada grupo conforme o Índice de Valor de Importância foram a *Trichilia clausenii* (Grupo 1), *Nectandra megapotamica* e *Holoclix balansae* (Grupo 2) e *Apuleia leiocarpa* e *Chrysophyllum gonocarpum* (Grupo 3).

A aplicação da técnica de análise multivariada (análise de agrupamento) em floresta nativa permitiu a estratificação da vegetação em diferentes grupos, possibilitando utilizar os resultados para futuros trabalhos de manejo florestal na área, com ferramentas que auxiliam na recomposição e preservação da Floresta Estacional Decidual.

Referências

ALBUQUERQUE, J. M. DE; WATZLAWICK, L. F.; KOEHLER, H. S.; LONGHI, S. J. Análise de agrupamento florístico de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, v.8, n.3, p.27-36, 2015.

ALMEIDA, C. M. DE; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. L.; ROVEDDER, A. P.; SCOTI, M. S. V.; D'AVILA,

M.; AIMI, S. C.; TONETTO, T. DA S. Análise de agrupamentos em remanescente de floresta estacional decidual. *Ciência Florestal*, v.25, n.3, p.781-789, 2015.

ARAUJO, M. M.; CHAMI, L.; LONGHI, S. J.; AVILA, A. L. DE; BRENO, D. A. Análise de agrupamento em remanescente de floresta ombrófila mista. *Ciência Florestal*, v.20, n.1, p.1-18, 2010.

ARRUDA, D. M.; BRANDÃO, D. O.; COSTA, F. V.; TOLENTINO, G. S.; BRASIL, R. D.; NETO, S. DA.; NUNES, Y. R. F. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore*, v.35, p.131-142, 2011.

CALLEGARO, R. M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fitossociologia de agrupamentos em Floresta Estacional Decidual no Parque Estadual Quarta Colônia, Agudo-RS. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.9, n.4, p.590-598, 2014.

CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, A. C. B.; KANIESKI, M. R.; FLOSS, P. A.; GRACIOLI, C. R. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional decidual ripária em Jaguari, RS. *Ciência Rural*, v.42, n.2, p.305-311, 2012.

CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; HSIEH, T. C.; SANDER, E. L.; MA, K. H.; COLWELL, R. K.; ELLISON, A. M. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, v.84, n.1, p.45-67, 2014.

CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; MELO, R. W. DE; SCHIMABUKURO, Y. E.; FIOR, C. S. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. *Ciência Florestal*, v.27, n.3, p.883-896, 2017.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; FILHO, A. A. Estrutura fitossociológica de uma Floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*, v.4, n.1, p.109-128, 1994.

GOOGLE. Google Earth Imagery. 2020. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 23 set. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal. 2019. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organiza-cao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 23 set. 2020.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. Madison: Prentice Hall International, 1982. 607p.

KANIESKI, M. R.; LONGHI, S. J.; MILANI, J. E. F.; SANTOS, T. L.; SOARES, P. R. C. Caracterização

florística e diversidade na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Floresta*, v.47, n.2, p.77-185, 2017.

KILCA, V. R.; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (Orgs.). *A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional*. Santa Maria: Pallotti, 2011. p.53-83.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Plantarum, 2002. 260p.

MARAGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da caatinga, semiárido Pernambucano. *Ciência Florestal*, v.26, n.3, p.863-874, 2016.

MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42p.

NIMER, E. *Clima*. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro: 1990. p.151-187.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.

REFLORA. *Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SANTANA, L. D.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos ecológicos das espécies

regenerantes de uma floresta urbana com 150 anos de sucessão florestal: o risco das espécies exóticas. *Ciência Florestal*, v.29, n.1, p. 1-13, 2019.

SCIPIONI, M. C.; FINGER, C. A. G.; CANTARELLI, E. B.; DENARDI, L.; MEYER, E. A. A. Fitossociologia em fragmento florestal no noroeste do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, v.21, n.3, p.409-419, 2011.

SCIPIONI, M. C.; LONGHI S. J.; BRANDELERO, C.; PEDRON, F. A.; REINERT, D. J. Análise fitossociológica de um Fragmento de floresta Estacional em uma catena de solos no morro do Cerrito, Santa Maria, RS. *Ciência florestal*, v.22, n.3, p.457-466, 2012.

SCOTTI, M. S. V.; ARAUJO, M. M.; WENDLER, C. F.; LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de floresta estacional decidual natural. *Ciência Florestal*, v.21, n.3, p.459-472, 2011.

SOUZA, A. L.; HOSOWAKA, R. T.; KIRCHNER, F. F.; MACHADO, S. A. Análises multivariadas para manejo de floresta natural na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo: análises de agrupamento e discriminante. *Revista Árvore*, v.14, n.2, p.85-101, 1990.

TURCHETTO, F.; CALLEGARO, R. M.; CONTE, B.; PERTUZZATTI, A.; GRIEBELER, A. M. Estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto-Uruguai, RS. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.2, p.280-285, 2015.

VALENTIN, J. L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 154p.

Capítulo 5

CONFECÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA COM A UTILIZAÇÃO DO PÓ DE PEDRA

Mateus Gomes Rolim¹
Elysson Marcks Gonçalves Andrade²
Ricardo Ricelli Pereira de Almeida³
Rafael Wandson Rocha Sena⁴
Vinícius Henrique de Alencar⁵

¹Bacharel em Eng. Civil, FSM, Cajazeiras-PB, mateusgr4.0@gmail.com

²Dr. em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, marcksagro@gmail.com

³Me. em Sistemas Agroindustriais, UFCG, Pombal-PB, engenheiroambientalfsm@gmail.com

⁴Me. Eng. Civil, UFC, Fortaleza-CE, rw_sena@hotmail.com

⁵Graduando em Eng. Civil, IFPB, Cajazeiras-PB, ingryd_henrique@hotmail.com

Introdução

Em meio a grande mobilização mundial para o consumo consciente dos recursos naturais não renováveis do nosso planeta, a indústria da construção civil vem buscando novas técnicas e materiais, para a utilização em seu meio. Visto que, apresenta-se como um dos setores da indústria que mais utiliza da matéria prima. Em meio a estudos desenvolvidos, a utilização de novos materiais, vem sendo pesquisada, para amenizar os impactos e ter características iguais ou melhores do que já é consumido pelo setor (REBOUÇAS, 2008).

A indústria da construção civil é a grande propulsora do desenvolvimento populacional e atinge diretamente o meio ambiente, pois é um dos setores que mais consome matéria prima, com também, é a grande geradora de resíduos, que em grande parte não tem sua destinação de forma adequada (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2012).

Através disso, a utilização de materiais que amenizem os impactos, gerados pelas construções, tem sido cada vez mais frequente. Com isso, surgem os materiais ecológicos, que têm um apelo sustentável, reduzindo os impactos provocados no meio ambiente (SILVA et al., 2018).

Segundo Pinto (2015), a construção civil no Brasil encontra-se em colapso, pois é um dos setores da indústria mais afetado pela crise que o país enfrenta. O mesmo autor ainda demonstra ainda que, a classe de menor renda é a que mais tem sido comprometida, pois está cada vez mais difícil o acesso a habitação, onde estes não têm o poder aquisitivo para adquirir o imóvel, gerando um déficit habitacional em todo país. Através disso, o estudo de novos materiais que utilizem menos materiais da indústria, podem

reduzir o custo dessas novas habitações, beneficiando assim, as pessoas das classes menos favorecidas e ainda, contribuindo para o meio ambiente.

Em meio aos diversos materiais e tecnologias que tem sido utilizado, os quais proporcionam redução nos custos das edificações e na maneira de se construir com sustentabilidade, não impactando o meio ambiente, surge o tijolo de solo cimento, composto por solo, cimento e água. Este, por sua vez, é feito de forma prensada através de moldes, não havendo a necessidade de queima em seu processo de cura. O mercado disponibiliza para o setor dois tipos de prensa, a manual e a hidráulica. Os moldes para a produção dos blocos são diversificados, havendo moldes para blocos completamente maciços e outros com detalhes como furos (REBOUÇAS, 2008).

Ainda de acordo com Rebouças (2008), o tijolo de solo cimento ou tijolo ecológico, se destaca com algumas vantagens em comparação aos sistemas tradicionais de alvenaria. Exemplo disso, é a redução de argamassa, pois esses tijolos, são confeccionados para terem um encaixe perfeito entre eles. As alvenarias de blocos ecológicos não precisam de revestimentos, caso o proprietário queira uma concepção arquitetônica mais rústica, pois ele já dá um perfeito acabamento estético.

Pissato e Soares (2006) destacam que, o melhor solo para o tijolo de solo cimento, é o arenoso, onde precisará de uma menor quantidade de cimento na sua mistura, tendo assim um tijolo mais ecológico, pois contará com menos produto proveniente da indústria, nesse caso, o cimento. Para estes autores, ao

longo dos anos vem se estudando a implantação do pó de pedra na construção, tendo seu uso voltado para o concreto, argamassa e compactação de solo.

O bloco de solo cimento surge como uma alternativa para minimizar os custos das edificações, tornando a construção acessível à população mais carente, por se tratar de um material abundante. A utilização do solo ainda reduz degradação do meio ambiente apresentando assim um apelo ecológico (PISSATO & SOARES, 2006).

A degradação da terra pode ser entendida como a deterioração dos solos e recursos hídricos, da vegetação e biodiversidade e a redução da qualidade de vida das populações afetadas (ARAÚJO et al., 2002; LOPES et al., 2010). Para Sousa et al. (2007), por degradação da terra se entende a redução ou a perda da produtividade biológica ou econômica das terras agrícolas em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, devido aos sistemas de utilização da terra ou por um processo ou, ainda uma combinação de processos, incluídos os resultantes de atividades humanas e padrões de povoamento, tais como: a erosão do solo causada pelo vento ou pela água; a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou das propriedades econômicas do solo e a perda duradoura da vegetação natural.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a utilização de pó de pedra em substituição parcial ao cimento na produção de blocos de solo cimento.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida na cidade Cajazeiras – PB, localizada no sertão do Estado a aproximadamente 500 km da capital João Pessoa nas coordenadas de 6° 53' 11" Sul, 38° 33' 41" Oeste. Segundo o IBGE (2010) a população é de aproximadamente 58.446 habitantes, com uma densidade demográfica de aproximadamente 103 hab/km², o município conta com uma extensão territorial de 565,899 km². O PIB é de aproximadamente R\$15.000 e as principais atividades são a agricultura, indústria, e serviço público.

Para realização da análise foram confeccionados bloco de terra comprimida (BTC), com as seguintes porcentagens de substituição, 0, 5, 10, 20 e 25%. De cada amostra foram confeccionados 12 corpos de provas para realização dos ensaios e análise estatística, o traço adotado foi de 1:10 que corresponde que a cada 1 kg de cimento foram utilizados 10 kg de solo. Vários tipos de traços foram adotados para produções destes blocos a exemplos de 1:8 e 1:12, através destes foi estabelecido com uma média aritmética, que chegou à utilização do traço 1:10 (PINTO, 2015).

Foram analisados dois períodos de cura para o ensaio de compressão simples e absorção de água, onde a primeira verificação foi realizada com 7 dias e a segunda com 28 dias após a modelagem do bloco. Esse período foi estabelecido para obtenção de melhores resultados pois a NBR 10834 (ABNT, 2012) Valores de resistência a compressão e absorção de água aos 28 dias de cura conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Valores de Resistência à compressão e absorção de água aos 28 dias

Valores Limites (aos 28 dias)	Média	Individual
Resistencia à compressão (MPA)	≥ 2,0	≥ 1,7
Absorção de água (%)	≤ 20	≤ 22

Fonte: NBR: 10834:2012.

Os solos devem ter algumas das características especificadas na NBR 10833 (ABNT, 2012), para que seja considerável aceito

para produção de BTC, no Quadro 2 observa-se os valores de referências adotados.

Quadro 2. Características do solo para utilização em BTC

Descrição	Porcentagens
Passados na peneira de 4,8mm n ^o 4	100
Passados na peneira 0,075mm n ^o 200	10 a 50
Limite de liquidez	≤ 45
Índice de plasticidade	≤ 18

Fonte: NBR: 10833:2012.

O solo foi coletado no Sítio Cantinho, localizado no município de Cajazeiras-PB, nas coordenadas do local de coleta de 6°56'30.8" Sul e 38°34'25.9" Oeste. A coleta do solo foi realizada com o auxílio de pá, enxada, alavanca e sacos para armazenamento do material e seu transporte. Para coleta, foi feita a capinação do local de extração do material, em seguida deu-se a marcação da área de 1,5 m² para realização da coleta do solo. Foram removidos, 20 cm da crosta para eliminação de materiais orgânicos existentes, após esse procedimento, foi feito a escavação para coleta do material, na qual foi coletado 120 Kg para moldagem dos blocos e ensaios de caracterização. O material foi transportado para o Laboratório da Faculdade Santa Maria-FSM, ficando armazenado no Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação, para realização dos ensaios de caracterização.

Utilizou-se o cimento Portland CP II-Z, que tem adição pozolânico em sua composição onde as características do cimento atendem aos requisitos da NBR 16697 (ABNT, 2018).

O pó de pedra granulometria variável foi fornecido pela Kibrita localizada no município de Cajazeiras-PB, nas coordenadas 6°53'22.8"S, 38°31'34.2"W e após transportado para o laboratório.

Para obtenção de um material com granulometria passante na peneira de 0,075mm foi utilizado um agitador mecânico para coleta, com quantidade suficiente para realização dos BTC e determinação da massa específica do material.

A água utilizada na pesquisa foi livre de impurezas, tratada e distribuída pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA.

O solo e a brita foram caracterizados visando o conhecimento do tipo de material utilizando a NBR 6457 (ABNT, 2016) que determina a preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização do solo.

Dentre os ensaios de caracterização foram realizados a análise granulométrica, normatizado pela NBR 7181 (ABNT, 2016), limite de liquidez NBR 6459 (ABNT, 2016), limites de plasticidade e índice de plasticidade normatizados pela NBR 7180 (ABNT, 2016). Para o pó de pedra, o ensaio realizado foi de determinação da massa específica pela NBR 16605 (ABNT, 2017) que determina a massa específica do cimento e outros materiais em pó.

As amostras para realização dos ensaios foram preparadas de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2016). Foi realizado o destorroamento do material e espalhado em uma lona plástica para o solo atingir a umidade higroscópica, logo em seguida foi feito o quarteamento do solo para separação dos volumes de material para cada ensaio posteriormente citado.

O ensaio de granulometria em solos segue a NBR 7181 (ABNT, 2016), a realização do ensaio se dá através de dois tipos, sendo eles peneiramento e sedimentação. Para ensaio de peneiramento utilizou-se o agitador de peneira, e um jogo de peneiras da série normal com aberturas de 50; 38; 19; 9,5; 4,8; 2,0; 1,2; 0,6; 0,42; 0,25; 0,15 e 0,075mm.

Os jogos de peneiras foram utilizados nos ensaios de peneiramentos grossos e finos, sendo utilizado o material retido na peneira de 2,0mm para o peneiramento grosso e 0,075mm para o ensaio de solos finos. Foi feito a lavagem nas peneiras de 2,0mm para remoção de material pulverulento, após este procedimento, foi colocado o material que ficou retido para secagem em estufa a 105°C. Para o peneiramento de granulometria fina, foi repetido o mesmo procedimento lavando o material na peneira de 0,075mm de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 2016).

Após a secagem do material por 24 horas em estufa, foi levado para a sequência de peneiras e agitado com o auxílio do agitador mecânico. Foi utilizada balança com resolução de 0,1 g para obter melhor precisão do material retido em cada peneira utilizada conforme a NBR 7181 (ABNT, 2016).

Para o ensaio de sedimentação foi utilizada proveta de vidro com capacidade de 1000 cm³, densímetro, defloculante e dispersor elétrico. Foi colocado 70 g de solos por 24 horas no defloculante, após esse período o material foi transferido para um dispersor por 15 minutos, em seguida colocado nas provetas com resolução de 1000 ml, e preenchido até a marca de 1000 ml com água destilada de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 2016).

Foram realizadas leituras de temperatura da água e do solo em sedimentação nos períodos de 30 segundos, 1, 2, 4, 8, 15, 30 minutos e 1, 2, 4, 8, 12 e 24 horas, para o mesmo período foi realizado a leitura do densímetro conforme a NBR 7181 (ABNT, 2016).

O limite de liquidez que tem seu ensaio realizado através do aparelho de Casagrande é normatizado segundo a NBR 6459 (ABNT, 2016). O ensaio de limite de liquidez (LL) foi

realizado com 130 g de solo, tendo sido reaproveitado para caracterizar o limite de liquidez.

O limite de liquidez (LL) é determinado através do teor de umidade quando aplicado 25 golpes, caso os pontos traçados não atinjam os devidos golpes, é feita a interpolação logarítmica dos dois valores superior e inferior próximo dos 25 golpes necessários. De cada ponto foi feito a coleta do local onde a ranhura se fechou no aparelho de Casagrande e colocado em estufa para determinação da umidade.

O Limite de plasticidade (LP) é determinado pela NBR 7180 (ABNT, 2016), que especifica o procedimento e o material utilizado para realização do ensaio. Para determinação do limite de plasticidade (LP), foram utilizados 70 g da amostra de solo para realização de 5 repetições do ensaio. A partir dos percentuais de umidade das repetições foi realizado média aritmética para obtenção do valor de LP. Este corresponde ao valor da umidade no qual o solo passa do estado plástico para o semissólido. O índice de plasticidade é calculado através da diferença do LL pelo LP.

Para determinação da massa específica do pó de pedra utilizou-se o procedimento da NBR 16605 (ABNT, 2017). Utilizou-se 60 g de material que passou na peneira de 0,075mm e após foi colocado querosene até a marca de 1 cm³, e levado para caixa de isopor para igualar a temperatura dos líquidos, por cerca de 30 minutos, e após o período foi registrado a primeira leitura V1. Para a segunda leitura foi colocado com auxílio de haste e funil, evitando que haja aderência do material a paredes do frasco, tampou se o frasco e fez giros inclinados no frasco para remoção de ar, colocou-se o frasco em banho por mais 30 minutos e após realizou-se a leitura do V2.

Para cálculo da massa específica do material utilizou-se a Equação 1.

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1} \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: ρ = massa específica absoluta (g/cm³); m = massa do material ensaiado (g); V1 = volume primeira leitura (cm³); V 2 = volume segunda leitura (cm³).

Após os ensaios com os materiais e analisado suas características, conforme as especificações do solo segundo a NBR 10833 (ABNT, 2012), o solo foi triturado em triturador da marca SAHARA modelo JAG 5000. Após os materiais foram encaminhados para o Laboratório de Materiais de Construção do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia da Paraíba Campus Cajazeiras (IFPB) para produção dos BTC, em prensa manual.

O pó de pedra, o solo e o cimentos foram armazenados e colocados em uma bandeja para realização da mistura dos materiais, o primeiro traço realizado foi o padrão com 0% de substituição adotando 1 kg de cimento e 10 kg de solo, onde foi feito a homogeneização dos materiais até atingir coloração uniforme. A mistura foi umedecida com 2 kg de água, através de ensaio tátil, e após realizado o teste do torrão que foi solto a altura de 1 metro e ele se esfacelou quando entra em contato com o piso.

Esse tipo de técnica é utilizado em diversas pesquisas na área segundo Taveira (2016), a umidade adequada para blocos de solo cimento é determinada de maneira Tátil, pegando pequena proporção da mistura e fazendo uma bola apertando ao abrir a mão deverá ter a marca dos dedos. Lima (2006), também adota o método do tato para determinar a umidade da mistura para produção dos BTC, a mistura teria que quando prensada na palma da mão o solo não poderia escorrer água e quando aberto a palma da mão o material deveria estar com formato consistente e a marca dos dedos.

Utilizou-se prensa manual com capacidade para produção de dois blocos por compressão. Foi colocado o material umedecido no compartimento de material da prensa e feito a moldagem dos blocos.

Logo após, foi realizado o mesmo procedimento anterior, desta vez realizando a adição do pó de pedra nas porcentagens estabelecidas anteriormente, produzindo assim 12 corpos de provas de cada traço com substituição, onde foram confeccionados um total de 60 blocos. O Quadro 3 demonstra o traço utilizado e a quantidade de material em cada traço.

Quadro 3. Porcentagem de substituição e quantidade de material utilizado

Traço (TR)	1:10	Solo (Kg)	Cimento (Kg)	Pó de Pedra (Kg)
Porcentagem de substituição (%)				
0		10,00	1,0	0,00
5		10,00	0,950	0,050
10		10,00	0,900	0,100
20		10,00	0,800	0,200
25		10,00	0,750	0,250

Após a fabricação das amostras, foram colocados em ambiente seco e livre de umidade para realização do processo de cura, onde foram umedecidos os blocos para haver uma melhor cura nos períodos de 1, 3 e 6 dias após a fabricação. Segundo Pecoriello (2003), após a produção dos blocos, os mesmos devem ser umedecidos para que não haja a secagem instantânea dos blocos prejudicando assim o processo de cura, por falta de hidratação do cimento.

Após os períodos de cura de 7 e 28 dias, os blocos foram preparados para serem submetidos ao ensaio de resistência a compressão e absorção de água. Para o ensaio de compressão foi realizado o capeamento dos blocos removendo os encaixes superiores das amostras analisadas, deixando a superfície de aplicação de carga uniforme, seguindo as recomendações da NBR 10836 (ABNT, 2013).

Analisou-se o desempenho dos BTC com adição do pó de pedra. Para realização destas caracterizações, os ensaios de compressão simples e absorção de água. Os ensaios procederam-se de acordo com a NBR 10836 (ABNT, 2013) e os resultados obtidos com os ensaios, foram confrontados com a NBR 10834 (ABNT, 2012).

Confeccionaram-se três blocos para cada variável, sendo elas a absorção de água dos blocos, resistência a compressão simples com 7 dias e com 28 dias. Os dados coletados foram analisados através de testes estatísticos, determinando a média e o desvio padrão dos resultados obtidos.

Resultados e Discussão

Conforme o Quadro 4, verifica-se que 100% do material passou na peneira de 4,8mm, atendendo assim o parâmetro estabelecido na NBR 10833 (ABNT, 2012).

Quadro 4. Peneiramento grosso do solo utilizado

Peneiramento Grosso			
Peneira (mm)	Massa (g)	Retida (g)	Passa (%)
38,1	0	0	100
25,4	0	0	100
19,1	0	0	100
9,5	0	0	100
4,8	0	0	100
2	73,8	73,8	0
Total	73,8		

Outro parâmetro que qualifica o solo como aceitável para produção dos BTC, também está relacionado ao ensaio de granulometria que é o material que passa na peneira de 0,075mm, para o solo atender as características

dessa especificação, o solo tem que passar entre 10 a 50%. Com base no Quadro 5, constata-se que 49,7% do material passa na peneira de 0,075mm, ficando entre as porcentagens estabelecidas pela NBR 10833 (ABNT, 2012).

Quadro 5. Peneiramento fino de solo utilizado

Peneiramento Fino			
Peneira (mm)	Massa (g)	Retida (g)	Passa (%)
1,2	3,9	3,90	91,0
0,6	6,2	10,10	82,8
0,42	5,2	15,30	75,8
0,25	3,2	18,50	71,6
0,15	10	28,50	58,3
0,075	6,4	34,90	49,7
Total	34,90		

O ensaio de limite de liquidez é o terceiro parâmetro para classificação do solo como adequado para produção dos BTC, o valor de LL tem que ser menor igual a 45%. Conforme

Quadro 6 e Figura 1, demonstram que o valor obtido de LL para o solo analisado é de 26,2% a 25 golpes, ficando assim entre o valor de referência segundo a NBR 10833 (ABNT, 2012).

Quadro 6. Limite de liquidez do solo

Limite de Liquidez					
Cápsula	50	22	2	13	12
Nº de Golpes	20	31	27	34	26
Peso Bruto Úmido (g)	13,8	14,1	16,5	16,1	12,5
Peso Bruto Seco (g)	12,2	12,7	14,6	14,3	11,4
Tara (g)	6,6	7,1	7,2	6,9	6,8
Peso da Água (g)	1,6	1,4	1,9	1,8	1,1
Peso do Solo Seco (g)	5,6	5,6	7,4	7,4	4,6
Teor de Umidade (%)	28,57	25,00	25,68	24,32	23,91
Limite de Liquidez	25 Golpes		Teor de umidade (%)		26,2

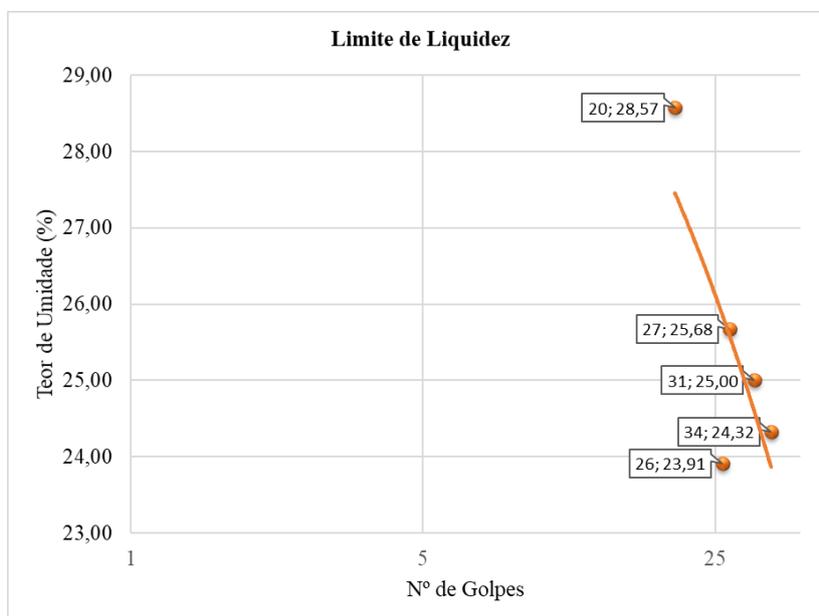


Figura 1. Limite de Liquidez.

O quarto parâmetro que caracteriza o solo como adequado para produção de BTC, é o índice de plasticidade que tem que ser menor igual a 18%, para obtenção do valor do índice de plasticidade é determinado o LP. Conforme o

Quadro 7, o LP obtido com o ensaio é de 19,13%, realizou-se a diferença entre o LL e o LP para obtenção do índice de plasticidade NBR 10833 (ABNT, 2012).

Quadro 7. Limite de Plasticidade do solo

Limite de Plasticidade					
Capsula Nº	21	49	5	34	39
Peso Bruto Úmido (g)	7,9	8	8,9	9,1	8,2
Peso Bruto Seco (g)	7,8	7,8	8,6	8,7	8
Tara (g)	7	7	7,1	6,7	6,9
Peso da Água (g)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2
Peso do Solo Seco (g)	0,8	0,8	1,5	2	1,1
Teor de Umidade (%)	12,5	25	20	20	18,18
Limite de Plasticidade (%)					19,13

O valor de IP é 7,07% adequando-se ao estabelecido pela NBR 10833 (ABNT, 2012). Conforme o Quadro 8, o solo se caracteriza como medianamente plásticas.

Segundo Souza et al. (2007), em trabalho realizado obteve parâmetros similares com o encontrado nesta pesquisa, em que os valores obtidos foram convergentes nos dados obtidos com o limite de consistência, os resultados obtidos por Souza et al. (2007), LL 27,1%, LP 18% e o IP 9,1%, esses parâmetros demonstram similaridade com os obtidos nesta pesquisa e se aproximando dos parâmetros sugeridos na NBR 10833 (ABNT, 2012).

Para Segatini e Alcântara (2010), a elevação dos índices de LL e IP do solo torna o mesmo com grandes restrições para ser estabilizado com cimento, deste modo a

sugestão apresentada pelos autores é que o LL seja menor igual a 45% e o IP menor igual a 18%, convergindo com os resultados obtidos por esta pesquisa.

Com relação ao ensaio de resistência a compressão, conforme a Figura 2, constata-se que os traços com 28 dias, apresentam maior ganho de resistência, quando comparados aos traços com 7 dias. Aos 28 dias, os valores médios dos traços TR0, TR5, TR10, os resultados alcançam os valores esperados pela NBR 10834 (ABNT, 2012), a qual destaca que a média dos corpos de prova ensaiados com 28 dias, tem que ser maior ou igual a 2,00 MPA. O traço que apresenta maior resistência a compressão é o de 5% de substituição de cimento por pó de pedra, atingindo 2,55 MPA de resistência média.

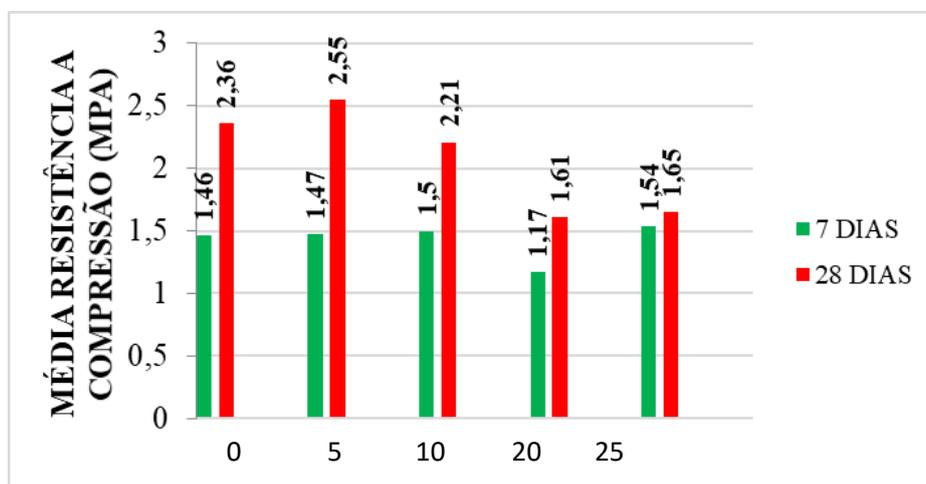


Figura 2. Valores médios de Resistência a compressão de blocos de terra comprimida aos 7 e 28 dias.

O traço com 10 % de substituição, atingiu o objetivo esperado, ficando com valores dentro da resistência estabelecida pela norma, com média de 2,21 MPA. Já os traços TR20 e TR25, apresentam médias de resistência abaixo

do estabelecido pela NBR 10834 (ABNT, 2012) com valores de 1,61 e 1,65 MPA, respectivamente.

Nas Figuras 3 e 4 observa-se o desvio padrão obtido para os traços dos 7 e 28 dias.

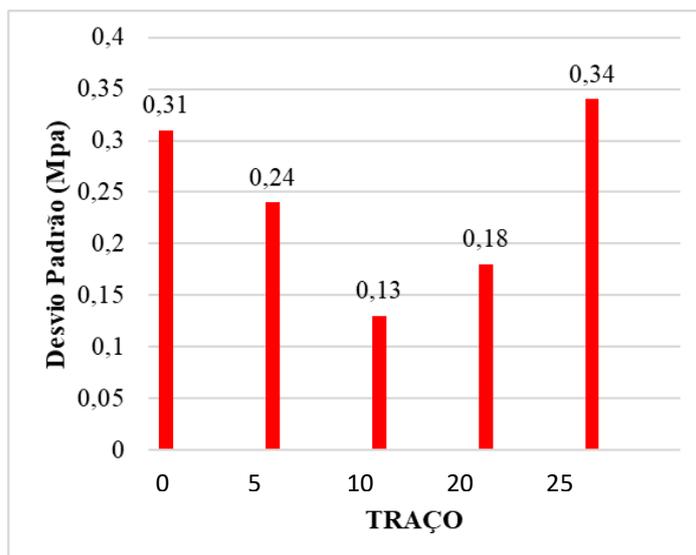


Figura 3. Desvio padrão dos dados de resistência aos 7 dias.

Verifica-se que o traço TR10 apresenta o menor desvio padrão, com valores expressos de 0,13 MPA, havendo uma menor dispersão dos valores obtidos. Já o traço TR25 apresenta um desvio padrão de 0,34 Mpa, havendo uma dispersão de 0,21 Mpa em comparação com TR10. Por outro lado, comparando-se com o

traço TR0, observa-se dispersão aproximada, com variação de 0,03 Mpa. Segundo Triola (1999), quanto maior o valor do desvio padrão, mais elevada será a dispersão, este valor indica, o quanto os resultados obtidos se distanciam da média.

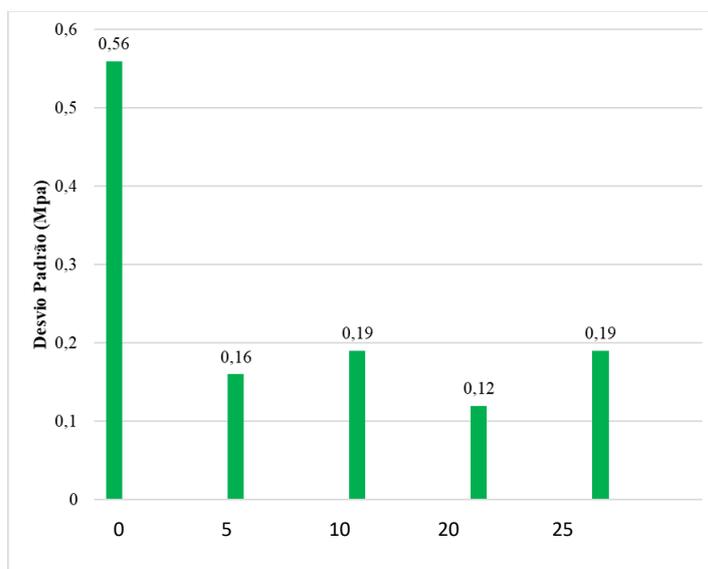


Figura 4. Desvio padrão dos dados de resistência aos 28 dias.

Conforme a Figura 4, observa-se que o desvio padrão aos 28 dias não segue o padrão analisado aos 7 dias, pois o traço TR0 aos 28 dias tem a maior dispersão da média para o período analisado com 0,56 Mpa, sendo o maior desvio observado. Já o menor desvio é constatado para o traço TR20, com 0,12 Mpa. Aos 28 dias, os traços TR5, TR10, TR20 e TR25,

não apresenta diferenças significativas, cuja diferença do maior valor para o menor de 0,07 Mpa.

A NBR 10834 (ABNT, 2012) determina que os valores individuais mínimo de resistência à compressão com 28 dias, devem ser maiores ou iguais a 1,7 Mpa. O Quadro 9 expressas os valores obtidos.

Quadro 9. Resistência individual a compressão dos BTC

Traço	Amostras	Resistência compressão 28 dias
TR0	1	2,82
	2	1,73
	3	2,53
TR5	1	2,62
	2	2,36
	3	2,66
TR10	1	2,26
	2	2,37
	3	2,00
TR20	1	1,50
	2	1,61
	3	1,73
TR25	1	1,86
	2	1,53
	3	1,55

Pode-se verificar que os traços TR0, TR5 e TR10 apresentam valores superiores ao exigidos pela NBR 10834 (ABNT, 2012). A amostra que apresenta maior resistência individual, é a do traço TR0, com uma resistência de 2,82 Mpa. Com relação aos traços TR20 e TR25, verifica-se que das três amostras de cada traço analisadas, apenas uma apresenta valor superior ou igual a 1,7 Mpa.

Os resultados individuais obtidos refletem a média apresentado na Figura 2 onde cada traço alcançou aos 28 dias, tendo os traços TR0, TR5 e TR10 atendido aos resultados de compressão individual e a média, segundo a norma NBR 10834 (ABNT, 2012) com relação a resistência a compressão. Por outro lado, os traços TR20 e TR25 não atendem as especificações necessárias para que os BTC sejam utilizados segundo a Figura 2 e o Quadro 9, pois sua resistência a compressão individual e média não superam os pré-requisitos estabelecidos pela NBR 10834 (ABNT, 2012).

Estudos realizados por Olivier et al. (1995), relata que os blocos com resistência mínima de 2 Mpa é satisfatório para os BTC igualmente valores encontrados na NBR 10834 (ABNT, 2012), que convergem com os resultados obtidos com os resultados obtidos com o estudo referenciado.

Segatini e Alcântara (2010), demonstram que o tipo de solo influencia diretamente para a elevação da resistência dos blocos ao longo do tempo que em divergência com os resultados obtidos neste trabalho a substituição de material em pequenas quantidades não interferiria na qualidade dos blocos. Este estudo mostra que em pequenas quantidades substituídas pode se obter um melhor resultado de BTC apresentando assim uma melhor resistência.

A NBR 10834 (ABNT, 2012), estabelece os valores para absorção de água individual e a média das amostras de cada traço analisado. Para cada amostra, o valor individual deve ser menor ou igual a 22% e para a média o valor estabelecido é de 20%, esses valores são estabelecidos para um período de 28 dias.

Conforme o Quadro 10, verifica-se que todos os traços apresentam valores de absorção individual inferior a 22% e a média inferior a 20%. O traço TR0 apresenta maior porcentagem de absorção, cujo valor é de 18,08% e proporciona a maior média, cujo valor é de 16,97%. Também se verifica que o TR0 tem o maior desvio padrão com o valor na ordem de 1,04%.

Quadro 10. Absorção de água de BTC aos 7 dias

Traço	Ms (g)	Mw (g)	Teor de Umidade (%)	Média Teor de Umidade (%)	Desvio Padrão
TR0	1574,81	1827,00	16,01	16,97	1,04
	1500,85	1753,12	16,81		
	1409,87	1664,78	18,08		
TR5	1536,76	1784,60	16,13	16,27	0,15
	1477,11	1717,29	16,26		
	1497,41	1743,21	16,42		
TR10	1512,49	1750,00	15,7	16,45	0,67
	1504,33	1759,60	16,97		
	1530,36	1785,72	16,69		
TR20	1522,25	1772,88	16,46	16,47	0,39
	1513,68	1757,29	16,09		
	1497,92	1750,56	16,87		
TR25	1565,66	1827,08	16,7	16,46	0,35
	1545,76	1794,08	16,06		
	1539,65	1795,54	16,62		

Observa-se que o traço TR5 tem a menor média de absorção, cujo valor é de 16,27% e o menor desvio padrão de 0,15%. Aos 7 dias, os traços apresentam resultados satisfatórios, atingindo valores inferiores ao esperado aos 28 dias.

Conforme o Quadro 11, constata-se que os resultados expressos, atendem aos limites

estabelecidos pela NBR 10834 (ABNT, 2012). O traço TR0 apresenta a menor média em relação aos outros traços analisados, atingindo 15,49% de absorção. Com relação aos valores individuais, a amostra do traço TR0 também apresenta a menor taxa de absorção, entre todos os traços e períodos analisados, com um valor de 14,80%.

Quadro 11. Absorção de água dos BTC aos 28 dias

Traço	Ms (g)	Mw (g)	Teor de Umidade (%)	Média Teor de Umidade (%)	Desvio Padrão
TR0	1567,95	1818,50	15,98	15,49	0,62
	1604,04	1841,37	14,8		
	1495,32	1730,06	15,7		
TR5	1519,38	1763,31	16,05	16,11	0,14
	1529,04	1774,00	16,02		
	1494,30	1737,35	16,27		
TR10	1491,80	1737,01	16,44	16,01	0,51
	1540,76	1789,64	16,15		
	1573,31	1816,30	15,44		
TR20	1468,02	1727,11	17,65	17,25	0,42
	1519,29	1774,87	16,82		
	1429,20	1675,96	17,27		
TR25	1563,87	1803,09	15,3	16,18	0,81
	1566,29	1822,60	16,36		
	1546,33	1807,41	16,88		

O maior índice de absorção dos dois períodos coletados é o traço TR20 que apresenta aos 28 dias 17,25%, sendo superior ao resultado obtido com 7 dias tendo um acréscimo em sua absorção de 0,78% entre os dois períodos de coleta de dados.

O maior desvio padrão é do traço TR25 com uma dispersão de 0,81% sendo o segundo

desvio padrão mais elevado entre os dois períodos de 7 e 28 dias. O traço TR5 apresenta nos dois períodos analisados o menor desvio padrão, aos 7 dias um desvio de 0,15% e aos 28 dias de 0,14%.

Os blocos seguem as recomendações estabelecidas pela NBR 10834 (ABNT, 2012). Conforme o Quadro 12, as dimensões obtidas

dos blocos atendem as recomendações da NBR 10834 (ABNT, 2012), quando a largura tem que ser maior ou igual a altura, essas dimensões

atendem o padrão de ambos os traços analisados anteriormente citados.

Quadro 12. Dimensões dos BTC produzidos

Dimensão Nominal			
Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Ø do furo (cm)
20,00	9,70	4,70	4,4

Pinto (2015), em sua pesquisa relata que a absorção foi superior ao mínimo estabelecido pela NBR 10834 (ABNT, 2012), por utilizar resíduos da construção civil, deixou os BTC mais porosos com isso absorveu um elevado volume de água. Pinto (2015) ainda relata que seus valores de absorção foram insatisfatórios por seus valores de referência não atender o mínimo adotado na NBR 10834 (ABNT, 2012).

Lima (2006), relata em seus estudos com BTC, que os valores de referências foram satisfatórios obtendo os valores mínimos da NBR 10834 (ABNT, 2012), utilizando a sílica ativa obteve valores inferior de absorção em seus traço comparado com o traço padrão sem adição, em que a sílica preencheu melhor os vazios deixando menos poroso e assim absorvendo um menor quantidade de água, em comparação com os resultados obtidos nesta pesquisa, os valores se referenciam-se por estarem dentro do mínimo aceitável pela NBR 10834 (ABNT, 2012).

Conclusão

Através dos resultados obtidos, pode se concluir que o solo utilizado na produção dos BTC, teve características que atendem os parâmetros necessários para sua utilização, sendo um solo com índices adequado que atenderam a todos os requisitos para sua utilização.

Com relação aos resultados de compressões obtidos aos 28 dias, os traços TR0, TR5 e TR10 tiveram resultados superiores estabelecidos na NBR 10834 (ABNT, 2012). O traço TR5 teve maior resistência a compressão. Os traços TR20 e TR25 com maior porcentagem de substituição não atingiram a resistência mínima, ficando abaixo dos outros valores obtidos e inferiores aos parâmetros da NBR 10834 (ABNT, 2012), sendo assim inviável a utilização de substituição em maiores proporções.

No ensaio de absorção de água, todos os traços apresentaram aos 7 e 28 dias absorção

inferior aos estabelecidos pela NBR 10834 (ABNT, 2012), atendendo aos valores de referência tanto nos valores individuais de cada amostra, quanto nos valores obtidos na média final de cada traço.

Pode se concluir, que os traços com 5 e 10% de substituição do cimento por pó de pedra, pode ser utilizado na produção dos BTC, pois apresenta valores que atendem a NBR 10834 (ABNT, 2012).

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Cimento Portland. BT-106: Guia básico de utilização do cimento Portland. 7 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002. 28p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10836:2013 Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. 1.a ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 4p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16697:2018 Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 12p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6457:2016 Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 8p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459:2016 Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 5p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7180:2016 Solo — Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 3p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181:2016 Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 12p.

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10833:2012 Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 3p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10834:2012 Bloco de solo-cimento sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 5p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16605:2017 Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 4p.
- BARNES, G. Mecânica dos solos: princípios e práticas. (Revisão Técnica). TIBANA, S. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 576p.
- CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. v.1. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017, 234p.
- CARVALHO, M. B. M. de. Impactos e conflitos da produção de cimento no Distrito Federal. 162f. Dissertação (Mestrado). Curso de Política e Gestão Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
- CIA INDUSTRIAL CIMENTO APODI. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos. 2015. Disponível em: <<https://cimento.org/wp-content/uploads/2013/09/FISPQ-Cimento-Portland-APODI.pdf>>. Acesso em: 03 maio. 2019.
- DAS, B. M.; SOBHAN, K. Fundamentos de engenharia geotécnica. (Trad.) Noveritis do Brasil. 8. ed. São Paulo: Cengage, 2014. 630p.
- GEALDO C. ISAIA. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. v.1. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2017. 21p.
- GOMES, D. D. Construção sustentável em blocos de terra compactada. 100f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Civil. Universidade do Minho Escola de Engenharia. Braga, 2012.
- GONÇALVES, P. A. de S. Controle tecnológico do tijolo modular de solo - cimento. 59f. TCC (Graduação). Curso de Tecnologia da Construção Civil. Departamento de Estruturas e Construção Civil. Universidade Regional do Cariri. Juazeiro do Norte, 2018.
- HAGEMANN, S. E. (Ed.). Apostila de materiais de construção básicos. Porto Alegre: Universidade Aberta do Brasil e Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, 2011. 143p.
- INÁCIO, C. A. E. S. Estudo do solo enquanto material de construção sustentável. 75f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Civil. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra. Coimbra, 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, Censo. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>>. Acesso em: 03 jun. 2019.
- ISAIA, G. C. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. v.2. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2017.
- LIMA, F. X. R. F. Blocos de terra compactada de solo-cimento com resíduo de argamassa de assentamento e revestimento: caracterização para uso em edificações. 138f. Tese (Doutorado). Curso de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília, 2013.
- LIMA, T. V. Estudo da produção de blocos de solo-cimento com matérias-primas do núcleo urbano da cidade de campos dos Goytacazes – RJ. 125f. Dissertação (Mestrado). Curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2006.
- MIELI, P. H. Avaliação do tijolo modular de solo cimento como material na construção civil. 59f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia de Materiais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.
- NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. (Trad.) CREMONINI, R. A. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- OLIVEIRA, L. D. de; COSTA, J. S. da. Argamassa produzida com agregado de pó de pedra, areia, cimento e cal. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 21, 2014, Cuiabá. Anais... Cuiabá: CBECIMAT, 2014. p.1-7.
- OLIVER, M.; EL GHARBI, A. Z.; ADAN, W. Proposition d'une norme déssai pour les blocs de terre comprimées. Lyon: Laboratoire Geomatériaux, ENTPE, 1995, 13p. Document provisoire de travail.
- OLIVEIRA, V. F.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q. O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. In: International Congress on University - Industry Cooperation, 4, 2012, Taubaté. Anais...Taubaté, 2012. p.1-11.
- PECORIELLO, L.A. Recomendações práticas para uso do tijolo furado de solo cimento na produção de alvenaria. 75f. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, 2003.

PINTO, L. M. Estudo de tijolos de solo cimento com adição de resíduo de construção civil. 59f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Departamento de Estruturas e Construção Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

PISSATO, E.; SOARES, L. Utilização de finos de pedra em misturas de solo-cimento: correção granulométrica de um solo argiloso. *Exacta*, v.4, n.1, p.143-148, 2006.

REBOUÇAS, P. H. B. Alvenaria de bloco de terra comprimida: Avaliação da Tecnologia Focada na Gestão dos Processos. 93f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2008.

RIBEIRO, K. F. A.; BRANCO, M. P. V.; VALIN JR, M. O.; ALMEIDA, E. S. Estudo da substituição da areia pelo pó de pedra como agregado miúdo em argamassa. In: Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental, 4, 2016, Cuiabá. Anais...Cuiabá, 2016.

ROCHA, M. Dossiê BTC. 2017. Disponível em: <<http://www.valedaslobas.com/wp-content/uploads/2017/03/CEB-DOSSIER-v1.1-pt.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.

SEGANTINI, A. A. S; ALCÂNTARA M. A. M. Solo-cimento e solo-cal. In: *Materiais de Construção*

Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010, 2.a Ed. v.2. Cap.27. p.864-891.

SILVA, L. R. Z. B. Obtenção de pozolanas a partir do pó-de-pedra. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 21, 2014, Cuiabá. Anais...Cuiabá, 2014.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, J. C. C., DEMETRIO, F. J. C. Concreto sustentável: substituição da areia natural por pó de brita para confecção de concreto simples. In: International Workshop | Advances In Cleaner Production – Academic Work, 5, 2015, São Paulo. Anais...São Paulo, 2015.

SILVA, L. O. da; SANTOS, G. do N.; SAVARIS, W. K. Tijolo solo-cimento: Fabricação e utilização em construções que visam o equilíbrio ambiental. *Rev. Conexão Eletrônica*, v.15, n.1, p.1-10, 2018.

TAVEIRA, E. S. N. (Ed.). Cartilha produção de tijolos de solo-cimento. Piracicaba: Editora UNIMEP, 2016. 72p.

TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. 7. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 410p.

TEIXEIRA, W. (Org.). Decifrando a Terra. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 565p.

Capítulo 6

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET₀) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ

Paulo Roberto Megna Francisco¹

Djail Santos²

George do Nascimento Ribeiro³

¹Doutor em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

²Prof. Dr. Titular, CCA, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

³Prof. Adjunto, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

Introdução

A agricultura é uma das atividades econômicas que apresenta uma dependência do tempo e do clima. As condições atmosféricas afetam todas as etapas das atividades agrícolas, desde o preparo do solo para o plantio até o armazenamento dos produtos e seu transporte. As condições meteorológicas adversas levam constantemente a graves impactos sociais sem precedentes segundo Souza et al. (2004). A agricultura é uma atividade econômica que por estar sujeita à variabilidade do clima e entre todas as atividades econômicas, é a que mais depende das condições climáticas, sendo a evaporação responsável por 60 a 70% da variabilidade final da produção de acordo com Ortolani e Camargo (1987).

As informações das condições climáticas de uma determinada região são necessárias para que se possam instituir estratégias, que visem o manejo mais adequado dos recursos naturais, planejando dessa forma, a busca por um desenvolvimento sustentável e implementação das práticas agrícolas viáveis e seguras para o meio ambiente e a produtividade agropecuária do Estado da Paraíba (COSTA NETO et al., 2015).

A evapotranspiração potencial (ETP) é o fenômeno associado à perda simultânea de água do solo pela evaporação e da planta pela transpiração. A estimativa da ETP mostra a máxima perda de água possível ocorrer em uma comunidade vegetada. Ela significa a demanda máxima de água pela cultura e vem a tornar-se o referencial de máxima reposição de água à cultura, seja pela irrigação ou pela precipitação pluviométrica de acordo com Barros et al. (2012). A ETP é um elemento macrometeorológico, fundamental, como é a precipitação pluvial. Representa a chuva teoricamente necessária para não faltar nem sobrar água no solo. Com o balanço contábil

entre esses dois elementos opostos pode-se caracterizar bem o fator umidade do clima e estimar a umidade disponível no solo, através do balanço hídrico climático de conformidade com Camargo e Camargo (1983).

A caracterização climática da região Nordeste é um pouco complexa, conforme afirma Silva et al. (2008), pois constitui domínio dos climas quentes de baixas latitudes, apresentando temperaturas médias anuais sempre superiores a 18°C, verificando-se desde territórios mais secos, no interior; até mais úmidos, na costa leste da região. Conforme Sales e Ramos (2000), em todo o Nordeste brasileiro e no território paraibano, as variações de temperatura do ar dependem mais de condições topográficas locais do que daquelas decorrentes de variações latitudinais.

No Nordeste Brasileiro (NEB), os principais mecanismos causadores de chuvas são os Sistemas Frontais, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios (MOLION & BERNARDO, 2002). A dinâmica da atmosfera se processa em diferentes escalas de espaço e de tempo, em função da ocorrência de fenômenos que operam em escala global, tais como as grandes células de circulação meridional, El Niño/La Niña e Oscilação Sul (ENOS), Dipolo do Atlântico; e em fenômenos que se processam regionalmente, como no caso das massas de ar e dos sistemas atmosféricos secundários que são capazes de alterar o funcionamento habitual da circulação geral da atmosfera (VAREJÃO-SILVA, 2006; ARAGÃO, 1998; FRANÇA et al., 2000).

O Estado da Paraíba é caracterizado por dois regimes de chuvas, um de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú; e o outro de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral. Tais regiões homogêneas foram determinadas por Braga e

Silva (1990) através de técnicas objetivas de análise multivariada, estendidas por Silva (1996), distribuídas no Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão. Os principais sistemas responsáveis são a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (SERRA, 1941; HASTENRATH & HELLER, 1977), as Frentes Frias (ARAGÃO, 1975; KOUSKY, 1979), os Distúrbios de Leste ou Ondas de Leste (YAMAZAKI & RAO, 1977) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (ARAGÃO, 1975; KOUSKY & GAN, 1981).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema meteorológico provedor de chuvas no setor norte do NEB, onde o Estado da Paraíba está inserido. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, em agosto-setembro, para posições mais ao sul e aproximadamente 4°S, em março-abril (UVO, 1989).

A Frente Fria é outro importante sistema causador de chuvas na Paraíba. A penetração de Frentes Frias até as latitudes tropicais, entre os meses de novembro e janeiro, é responsável pelas chuvas na faixa litorânea da região. As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens convectivas e estratiformes e, conseqüentemente, as chuvas (KOUSKY, 1979).

Os distúrbios ondulatórios de leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se

deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Este sistema provoca chuvas principalmente na Zona da Mata, que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte (FERREIRA et al., 1990).

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que atingem a região Nordeste do Brasil formam-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência durante os meses de janeiro e fevereiro (KOUSKY & GAN, 1981).

Portanto, este trabalho objetiva para bacia hidrográfica do rio Taperoá, elaborar o balanço hídrico e climatológico e calcular e mapear a evapotranspiração de referência (ET_o) média mensal e anual.

Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Taperoá, com uma extensão territorial de 5.686,37 km², localizada sobre o Planalto da Borborema, na posição central do Estado da Paraíba (Figura 1), seus pontos extremos são cortados pelas coordenadas de 6°51'44" a 7°34'31" de latitude sul e 36°00'10" a 37°14'30" de longitude oeste. A bacia hidrográfica limita-se, ao norte, com a bacia do rio Seridó, que drena para o Rio Grande do Norte; a nordeste, com as bacias do rio Jacú e Curimataú; a leste, com a sub-bacia do Médio Paraíba; ao sul, com a bacia do Alto Paraíba e a sudoeste, com a bacia do rio Pajeú, no Estado de Pernambuco. O rio Taperoá, de regime intermitente, nasce na Serra do Teixeira e desagua no açude Presidente Epitácio Pessoa (Boqueirão) (FRANCISCO et al., 2020).

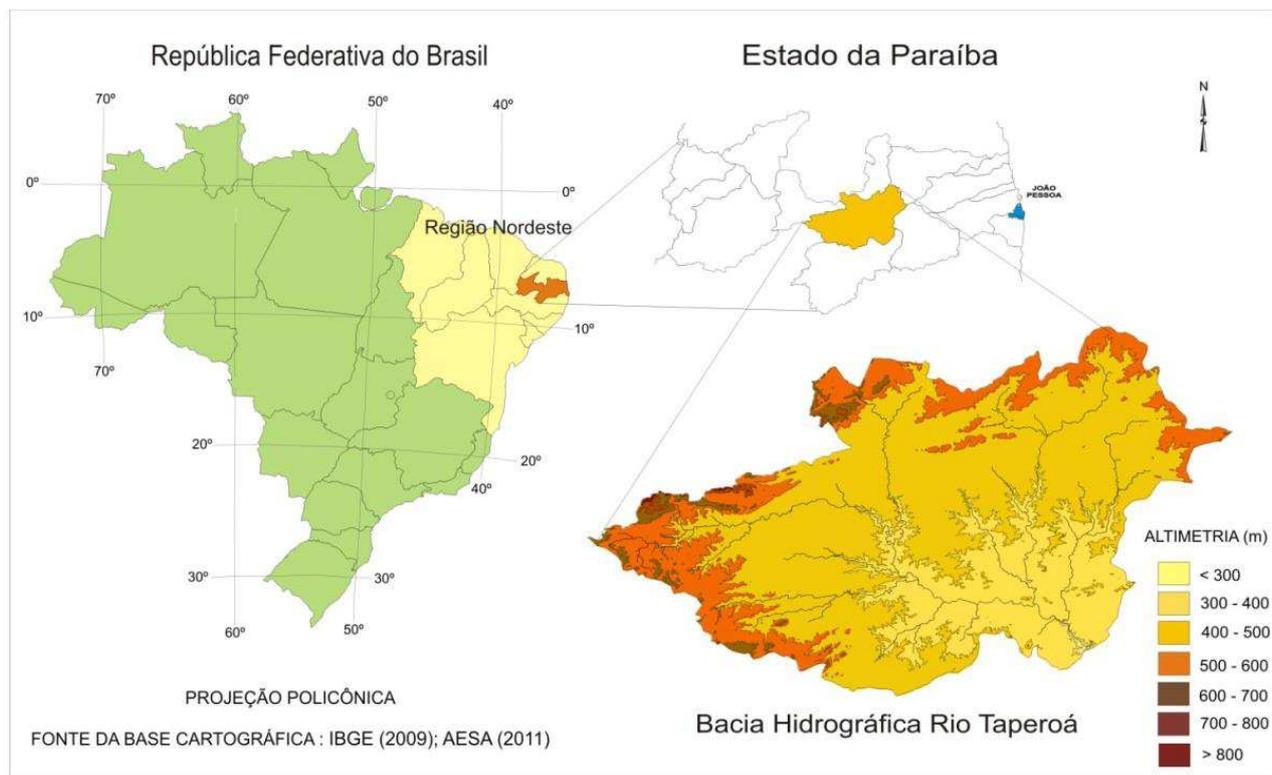


Figura 1. Localização e hipsometria da área de estudo. Fonte: Francisco et al. (2013).

A bacia do rio Taperoá, localizada sobre o Planalto da Borborema, encontra-se situada numa linha de confluência de sistemas meteorológicos que atuam na região Nordeste. A zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o sistema mais importante sistema formador de chuvas da região norte da Região Nordeste, conhecida localmente como as chuvas do Sertão, com período chuvoso entre os meses de fevereiro e maio e o sistema formado pela junção da Zona de Convergência Leste do Nordeste (ZCEN), uma extensão das frentes frias do Atlântico Sul, com os ventos Alísios de sudeste, e período chuvoso ocorrendo de abril a agosto (MOLION & BERNARDO, 2000; MARENGO, 2008).

Segundo Marengo (2008) as chuvas nesta região são ocasionadas principalmente pelos contrastes entre a temperatura do mar, junto à costa e a temperatura do continente. Os ventos, ao soprar continente adentro, carregam a umidade do oceano que condensa e precipita na faixa litorânea e na região da Zona da Mata, levando umidade até as linhas dos divisores do planalto da Borborema, a barlavento.

A temperatura média está abaixo de 26°C e a amplitude térmica diária é grande pelo efeito da altitude. Nas áreas mais baixas a precipitação média anual é inferior a 400mm, aumentando com a altitude no sentido dos divisores da drenagem (FRANCISCO et al.,

2012). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Bsh (semiárido quente), com chuvas apresentando uma forte variação na distribuição espacial, temporal e interanual, e uma estação seca que pode atingir 11 meses (VAREJÃO-SILVA et al., 1984).

Embora a área da bacia hidrográfica apresente relevo suave, variando em grande parte entre 300 a 500m, conforme pode ser visto na Figura 1, o efeito orográfico se faz sentir, aumentando com a altitude, como mostra a distribuição das isolinhas da precipitação do Atlas Climatológico do Estado (VAREJÃO-SILVA et al., 1984).

Esses autores demonstram, também, que a variabilidade da distribuição da precipitação aumenta com a diminuição dos totais médios anuais, com coeficientes de variação chegando a ultrapassar 35% do valor médio anual. As médias mensais de temperatura variam pouco na região sendo mais afetadas pela altitude que por variações de insolação. As variações diárias de temperatura e umidade são bastante pronunciadas tanto nas áreas de planície como nas regiões mais altas do planalto. Nos meses mais frios do inverno o aporte de umidade é devido a formação de orvalho significativo (ALVES, 2008).

Os postos pluviométricos com precipitações mais baixas, inferiores a 400 mm.ano⁻¹, na bacia do Taperoá, os municípios

que parcialmente fazem parte da área da bacia são: Assunção, Boa Vista, Barra de Santa Rosa, Cacimbas, Cabaceiras, Serra Branca, Juazeirinho, Taperoá, Tenório, Teixeira, Junco do Seridó, Salgadinho, São João do Cariri, Seridó,

Pocinhos e Olivedos, e com sua área totalmente integrando a bacia, os municípios de Desterro, Soledade, Gurjão, São José dos Cordeiros, Parari e Santo André (Figura 2).

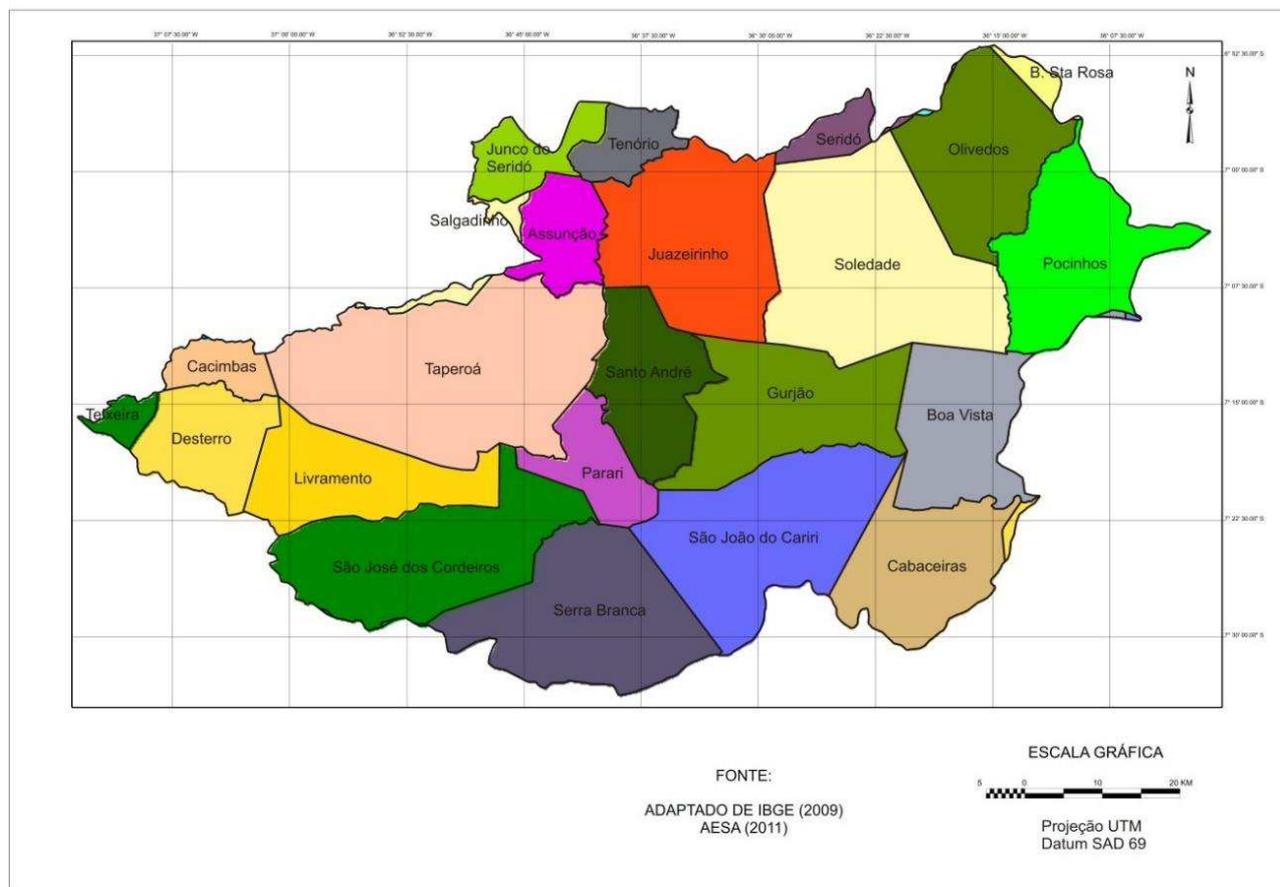


Figura 2. Mapa de municípios da sub-bacia do rio Taperoá. Fonte: Francisco (2013a).

Em toda a área a vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila. É uma região tradicionalmente pastoril onde tem predominado a criação de caprinos. Outrora esta era uma região com produção expressiva de algodão. Na atualidade, é cultivada com palma e culturas alimentares de subsistência (SOUZA et al., 2009; FRANCISCO, 2010).

Na área de estudo ocorrem classes predominantes de solos descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; atendendo também a uma diversidade de características de solo, relacionadas à morfologia, cor, textura, estrutura, declividade e pedregosidade e outras características, justificada pelo fato de que no semiárido o tipo de solo determina a dinâmica da água quanto à drenagem, retenção ou disponibilidade, condicionando, por

consequente os sistemas de produção agrícola (FRANCISCO, 2013).

Os dados de precipitações climatológicas médias mensais e anuais foram adquiridos do banco de dados coletado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA), para o período de 102 anos entre 1912 a 2014. Os valores mensais e anuais de temperatura do ar, foram estimados pelo método das retas de regressões lineares múltiplas, utilizando-se do software Estima T (CAVALCANTI et al., 2006).

Com os dados dessas séries, foi ajustado as equações pelo método dos mínimos quadrados, obtendo-se equações de regressão linear múltipla e testado pelo método estatístico (Equação 1).

$$E(Y) = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \quad (\text{Eq.1})$$

Onde: Y - temperatura mensal do ar (média, máxima ou mínima) °C; X₁, X₂ e X₃ - latitude e

longitude do local (minuto) e altitude (metro), respectivamente a_0 , a_1 , a_2 e a_3 - coeficientes da equação de regressão.

As equações de regressão linear múltipla para se estimar a temperatura do ar (máxima, mínima e média), foram obtidas a partir de dados de algumas estações climatológicas do INMET situadas na bacia. Por essas equações, as temperaturas máximas, mínimas e médias do ar foram estimadas com base na latitude, longitude e altitude locais.

Na metodologia utilizada os valores da evapotranspiração de referência foram estimados pelo método de cálculo do balanço hídrico segundo Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955). Obtiveram-se os valores normais de evaporação real e evapotranspiração potencial além dos valores de excedente e deficiência hídrica. Tomou-se o valor de capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100mm.

Após foi elaborada uma planilha eletrônica com os dados e preenchido os faltantes e depois de calculado as médias mensais, anuais e dos trimestres seco e úmido da evapotranspiração de referência.

Utilizando o software Surfer 9 foi elaborada a estatística utilizando a krigagem onde se confeccionou a carta anual das referidas médias, e recortado utilizando-se o limite da bacia (AESAs, 2012).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, observam-se as variabilidades dos parâmetros médios da temperatura do ar para a bacia hidrográfica do rio Taperoá, onde as oscilações da temperatura mínima mensal variam entre 19,8 e 23,6°C, com uma média anual de 20,1°C. A temperatura máxima oscila entre 21,8 e 25,8°C, com média de 22,1°C, e a temperatura média apresenta uma flutuação entre 20,8 e 24,5°C com média de 21°C.

Tabela 1. Variabilidade dos parâmetros médios da temperatura do ar em °C

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual	Trim. Frio	Trim. Quente
Assunção	24,5	24,2	23,9	23,2	22,3	21,2	20,8	21,0	22,3	23,4	24,0	24,3	22,9	21,0	23,9
Barra de Santa Rosa	24,8	24,5	24,2	23,5	22,7	21,6	21,1	21,2	22,4	23,5	24,3	24,7	23,2	21,3	24,2
Boa Vista	24,8	24,6	24,4	23,6	22,7	21,6	21,1	21,2	22,5	23,6	24,3	24,7	23,3	21,3	24,2
Cabaceiras	25,1	24,9	24,7	23,9	23,0	22,0	21,4	21,6	22,8	23,9	24,6	25,0	23,6	21,7	24,5
Cacimbas	23,8	23,5	23,2	22,5	21,6	20,5	20,0	20,3	21,7	22,8	23,4	23,6	22,3	20,3	23,3
Desterro	24,1	23,7	23,5	22,8	21,9	20,8	20,3	20,6	22,0	23,1	23,7	23,9	22,5	20,6	23,6
Gurjão	24,8	24,6	24,3	23,6	22,7	21,6	21,2	21,3	22,6	23,7	24,4	24,7	23,3	21,4	24,2
Juazeirinho	24,4	24,1	23,9	23,2	22,3	21,2	20,7	20,9	22,2	23,3	24,0	24,3	22,9	20,9	23,9
Junco do Seridó	23,9	23,6	23,3	22,6	21,7	20,6	20,1	20,3	21,7	22,8	23,5	23,7	22,3	20,3	23,3
Livramento	24,4	24,1	23,8	23,1	22,2	21,1	20,7	20,9	22,3	23,4	24,0	24,2	22,9	20,9	23,8
Olivedos	24,4	24,1	23,8	23,1	22,2	21,0	20,5	20,7	22,0	23,1	23,9	24,2	22,8	20,8	23,7
Parari	24,9	24,6	24,4	23,7	22,8	21,7	21,2	21,4	22,7	23,8	24,4	24,7	23,4	21,5	24,3
Pocinhos	24,3	24,0	23,8	23,0	22,1	20,9	20,4	20,5	21,8	23,0	23,8	24,1	22,6	20,6	23,6
Salgadinho	24,5	24,2	24,0	23,3	22,4	21,3	20,9	21,1	22,4	23,5	24,1	24,4	23,0	21,1	24,0
Santo André	24,8	24,5	24,3	23,6	22,7	21,6	21,1	21,3	22,6	23,7	24,3	24,6	23,3	21,4	24,2
Seridó	24,4	24,1	23,9	23,1	22,3	21,2	20,7	20,9	22,2	23,3	24,0	24,3	22,9	20,9	23,9
Serra Branca	24,6	24,4	24,1	23,4	22,5	21,4	20,9	21,1	22,4	23,5	24,2	24,5	23,1	21,1	24,1
São João do Cariri	25,0	24,8	24,5	24,2	23,4	22,3	21,8	22,1	23,0	24,1	24,7	25,0	23,7	22,1	24,6
São José dos Cordeiros	24,4	24,1	23,9	23,1	22,2	21,1	20,6	20,9	22,2	23,3	24,0	24,2	22,8	20,9	23,8
Soledade	24,6	24,3	24,1	23,3	22,5	21,4	20,9	21,0	22,3	23,4	24,1	24,5	23,0	21,1	24,0
Taperoá	24,5	24,2	24,0	23,3	22,4	21,3	20,9	21,1	22,4	23,5	24,1	24,4	23,0	21,1	24,0
Teixeira	23,6	23,3	23,1	22,3	21,4	20,3	19,8	20,1	21,6	22,7	23,3	23,5	22,1	20,1	23,1
Tenório	24,4	24,0	23,8	23,1	22,2	21,1	20,6	20,8	22,2	23,2	23,9	24,2	22,8	20,9	23,8
Média	24,5	24,2	24,0	23,2	22,4	21,3	20,8	21,0	22,3	23,4	24,0	24,3	22,9	21,0	23,9
Mínima	23,6	23,3	23,1	22,3	21,4	20,3	19,8	20,1	21,6	22,7	23,3	23,5	22,1	20,1	23,1
Máxima	25,1	24,9	24,7	24,2	23,4	22,3	21,8	22,1	23,0	24,1	24,7	25,0	23,7	22,1	24,6
Desvio Padrão	0,37	0,41	0,40	0,44	0,45	0,47	0,46	0,44	0,36	0,35	0,35	0,39	0,40	0,46	0,37

As maiores flutuações do desvio padrão ocorrem nos meses de maio, junho e julho entre 0,45 e 0,47. Estatisticamente o desvio padrão não apresenta índices expressivos de mudanças mensais.

Francisco et al. (2015) estudando a região do Cariri/Curimataú da qual a bacia

hidrográfica do rio Taperoá está inserida, observaram que a temperatura média do ar para a região entre os meses de outubro a março destacaram-se os meses de elevadas temperaturas com flutuações de 23,4 a 24,6°C, e nos meses de maio a setembro as menores temperaturas registradas com oscilação entre

20,9 a 22,5°C com temperatura média para a região do Cariri/Curimataú é de 23°C. Resultados bem próximos a deste trabalho, mas com uma maior quantidade de dados de temperatura de estações localizadas externamente à bacia em estudo, 51 postos, portanto podendo ter influenciado nos resultados com uma melhor distribuição. Medeiros et al. (2015) estudando a temperatura do ar do Estado da Paraíba, observaram que, os menores valores de temperatura localizam-se nas áreas de altitudes mais elevadas, destacando-se, assim, grande parte do Planalto da Borborema, área deste estudo.

Pelos dados da Tabela 2 pode-se observar que, na média os meses mais chuvosos,

na área da bacia do Taperoá são março e abril, com valores de 117,2 e 108,7mm respectivamente. De acordo com Molion e Bernardo (2000), justamente o período de atuação conjunta das duas massas de ar que têm influência sobre a região. Conforme Francisco et al. (2017), são chuvas relacionadas aos efeitos orográficos e formações convectivas conforme relatam, influenciam na distribuição espacial e temporal contribuindo para aumentar a variabilidade das precipitações.

Observa-se que o período de anos de dados adquiridos da pluviosidade da área de estudo é de 49 a 102 anos, configurando uma média de 77,5 anos de dados.

Tabela 2. Dados de precipitação média mensal e anual em mm e período de anos de observação

Período	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual	Anos de dados
	Assunção	34,0	87,2	130,5	128,8	43,9	22,5	22,7	5,9	2,0	4,2	5,4	21,0	508,1	-
1931-2011	Barra de Santa Rosa	22,7	42,1	71,6	78,6	48,7	48,5	36,3	17,0	7,9	4,6	5,8	9,0	392,9	80
1923-2013	Boa Vista	31,5	39,4	77,0	63,0	56,2	54,6	45,1	22,1	6,8	5,9	4,6	9,9	416,0	90
1911-2013	Cabaceiras	21,3	40,0	54,4	60,8	41,7	41,9	37,2	14,4	4,3	3,2	3,8	8,9	332,0	102
	Cacimbas	48,6	112,3	172,6	153,8	49,7	22,9	12,3	1,5	1,8	2,4	9,9	21,3	609,0	-
1926-2013	Desterro	50,8	87,1	145,5	119,7	58,1	19,2	10,4	1,7	1,3	4,3	5,1	18,9	522,1	87
1962-2013	Gurjão	34,9	69,9	99,2	107,7	53,1	37,7	30,7	13,0	4,1	6,3	5,0	13,3	474,9	51
1962-2013	Juazeirinho	47,0	66,8	111,8	114,3	45,9	33,7	34,1	13,0	4,5	6,8	5,2	18,4	501,5	51
	Junco do Seridó	37,6	94,7	143,2	134,6	45,1	20,2	13,9	3,3	2,0	3,2	6,5	18,8	523,2	-
	Livramento	40,8	94,0	144,3	141,5	52,6	34,4	26,0	6,7	2,9	2,0	4,4	16,0	565,6	-
1933-2013	Olivedos	30,0	53,3	87,3	88,5	58,9	49,8	36,8	17,4	7,1	4,7	4,6	12,0	450,3	80
	Parari	30,6	74,6	114,8	121,7	44,7	30,8	28,6	9,9	3,0	4,5	5,1	19,0	487,1	-
1923-2013	Pocinhos	20,0	35,2	64,3	68,9	51,5	51,4	48,7	18,7	9,8	5,2	3,5	8,1	385,3	90
1934-2013	Salgadinho	46,2	68,1	120,6	102,6	56,6	25,2	17,6	7,7	2,1	2,5	5,9	16,1	471,1	79
1962-2012	Santo André	36,5	92,1	120,1	127,8	53,6	40,2	29,5	11,1	2,4	11,5	3,4	28,0	556,2	50
1911-2012	São João do Cariri	33,1	62,0	101,2	84,3	52,9	34,6	24,3	10,6	3,1	6,6	6,7	14,6	433,8	101
1963-2012	S.J. dos Cordeiros	49,0	83,0	142,3	126,7	58,3	35,7	29,5	12,3	2,7	4,5	4,0	15,0	563,2	49
1962-2013	Seridó	37,8	87,5	105,6	88,5	42,6	29,1	22,1	9,0	3,0	5,4	3,4	10,9	444,7	51
1962-2013	Serra Branca	45,5	73,8	119,4	104,3	53,7	37,9	26,0	13,4	5,2	5,5	6,6	25,2	516,4	51
1911-2013	Soledade	29,5	54,5	94,4	84,7	40,0	35,9	28,6	10,7	3,4	6,0	3,1	11,6	402,4	102
1910-2012	Taperoá	44,0	80,4	141,2	109,9	59,3	31,3	21,5	9,3	2,8	5,6	9,1	26,0	540,4	102
1911-2013	Teixeira	77,2	136,0	205,9	162,9	67,5	29,0	13,6	4,4	3,7	5,3	11,5	36,7	753,4	102
	Tenório	33,4	85,3	127,8	126,7	42,1	20,6	19,2	3,9	2,4	4,0	4,9	19,3	489,7	-
	Média	38,3	74,8	117,2	108,7	51,2	34,2	26,7	10,3	3,8	5,0	5,5	17,3	493,0	77,5
	Mínima	20,0	35,2	54,4	60,8	40,0	19,2	10,4	1,5	1,3	2,0	3,1	8,1	332,0	49,0
	Máxima	77,2	136,0	205,9	162,9	67,5	54,6	48,7	22,1	9,8	11,5	11,5	36,7	753,4	102,0
	Desvio Padrão	12,3	24,5	35,2	28,1	7,1	10,3	10,1	5,5	2,2	2,0	2,1	7,0	88,0	22,0

Francisco et al. (2015) observaram a distribuição anual da precipitação que o período chuvoso se inicia na segunda quinzena do mês de fevereiro, dados similares a este trabalho, e tendo como quadrimestre mais chuvoso os meses de março, abril, maio, e junho, cujas oscilações climatológicas fluem entre 47,5 a 112,9 mm.mês⁻¹ com precipitação média anual de 532,6mm, resultados bem aproximados deste estudo.

Observa-se que as variabilidades estatísticas dos parâmetros médios da precipitação, onde as oscilações da precipitação mínima mensal variam entre 1,3 a 60,8mm, com uma média anual de 332mm. A precipitação máxima oscila entre 9,8 a 205,9mm, e sua média

é de 753,4mm, e a precipitação média apresenta uma flutuação entre 3,8 a 117,2mm com média de 493mm.

As maiores flutuações do desvio padrão ocorrem nos meses de fevereiro, abril e março respectivamente, e de acordo com Francisco (2017), estas flutuações, podem estar relacionadas, com os fatores provocadores e/ou inibidores dos índices pluviométricos intermunicipais. Estatisticamente os coeficientes de variâncias não tem índices expressivos de mudanças mensais, já no parâmetro variância, as suas flutuações mensais apresentam valores com altas significâncias de ocorrências mensais.

Na Figura 3 pode-se observar o balanço hídrico normal mensal para os municípios da

área de estudo da bacia que apresentam os maiores valores de precipitação entre os meses de fevereiro, março e abril. No balanço hídrico normal mensal do município de São João do Cariri (Figura 3m), pode-se observar que apresenta deficiência hídrica, de janeiro

perdurando até o mês de dezembro. O valor de precipitação observado está abaixo do valor da evapotranspiração da região, resultando num déficit hídrico onde do mês de janeiro até março ocorreu baixa precipitação, resultados também observado por Francisco et al. (2012a).

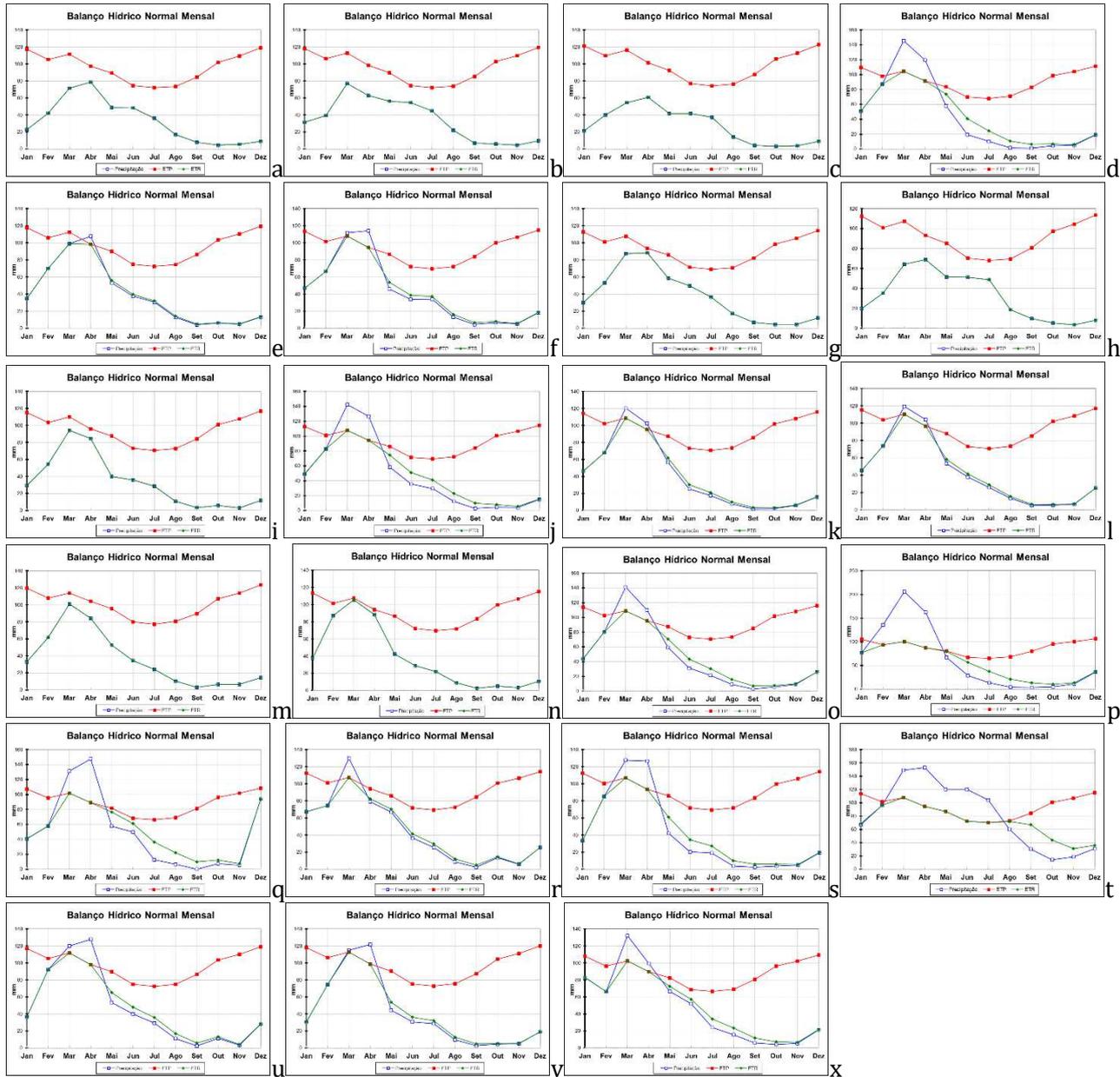


Figura 3. Balanço hídrico normal mensal. a) Barra de Sta. Rosa; b) Boa Vista; c) Cabaceiras; d) Desterro; e) Gurjão; f) Juazeirinho; g) Olivedos; h) Pocinhos; i) Soledade; j) S. J. dos Cordeiros; k) Salgadinho; l) Serra Branca; m) S. J. do Cariri; n) Seridó; o) Taperoá; p) Teixeira; q) Cacimbas; r) Livramento; s) Tenório; t) Assunção; u) Santo André; v) Parari; x) Junco do Seridó.

A influência da precipitação gera como consequências menores índices de evaporação, menor umidade relativa do ar e conseqüentemente um clima mais seco (FRANCISCO et al., 2015).

De acordo com Francisco et al. (2017), o Estado da Paraíba encontra-se dividido em seis

mesorregiões, as quais apresentam grandes variabilidades climáticas entre elas, e o clima é muito diversificado em função das condições topográficas e influencia os índices pluviométricos irregulares dentro do Estado. Outros fatores que influenciam na

evapotranspiração da região são a vegetação e os tipos de solos muitos diversificados.

Thorntwaite (1948) e Thorntwaite e Mather (1955), constataram que através do balanço hídrico a evapotranspiração se comporta de forma semelhante a precipitação pluvial, e quando há um maior índice de precipitação, ocorre também aumento nas taxas evapotranspiratórias. Estes resultados estão de acordo com vários estudos realizados para o semiárido nordestino, conforme (GUEDES FILHO et al., 2011; MATOS et al., 2014; FRANCISCO et al., 2015; 2017).

Na Tabela 4 e através da Figura 4 pode-se observar a variabilidade estatística dos parâmetros médios da evapotranspiração potencial mensal e anual e menor e maior ETP para a bacia do Taperoá, onde as oscilações da evapotranspiração mínima mensal fluem entre 65,2 a 105,79mm, com uma valor anual de 1.051,8mm. A evapotranspiração máxima oscila entre 77,2 a 123,6mm, com valor anual de 1.214,15mm, e a evapotranspiração média apresenta uma flutuação entre 70,3 a 115,8mm, com valor anual de 1.131,6mm.

Tabela 3. Evapotranspiração potencial mensal e anual e menor e maior ETP

Municípios	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual	Menor ETP	Maior ETP
Assunção	113,5	101,7	108,1	94,7	86,8	72,5	70,3	72,8	84,5	100,9	107,1	115,3	1.128,3	71,9	107,8
B. de S. Rosa	117,3	105,3	111,6	97,5	89,5	74,7	72,2	73,6	84,7	101,8	109,3	119,1	1.156,5	73,5	110,1
Boa Vista	117,9	106,4	112,9	98,5	89,9	74,7	72,0	73,8	85,3	102,8	109,9	119,6	1.163,8	73,5	110,8
Cabaceiras	121,1	109,6	116,3	101,6	92,5	76,9	74,1	76,2	87,8	105,9	113,0	123,0	1.197,9	75,7	114,0
Cacimbas	107,2	95,6	101,9	89,2	81,8	68,2	66,2	69,2	81,1	96,5	101,8	108,6	1.067,2	67,9	102,3
Desterro	109,6	98,0	104,4	91,5	83,8	69,9	67,8	70,9	82,9	98,7	104,1	111,2	1.092,8	69,5	104,7
Gurjão	117,7	106,1	112,6	98,5	90,0	75,0	72,5	74,7	86,3	103,6	110,4	119,6	1.166,8	74,0	111,2
Juazeirinho	113,4	101,7	108,0	94,5	86,6	72,2	69,9	72,1	83,7	100,2	106,6	115,1	1.124,0	71,4	107,3
Junco do Seridó	108,1	96,4	102,7	89,7	82,4	68,7	66,5	69,0	80,7	96,2	102,1	109,5	1.072,0	68,1	102,6
Livramento	112,6	101,0	107,5	94,1	86,1	71,8	69,6	72,5	84,5	100,9	106,6	114,3	1.121,4	71,3	107,2
Olivedos	112,9	101,2	107,6	93,7	85,8	71,4	68,9	70,6	82,0	98,5	105,4	114,3	1.112,3	70,3	106,1
Parari	118,0	106,3	112,8	98,9	90,4	75,4	73,0	75,6	87,4	104,8	111,1	120,0	1.173,9	74,7	112,0
Pocinhos	112,3	100,8	107,3	93,2	85,1	70,5	68,0	69,5	80,8	97,3	104,4	113,5	1.102,9	69,4	105,1
Salgadinho	114,1	102,2	108,6	95,3	87,4	73,2	70,9	73,7	85,5	102,0	108,0	116,1	1.136,9	72,6	108,7
Santo André	117,1	105,4	111,8	98,0	89,6	74,8	72,4	74,8	86,6	103,7	110,2	119,0	1.163,4	74,0	111,0
S. J. do Cariri	119,8	108,1	113,9	104,1	95,6	80,2	77,2	80,9	89,8	107,4	113,8	123,6	1.214,5	79,4	115,0
S. J. dos Cordeiros	112,7	101,2	107,7	94,2	86,1	71,6	69,3	72,2	84,1	100,6	106,4	114,3	1.120,5	71,1	107,1
Seridó	113,4	101,6	107,8	94,3	86,5	72,2	69,9	71,9	83,4	99,8	106,5	115,1	1.122,8	71,4	107,2
Serra Branca	115,3	103,9	110,6	96,6	88,0	73,2	70,7	73,4	85,3	102,4	108,4	117,0	1.144,8	72,4	109,3
Soledade	115,2	103,5	110,0	96,0	87,9	73,2	70,7	72,7	84,2	101,0	107,9	116,9	1.139,1	72,2	108,6
Taperoá	114,2	102,5	108,9	95,5	87,4	73,0	70,8	73,6	85,4	102,0	108,0	116,1	1.137,3	72,5	108,7
Teixeira	105,4	93,9	100,3	87,8	80,6	67,2	65,2	68,4	80,4	95,4	100,4	106,8	1.051,8	66,9	100,9
Tenório	112,5	100,6	106,9	93,6	85,9	71,8	69,5	71,8	83,4	99,6	106,0	114,2	1.115,9	71,1	106,6
Média	114,0	102,3	108,7	95,3	87,2	72,7	70,3	72,8	84,4	100,9	107,3	115,8	1.131,6	71,9	108,0
Desvio padrão	3,9	3,9	3,9	3,8	3,4	2,9	2,7	2,7	2,4	3,1	3,4	4,2	39,7	2,8	3,5
Coefficiente de variância	0,034	0,038	0,036	0,040	0,039	0,040	0,038	0,038	0,028	0,030	0,032	0,037	0,035	0,038	0,033
Máximo valor	121,1	109,6	116,3	104,1	95,6	80,2	77,2	80,9	89,8	107,4	113,8	123,6	1.214,5	79,4	115,0
Mínimo valor	105,4	93,9	100,3	87,8	80,6	67,2	65,2	68,4	80,4	95,4	100,4	106,8	1.051,8	66,9	100,9

Verifica-se no mês de dezembro que, ocorre uma alta taxa evapotranspiratória na bacia em estudo. De acordo com Francisco et al. (2017), este índice pode estar atribuído a disponibilidade hídrica da região, além das condições de solo e vegetação locais.

Na bacia evidencia-se que nos meses de abril que se estende até agosto onde ocorre um decréscimo na ETo. Observa-se que a evapotranspiração diminui nos municípios em sentido da divisa com o Estado de Pernambuco,

e avançando no sentido ao centro do Planalto da Borborema. O baixo índice evapotranspirativo nos meses de maio a setembro está associado à época de chuvas da área em estudo, situação análoga observa também por Francisco et al. (2017).

No mês de outubro é possível verificar que a ETo inicia um aumento e se intensificando até o mês de dezembro. Observa-se que, o índice evapotranspiratório é crescente de outubro a dezembro (Figura 4).

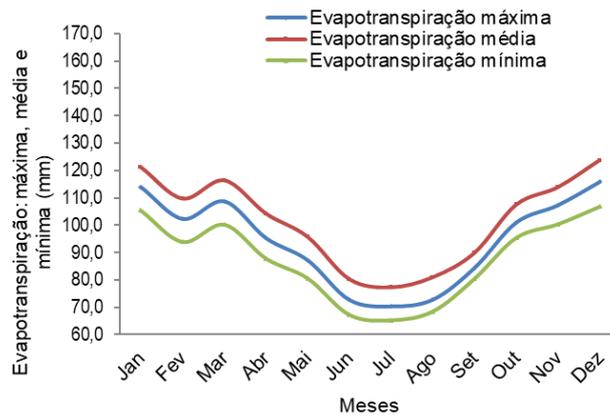


Figura 4. Evapotranspiração máxima, mínima e média (mm).

Os menores valores de evapotranspiração ocorrem nos municípios de Cacimbas, Desterro, Junco do Seridó, Pocinhos e Teixeira. A variabilidade da menor evapotranspiração oscila entre 65,2 a 106,8mm, entre os municípios que cobrem a bacia, com uma média de 66,9mm (Tabela 4).

Observa-se pela Tabela 4 e pela Figura 5 que a variabilidade espacial dos valores evaporativos ocorridos de maior evapotranspiração localizados nos municípios de Cabaceiras, São João do Cariri e Parari com flutuações intermunicipais de 112 a 115mm. Os menores índices evaporativos ocorrem devido aos efeitos da direção dos ventos e do relevo.

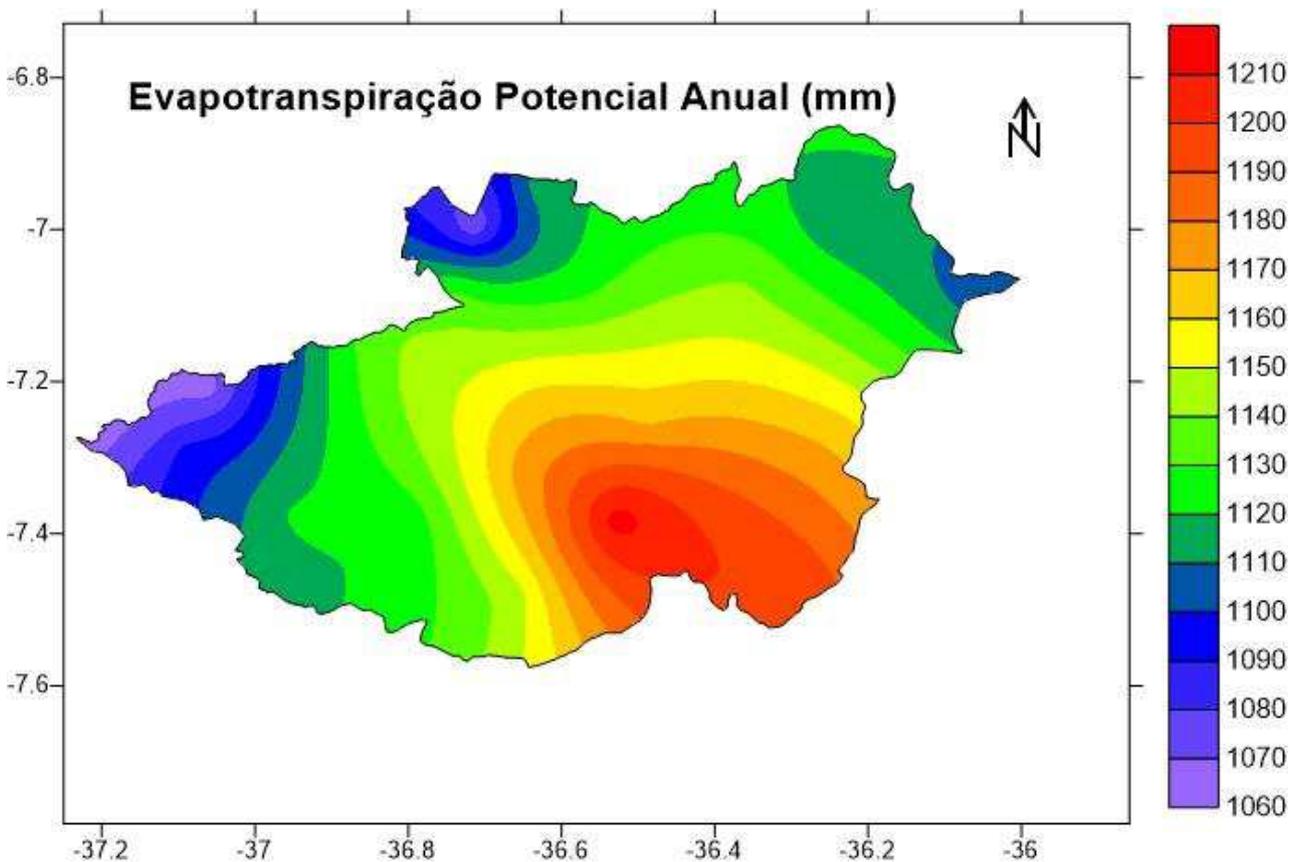


Figura 5. Evapotranspiração potencial anual.

Na evapotranspiração de referência anual (Figura 5), pode observar-se que, a noroeste da bacia no município de Junco do Seridó ocorre

uma média de ETo de aproximadamente 1.060 mm.ano⁻¹, valores idênticos dos da região de Teixeira localizada ao leste da bacia.

Já na região de São João do Cariri e Cabaceiras, a evapotranspiração vai diminuindo significativamente para $1.210 \text{ mm.ano}^{-1}$, valores próximos encontrados por Francisco et al. (2012) em estudo na mesma bacia, mas utilizando uma série com menor número de anos de dados. Para Pereira et al. (2012), a mesorregião da Borborema possui um baixo índice de precipitação, quando comparada a alta evapotranspiração anual ocorrida.

O coeficiente de variância obtido por este trabalho pelo método da krigagem é de 0,035 e um desvio padrão de 39,7 para a evapotranspiração potencial anual apresentando, portanto, um bom desempenho.

Berlato e Molion (1981), afirmam que os métodos de estimativa da evapotranspiração, comumente evidenciam adequado desempenho para diferentes regiões e condições climáticas, quando baseados em princípios físicos próprios dos processos de evaporação.

Conclusão

A distribuição espacial da temperatura apresentou pouca variabilidade para ambos os meses estudados, com variação de aproximadamente de $4,5^{\circ}\text{C}$ na distribuição anual da temperatura com média para o trimestre mais frio e quente de 21 e 23°C , respectivamente.

A distribuição anual demonstra variabilidade espacial da precipitação na bacia com valores em torno de 300 a 600mm, onde os meses de março e abril foram os meses mais chuvosos em praticamente toda a área da bacia.

As estimativas de ETo mensais para a bacia apresentaram dependência da localização geográfica (latitude e longitude), sobretudo da topografia local (altitude) sendo um reflexo da variação espacial da temperatura média do ar mensal na área de estudo onde em todos os meses do ano a bacia demandou as menores taxas evapotranspiratórias.

Referências

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2012. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em 25 de março de 2012.

ALVES, J. J. A. Biogeografia. João Pessoa: Ed. Fotograf, 2008. 108p.

ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENOS e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. *Boll. Inst. Fr. Etudes Andines*, v.27, n.3, p.839-844, 1998.

ARAGÃO, J. O. R. Um Estudo da estrutura das perturbações sinóticas no nordeste do Brasil. 51f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 1975.

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; SILVA, A. B. DA; SANTIAGO. G. A. C. F. *Climatologia do Estado de Alagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* n. 211. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32p.

BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6, Salvador. Anais... Salvador, 1990. p.200-205.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. P. B. Teste de uma equação simples para estimativa da evapotranspiração potencial baseada na radiação solar extraterrestre e na temperatura a do ar. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3, 1983, Campinas. Anais...Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/IAC, 1983, p.229-244.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1994, v.1, p.154-157.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. de P. R.; SOUSA, F. de A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.1, p.140-147, 2006.

COSTA NETO, F. DE A.; MEDEIROS, R. M. DE; MENEZES, H. E. A.; COSTA, R. O. DA. Balanço hídrico para cidade de Oivedos-PB, Brasil. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza, 2, 2015, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2015.

FRANÇA, J. R. A.; LI, L. Z.; SILVA, F. N. R.; JUNIOR, A. R. T. Sensibilidade do modelo de circulação geral do LMD às variações na temperatura da superfície do mar no Pacífico Tropical. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 2000.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

- FRANCISCO, P. R. M. Modelo de mapeamento da deterioração do bioma Caatinga da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013a.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das terras para mecanização agrícola - Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.5, n.2, p.233-249, 2012.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V. DE; BANDEIRA, M. M.; SILVA, B. B. DA. Mapeamento da caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica. Revista Brasileira de Geografia Física, v.3, p.676-693, 2012a.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; CHAVES, L. H. G. Bioma caatinga e degradação: modelo de mapeamento. Campina Grande: EPGRAF, 2020. 80p.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; CHAVES, L. H. G.; BRANDÃO, Z. N.; LIMA, E. R. V. DE; SILVA, B. B. DA. Mapeamento da vulnerabilidade das terras da bacia hidrográfica do rio Taperoá. Revista Brasileira de Geografia Física, v.6, n.2, p.271-286, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; MATOS, R. M. de; SANTOS, D.; SABOYA, L. M. F. Evapotranspiração de referência mensal e anual pelo método de Thornthwaite para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Climatologia, v.20, p.1-13, 2017.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; MATOS, R. M. de; SANTOS, D.; SOUSA, T. P. DE. Análise e mapeamento da evaporação para o estado da Paraíba. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.11, n.2, p.111-121, 2015.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, D. Oscilações pluviométricas e temperatura média do ar em seis regiões homogêneas do Estado da Paraíba. In: Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade, Workshop de Mudanças Climáticas e Recurso Hídricos do Estado de Pernambuco, 7, 2015, Recife. Anais...Recife, 2015.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of Climatic Hazards in Northeast Brazil. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, v.103, p.77-92, 1977.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 dezembro de 2012.
- KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. Monthly Weather Review, v.107, n.9, p.1140-1153, 1979.
- KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper Tropospheric Cyclone Vortices in the Tropical South Atlantic. Tellus, v.33, p.538-550, 1981.
- MARENCO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. Revista Parcerias Estratégicas, n.27, p.149-176, 2008.
- MEDEIROS, R. M. de; FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. SILVA, L. L. DA; BANDEIRA, M. M. Variabilidade da Temperatura Média do Ar no Estado da Paraíba-Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v.8, n.1, p.128-135, 2015.
- MOLION, L. C. B. Seca, o eterno retorno. Ciência Hoje, v.3, n.18, p.26-32, 1985.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. DE O. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, 2000. p.1334-1342.
- ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1987. p.71-81.
- PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento - CEPA - PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda. 1978. 448p.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, p.133-137, 1998.
- SALES, M. C. L.; RAMOS, V. M. Caracterização ambiental das áreas sob influência do reservatório de Bocaina (PI) com base na compartimentação geomorfológica. Carta CEPRO, v.18, n.1, p.149-161, 2000.
- SILVA DA, S. T. A Influência do El Niño-Oscilação Sul na distribuição espacial da precipitação no estado da Paraíba. 63f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1996.
- SILVA, A. M.; COSTA; D. L. C. R.; LINS, C. J. C. Precipitações no Nordeste Brasileiro: tendências de variação e possíveis implicações na agricultura. In: Semana do Meio Ambiente, 5, 2008, Recife. Anais...Recife, 2008.

SOUZA, B. I. DE; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. DE. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. Mercator, v.8, n.16, p.217-232, 2009.

SOUZA, W. G. DE; RIBEIRO, A.; AMORIM, R. C. F.; SOUZA, M. J. H. DE; RIBEIRO, C. A. A. S.; FACCO, A. G. Geoespacialização da evapotranspiração potencial e real Para a bacia do rio Doce – Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2004.

SUDENE. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Dados Pluviométricos do Nordeste. Série Pluviometria 5. Recife 1990.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v.38, n.1, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology – Drexel Institute of Technology, v.8, n.1, p.1-86, 1955.

UVO, C. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação da região Norte do Nordeste do Brasil. (INPE-4887-TDL/378). Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 1989.

VAREJÃO-SILVA M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande, 1984.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife: INMET, 2006.

Capítulo 7

POTENCIAL DE IRRIGAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ

Paulo Roberto Megna Francisco¹

Djail Santos²

George do Nascimento Ribeiro³

¹Doutor em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

²Prof. Dr. Titular, CCA, UFPB, Areia-PB, santosdj@cca.ufpb.br

³Prof. Adjunto, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

Introdução

Globalmente, a produtividade obtida com a prática da agricultura irrigada é 2,7 vezes maior do que a obtida pela agricultura tradicional de sequeiro, que é dependente das irregularidades próprias das águas das chuvas. Por isso, a prática da irrigação, que possibilita melhorar o manejo da produção e da disponibilidade de água, em quantidade, em qualidade e em oportunidade, e que auxilia na eficácia da oferta dos insumos aos cultivos, desempenhará um crescente e fundamental papel na produção agrícola e pecuária (CHRISTOFIDIS, 2013).

De acordo ainda com Christofidis (2013), o total das áreas irrigadas em 2006 na Paraíba era de 58.683,27 ha conforme o IBGE (2006), e o potencial para o desenvolvimento sustentável da irrigação no Estado seria ainda mais de 36.400 ha (ANA, 2017) totalizando 95 mil hectares.

Sabe-se que a agricultura é uma das atividades econômicas que apresenta uma dependência do tempo e do clima. As condições atmosféricas afetam todas as etapas das atividades agrícolas, desde o preparo do solo para o plantio até o armazenamento dos produtos e seu transporte. As condições meteorológicas adversas levam constantemente a graves impactos sociais sem precedentes segundo Souza et al. (2004).

De acordo com Sampaio et al. (2011), nas últimas décadas, a irrigação tem desempenhado papel indispensável ao incremento da produtividade de culturas básicas, possibilitando o desenvolvimento econômico de muitas regiões, e ao mesmo tempo incorporando novas áreas ao processo produtivo, garantindo com isso, o abastecimento interno e ampliando as exportações de produtos agrícolas.

Amaral (2005) afirma que o uso da irrigação viabiliza a produção agrícola especialmente em áreas áridas e semiáridas, como no caso do Nordeste brasileiro, onde a escassez hídrica representa uma séria limitação para o desenvolvimento socioeconômico, que se traduz em baixos níveis de renda e padrões insatisfatórios de nutrição, saúde e saneamento de parcela representativa da sua população. A adoção e a aplicação de metodologias atualizadas de classificação de terras para a irrigação podem permitir o planejamento do uso da terra com vistas ao desenvolvimento sustentável. Essas ações poderiam minimizar a degradação das terras e/ou da baixa taxa de retorno econômico, que afetam em muitos casos o pleno sucesso dos projetos irrigados.

Devido à crescente necessidade de um planejamento adequado e sustentável das atividades humanas, o entendimento dos ecossistemas e, principalmente, da prestação de serviços ambientais por esses ambientes tornou-se imperativo (SANCHEZ et al., 2009). O conhecimento dos recursos naturais (solos, clima, vegetação e relevo) constitui parte do embasamento indispensável para a avaliação do potencial de uso das terras. Estas informações, combinadas com os contextos sociais, econômicos e culturais, levam à possibilidade de análise das oportunidades, das restrições e dos impactos ligados ao uso da terra. Desse modo, é possível identificar áreas com maior ou menor aptidão para as mais diversas atividades, sejam agrícolas ou não, considerando aspectos de equidade e justiça social e responsabilidade no uso dos recursos naturais, visando benefícios coletivos (BENEDETTI et al., 2008).

Neste contexto, o geoprocessamento surge como uma disciplina que utiliza um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais, na forma de programas, o

sistema de informações geográficas, que possibilita combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, gerando novas informações, que auxiliam a tomada de decisões, em contextos os mais diversos (DUARTE & BARBOSA, 2009).

Portanto, este trabalho objetiva realizar para a bacia hidrográfica do rio Taperoá, a avaliação do potencial de terras para irrigação e seu mapeamento visando delimitar áreas de terras consideradas aptas à irrigação e separar áreas de terras consideradas inaptas para manejos irrigados nas condições econômicas e de conhecimentos técnicos vigentes.

Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Taperoá, com uma extensão

territorial de 5.686,37 km², localizada sobre o Planalto da Borborema, na posição central do Estado da Paraíba (Figura 1), seus pontos extremos são cortados pelas coordenadas de 6°51'44" a 7°34'31" de latitude sul e 36°00'10" a 37°14'30" de longitude oeste. A bacia hidrográfica limita-se, ao norte, com a bacia do rio Seridó, que drena para o Rio Grande do Norte; a nordeste, com as bacias do rio Jacú e Curimataú; a leste, com a sub-bacia do Médio Paraíba; ao sul, com a bacia do Alto Paraíba e a sudoeste, com a bacia do rio Pajeú, no Estado de Pernambuco. O rio Taperoá, de regime intermitente, nasce na Serra do Teixeira e desagua no açude Presidente Epitácio Pessoa (Boqueirão) (FRANCISCO et al., 2020).

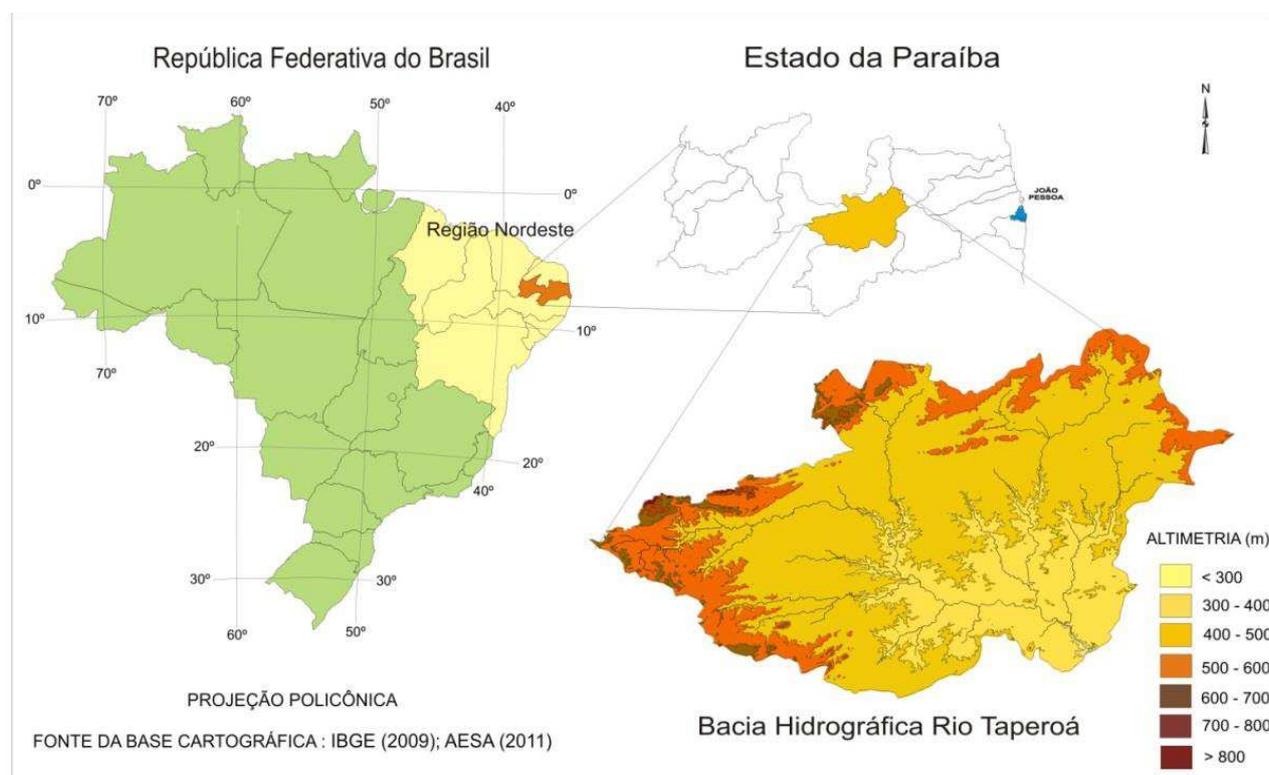


Figura 1. Localização e hipsometria da área de estudo. Fonte: Francisco et al. (2013).

A área da bacia apresenta relevo suave ondulado, e altitudes variando predominantemente entre 400 a 600m. A drenagem voltada para o sudeste facilita a penetração uniforme das massas atlânticas propiciando um gradiente uniforme de temperatura e precipitação, à medida que ocorre a elevação do terreno (FRANCISCO et al., 2012). No geral, os terrenos da bacia são formados por superfícies de pediplanação, resultantes da exposição a partir de sedimentos do Cretáceo ou Terciário, que cobriam rochas

(gnaiesses, granito e xisto) do escudo cristalino brasileiro (AB'SÁBER, 1974).

A temperatura média está abaixo de 26°C e a amplitude térmica diária é grande pelo efeito da altitude. Nas áreas mais baixas a precipitação média anual é inferior a 400mm, aumentando com a altitude no sentido dos divisores da drenagem (FRANCISCO et al., 2012). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Bsh (semiárido quente), com chuvas apresentando uma forte variação na distribuição espacial, temporal e interanual, e

uma estação seca que pode atingir 11 meses (VAREJÃO-SILVA et al., 1984).

A área de estudo ocorrem classes predominantes de solos descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; atendendo também a uma diversidade de características de solo, relacionadas à morfologia, cor, textura, estrutura, declividade e pedregosidade e outras características, justificada pelo fato de que no semiárido o tipo de solo determina a dinâmica da água quanto à drenagem, retenção ou disponibilidade, condicionando, por conseguinte os sistemas de produção agrícola (Figura 2). Na área de estudo ocorrem rochas pré-cambrianas, sendo complementadas por bacias sedimentares fanerozoicas, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias (PARAÍBA, 2006).

Os solos que ocorrem na área de estudo (Figura 2) são o Luvissole Crômico Vértico fase

pedregosa, relevo suave ondulado, predominante em grande parte da região; os Vertissolos relevo suave ondulado e ondulado, predominam nas partes mais baixas, apresentam problemas de drenagem e elevada presença de argilas de alta atividade química (montmoriloníticas), o que confere, a esses solos, notável capacidade de dilatação quando molhados e contração, quando secos; os Planossolos Nátricos relevo plano e suave ondulado, ao norte, ao longo da BR-230, trecho Campina Grande - Juazeirinho, na bacia do rio Taperoá. Nas áreas mais acidentadas ocorrem os Neossolos Litólicos Eutróficos fase pedregosa substrato gnaisse e granito. Em posição mais elevadas, em terrenos mais planos e suave ondulados ocorrem os Neossolos Regolíticos eutróficos; esses por apresentarem textura arenosa e serem de mais fácil cultivo, mais profundos e bem drenados e quase sempre favorecidos devido à altitude, pela maior precipitação (BRASIL, 1972; PARAÍBA, 1978).

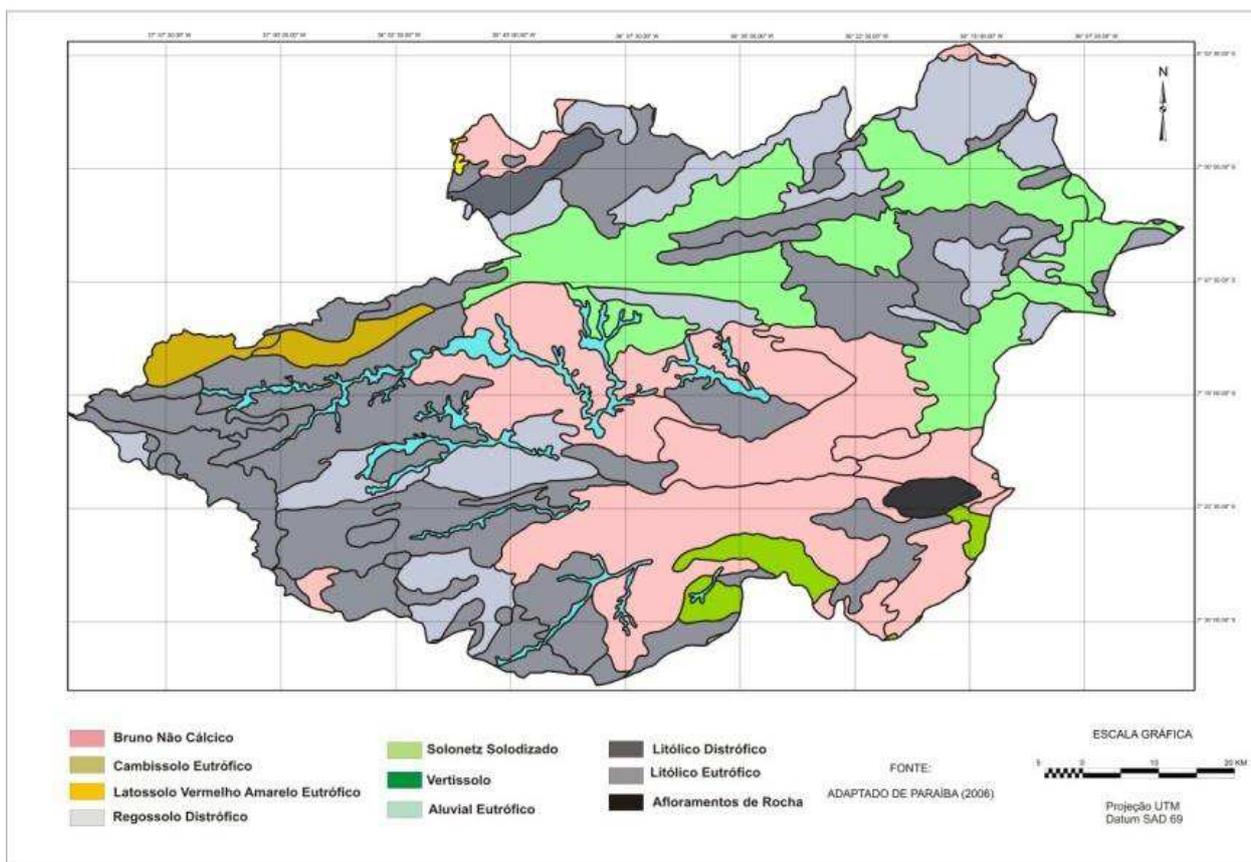


Figura 2. Mapa de solos da área de estudo. Fonte: Francisco et al. (2013).

Em toda a área de estudo a vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila. De acordo com Barbosa et al. (2007) e Paes e Silva et al. (2003),

as espécies mais encontradas na Caatinga são: a Malva (*Sida galheirensis* Ulbr.), Macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f.),

Imburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett), Mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* F. Ritter), Palmatória (*Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N. P. Taylor & Stuppy), Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), Marmeleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.), Pinhão (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.), Pinhão (*Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill.), Jureminha (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd.), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul), Pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Engl.), Marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), Pinhão bravo (*Jatropha molíissima* (Pohl.) Mull Arg.) e outras espécies nativas da região, como o Angico (*Anadenathera macrocarpa* (Benth.) Brenan) a

Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) e o Umbu (*Spondias tuberosa*, L.).

É uma região tradicionalmente pastoril onde tem predominado a criação de caprinos. Outrora esta era uma região com produção expressiva de algodão. Na atualidade, é cultivada com palma e culturas alimentares de subsistência (SOUZA et al., 2009; FRANCISCO, 2010).

Os municípios que parcialmente fazem parte da área da bacia são: Assunção, Boa Vista, Cacimbas, Cabaceiras, Cubati, Barra de Santa Rosa, Boqueirão, Serra Branca, Juazeirinho, Taperoá, Tenório, Teixeira, Junco do Seridó, Salgadinho, São João do Cariri, Seridó, Pocinhos e Olivedos, e com sua área totalmente integrando a bacia, os municípios de Desterro, Soledade, Livramento, Gurjão, São José dos Cordeiros, Soledade, Livramento, Gurjão, São José dos Cordeiros, Parari e Santo André (Figura 3).

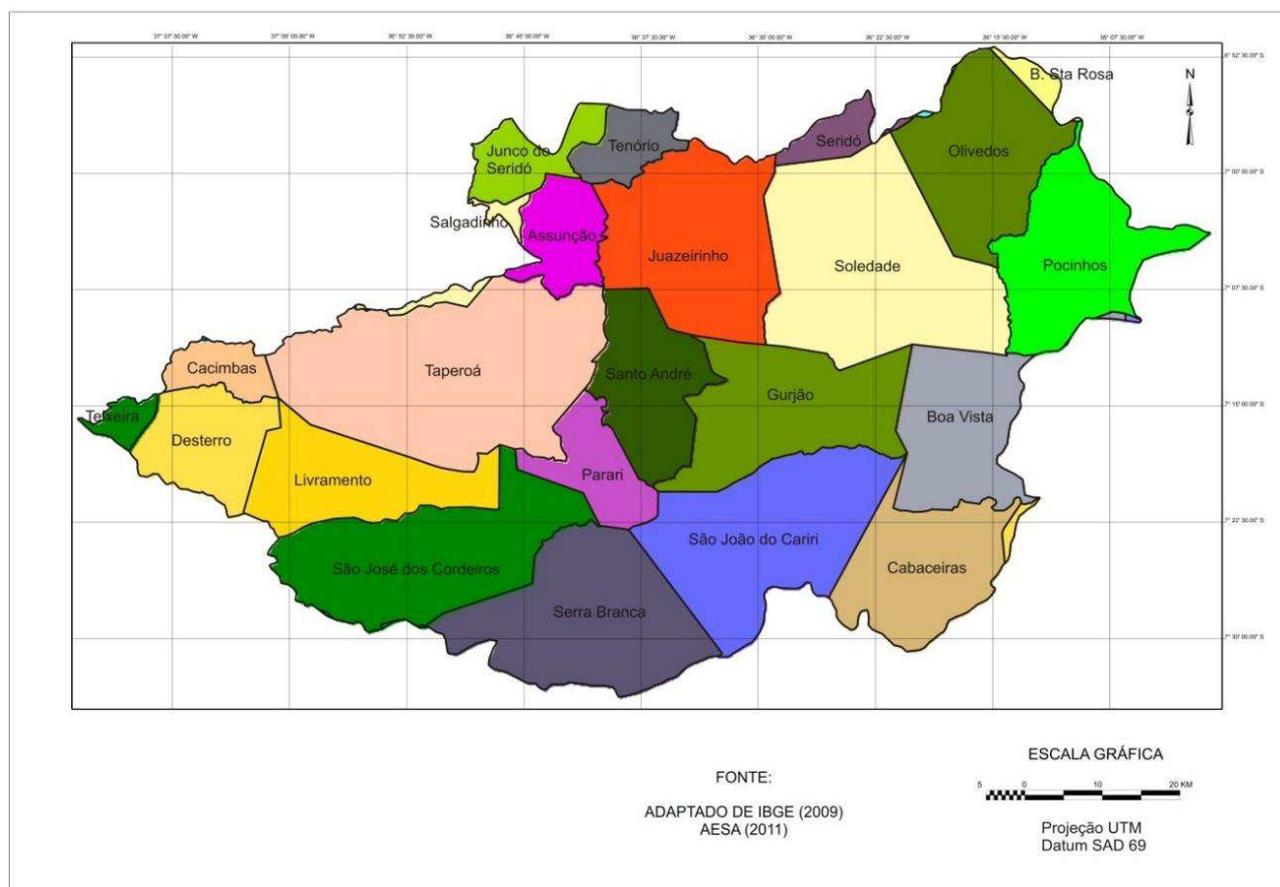


Figura 2. Mapa de municípios da sub-bacia do rio Taperoá. Fonte: Francisco (2013).

A população total da área de estudo é de 206.476 habitantes conforme o IBGE (2010). Os municípios com maior população que integram a área de estudo, são Pocinhos, Boqueirão,

Juazeirinho e Taperoá, e os menores municípios em população, Tenório, Santo André e Parari (Tabela 1).

Tabela 6. Municípios e população da área de estudo

Município	População	Município	População
Pocinhos	17.032	Junco do Seridó	6.643
Boqueirão	16.888	Boa vista	6.227
Juazeirinho	16.776	Cabaceiras	5.035
Taperoá	14.936	São João do Cariri	4.344
Barra de Santa Rosa	14.157	São José dos Cordeiros	3.985
Teixeira	14.153	Olivedos	3.627
Soledade	13.739	Assunção	3.522
Serra Branca	12.973	Salgadinho	3.508
Seridó	10.230	Gurjão	3.159
Desterro	7.991	Tenório	2.813
Livramento	7.164	Santo André	2.638
Cubati	6.866	Parari	1.256
Cacimbas	6.814	Total	206.476

Fonte: IBGE (2010).

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado arquivo digital fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA, da área da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá e importado para o programa SPRING 5.4 na base de dados na projeção UTM/SAD69 de Francisco (2010) e atualizadas por Francisco et al. (2016), onde foram elaborados os mapas e calculados as suas respectivas áreas.

Para o mapeamento do potencial de terras para irrigação foi importado ao SIG o arquivo digital fornecido pela AESA (2012) da classificação conforme *Bureau of Reclamation* (USA, 1953) e utilizada por PARAÍBA (2006) com adaptações desenvolvidas para as condições da região nordeste do Brasil por Cavalcanti et al. (1994) adotando quatro classes de terras consideradas aráveis e duas consideradas não-aráveis.

Nas terras aráveis, a vocação cultural ou capacidade de pagamento decresce progressivamente das classes de 1 para a 4. As terras da classe 4, denominadas de uso especial, são aquelas de uso restrito e que podem ter uma deficiência excessiva ou várias deficiências combinadas. As terras não-aráveis são aquelas definidas pelas classes 5 e 6. A concepção do sistema admite que na classe 5 estejam incluídas terras com valor potencial que possam passar para uma classe arável ou para classe 6 em definitivo, após estudos agrônômicos, de engenharia civil ou de economia. A classe 6 inclui as terras que não apresentam as condições mínimas exigidas para seu enquadramento em outra classe e, portanto, são inadequadas para cultivos irrigados convencionais.

As seis classes de terras e suas características foram definidas da seguinte forma:

Classe 1. Terras aráveis, altamente adequadas para agricultura irrigada. São capazes de oferecer altas produções para um grande número de culturas climaticamente adaptadas, a um custo razoável, não apresentando nenhuma limitação para a sua utilização.

Classe 2. Terras aráveis, com moderada aptidão para agricultura irrigada. São adaptáveis a um menor número de culturas e têm um maior custo de produção que as terras da classe 1. Podem apresentar limitações corrigíveis ou não, decorrentes de ligeiras a moderadas deficiências com relação à fertilidade, disponibilidade de água, profundidade, permeabilidade, topografia ou drenagem.

Classe 3. Terras aráveis com aptidão restrita para agricultura irrigada. Possuem apenas os requerimentos mínimos para irrigação. As deficiências, corrigíveis ou não, podem ser relativas ao solo, à topografia e à drenagem e, individualmente ou combinadas, são mais intensas que na classe 2. Podem ter limitações quanto à fertilidade muito baixa, textura arenosa, topografia irregular, salinidade moderada, drenagem restrita, entre outras. Tais limitações são suscetíveis de correção a custos relativamente altos, podendo algumas delas ser incorrigíveis. Têm aptidão para um restrito número de culturas adaptáveis, mas com manejo adequado, podem produzir economicamente.

Classe 4. Terras aráveis de uso especial. Podem ter uma excessiva deficiência específica, ou deficiências suscetíveis de correção a alto

custo, ou ainda, apresentar deficiências incorrigíveis, que limitam sua utilidade para determinadas culturas muito adaptadas ou métodos específicos de irrigação. As deficiências nessa classe podem ser: drenagem inadequada, topografia ondulada, pequena profundidade efetiva, excessiva pedregosidade, textura grossa, salinidade e, ou, sodicidade. Possuem capacidade de pegamento com grande amplitude de variação.

Classe 5. Terras não-aráveis, mas em situação provisória. São terras que requerem estudos especiais de agronomia, economia e engenharia para determinar sua irrigabilidade. Podem ter deficiências específicas como posição elevada, salinidade excessiva, topografia irregular ou drenagem inadequada com necessidade de trabalhos de proteção contra inundação. Após estudos especiais, essas terras passam para uma classe arável ou para a classe 6.

Classe 6. Terras não-aráveis. Inclui as terras que não satisfazem os requisitos mínimos das outras classes e, portanto, são inadequadas para irrigação convencional. Geralmente compreendem terras com solos rasos; terras com solos influenciados por sais e de recuperação muito difícil devido à textura muito argilosa, posição ou condições do substrato; terras com textura arenosa, tendo baixa

capacidade de retenção de água disponível; terras dissecadas e severamente erodidas; terras representadas por canais de transbordamento e escoamento; terras com muita pedregosidade e, ou, rochosidade; terras muito elevadas ou com topografia excessivamente declivosa ou complexa; e todas as outras áreas obviamente não-aráveis.

Resultados e Discussão

Pelos resultados obtidos observa-se através da Tabela 1 e da Figura 3 que apresenta Terras aráveis de aptidão restrita para a agricultura irrigada da classe 3, onde apresenta área de 229,26 km² representando somente 4,03% do total. De acordo com PARAÍBA (2006), estas terras possuem apenas os requerimentos mínimos para irrigação. As deficiências, corrigíveis ou não, podem ser relativas ao solo, à topografia e à drenagem e, individualmente ou combinadas, são mais intensas que na classe 2. Podem ter limitações quanto à fertilidade muito baixa, textura arenosa, topografia irregular, salinidade moderada, drenagem restrita, entre outras. Tais limitações são suscetíveis de correção a custos relativamente altos, podendo algumas delas ser incorrigíveis. Têm aptidão para um restrito número de culturas adaptáveis, mas com manejo adequado, podem produzir economicamente.

Tabela 1. Classes de irrigação

	Classes de Irrigação	km²	%
1	Terras aráveis, altamente adequadas para agricultura irrigada	0,00	0,00
2	Terras aráveis, com moderada aptidão para agricultura irrigada	0,00	0,00
3	Terras aráveis com aptidão restrita para agricultura irrigada	229,29	4,03
4	Terras aráveis de uso especial	940,46	16,54
5	Terras não-aráveis, mas em situação provisória	0,00	0,00
6	Terras não-aráveis	4.516,62	79,43
	Total	5.686,37	100,00

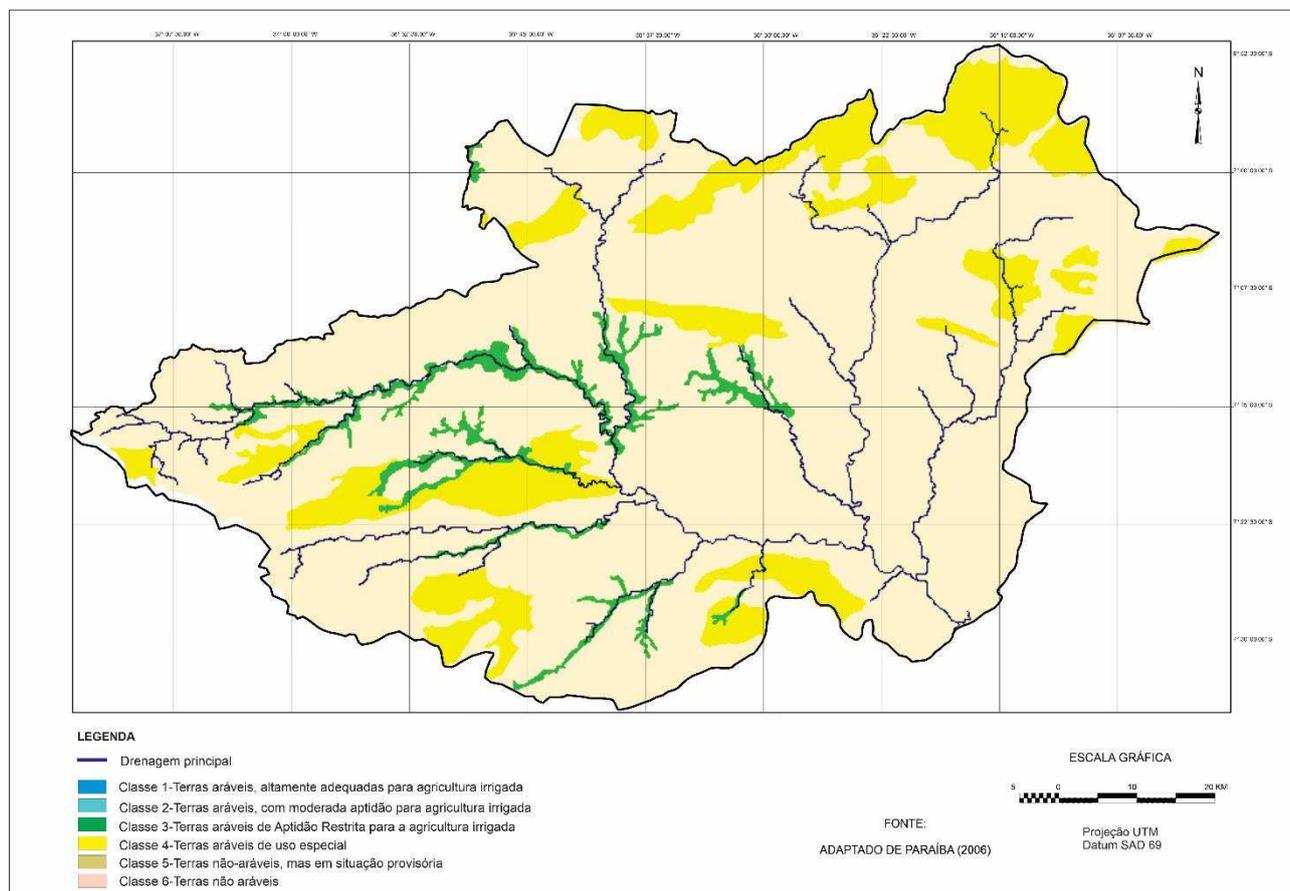


Figura 3. Aptidão para irrigação da área de estudo.
Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); AESA (2012).

As Terras aráveis com aptidão restrita para a agricultura irrigada da classe 3, estão localizadas em regiões planas de baixios seguindo a drenagem principal na região central voltada ao leste da bacia e poucas áreas ao sul da mesma. São compostas pelos solos Aluviais Eutróficos, atualmente reclassificados por Campos e Queiroz (2006) como Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos solódicos, e de conforme Cavalcante et al. (2005), são solos de grande importância, no que diz respeito à exploração agrícola e pecuária da região semiárida, porém apresentam limitações muito fortes pelo déficit hídrico. Com uso de técnicas de irrigação pode ser viabilizado o cultivo intensivo de forrageiras e diversas outras culturas trazendo um incremento econômico na renda dos produtores rurais. As áreas em que a qualidade da água e dos solos possuem restrições de uso, deve ser avaliado os usos de acordo com o manejo adequado da área. Estes fatores reunidos concorrem para que estes solos sejam muito susceptíveis à degradação.

Francisco et al. (2019) utilizando a mesma metodologia para a bacia do Alto Rio Paraíba, área contígua a deste estudo e localizada ao sul da mesma, observaram o

mesmo tipo de solo e uma proporção similar de área total da classe 3 e localizadas também próximo as áreas de drenagem.

Observa-se Terras aráveis de uso especial da classe 4 (Figura 3), onde apresenta área de 940,46 km² representando 16,54% do total. Conforme PARAÍBA (2006), estas podem ter uma excessiva deficiência específica, ou deficiências suscetíveis de correção a alto custo, ou ainda, apresentar deficiências incorrigíveis, que limitam sua utilidade para determinadas culturas muito adaptadas ou métodos específicos de irrigação. As deficiências nessa classe podem ser a drenagem inadequada, topografia ondulada, pequena profundidade efetiva, excessiva pedregosidade, textura grossa, salinidade e, ou, sodicidade. Possuem capacidade de pegamento com grande amplitude de variação.

As Terras aráveis de uso especial da classe 4, é composta pelo Regossolo Eutrófico com fragipan, localizado ao nordeste, centro-norte e ao leste da área da bacia, atualmente reclassificado por Campos e Queiroz (2006) como Neossolos Regolítico Psamítico típico em que, são solos submetidos a uma intensa utilização agrícola, e em virtude desta grande

utilização e da textura arenosa dos mesmos são sujeitos a uma lixiviação intensa, observam-se, em alguns trechos, sinais de deficiência, principalmente de nitrogênio, bem como se verifica baixa produtividade. Apresentam como principais limitações, a baixa fertilidade natural, a deficiência de água e em algumas áreas impedimentos ao uso de implementos agrícolas determinados pela rochosidade.

Ainda na classe 4 das se Terras aráveis de uso especial localizada ao sul da bacia também ocorrem os Vertisols, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, atualmente reclassificados por Campos e Queiroz (2006) como Vertissolo Cromado Órtico solódico, e de acordo com Cavalcante et al. (2005), são solos onde a principal limitação ao uso agrícola destes decorre da falta d'água que é muito forte. Também concorrem para isto a forte susceptibilidade à erosão, grande pedregosidade e pequena profundidade dos solos. A exploração com pecuária deve ser intensificada com a cultura da palma forrageira facilitando a reserva de alimentos para o período seco e cultivo de forrageiras nas partes baixas. Deve-se ressaltar que o controle da erosão deve ser muito intenso nestes solos. Jacomine (2009) relata que são solos com permeabilidade lenta ou muito lenta, para Francisco (2010) são solos descritos como imperfeitamente drenados em BRASIL (1972).

As Terras não aráveis da classe 6 (Figura 3), apresentam área de 4.516,62 km² representando 79,43% do total. Conforme PARAÍBA (2006), estas incluem as terras que não satisfazem os requisitos mínimos das outras classes e, portanto, são inadequadas para irrigação convencional. Geralmente compreendem terras com solos rasos; terras com solos influenciados por sais e de recuperação muito difícil devido à textura muito argilosa, posição ou condições do substrato; terras com textura arenosa, tendo baixa capacidade de retenção de água disponível; terras dissecadas e severamente erodidas; terras representadas por canais de transbordamento e escoamento; terras com muita pedregosidade e, ou, rochosidade; terras muito elevadas ou com topografia excessivamente declivosa ou complexa; e todas as outras áreas obviamente não-aráveis.

Nas Terras não aráveis da classe 6, é composta pelos solos Litólicos Eutróficos, distribuído por toda a área da bacia, atualmente reclassificado por Campos e Queiroz (2006) como Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e de

acordo com Cavalcante et al. (2005), estes apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado, pedregosidade, rochosidade e reduzida profundidade dos solos, além da deficiência de água que só permite a presença de culturas resistentes à estiagem. Só é possível a exploração destes solos pelos sistemas primitivos de agricultura já existentes. Ainda ao sul da bacia ocorre área única de Afloramentos de Rocha. Os Neossolos Litólicos são pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos, normalmente pedregosos e rochosos. São solos pouco desenvolvidos que não apresentam horizonte B diagnóstico. Ocorrem na região semiárida em relevos ondulados a fortemente ondulados ou acidentados, por isto são muito susceptíveis à erosão (JACOMINE, 1996; RIBEIRO et al., 2009). O horizonte A assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, e apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 1999).

A classe 6 das Terras não aráveis também ocorrem o Bruno Não Cálcico, atualmente reclassificados por Campos e Queiroz (2006) como Luvisolos Crômicos órtico típico, e de acordo com Cavalcante et al. (2005), que tendo em vista as condições do solo e o clima regional, verifica-se que o aproveitamento com pecuária é indicado, desde que sejam feitas reservas de forragens para o período seco, bem como seja intensificado o cultivo de palma forrageira, além do aproveitamento intensivo das vazantes. Os Luvisolos, de grande representatividade nas áreas mais afetadas pela seca, principalmente no estado da Paraíba, apresentam baixa permeabilidade e são muito suscetíveis à erosão (JACOMINE, 1996; RIBEIRO et al., 2009).

Na classe 6 ainda ocorre ao leste e ao norte da bacia composta pelo Solonetz Solodizado Ta, atualmente reclassificados por Campos e Queiroz (2006) como Planossolo Nátrico Órtico típico e de acordo com Cavalcante et al. (2005) cujas principais limitações ao uso agrícola destes solos, são os elevados teores em sódio trocável e más condições físicas nos horizontes subsuperficiais principalmente do Bt. São solos inaptos para agricultura. O aproveitamento dos solos da região é feito com pecuária extensiva, usando-se para isto a própria vegetação natural. As limitações pela falta d'água são muito fortes.

Os Planossolos possuem profundidade média que, em geral, não ultrapassa 100 cm. As camadas superficiais geralmente apresentam textura arenosa ou média, com horizonte B ou C apresentando textura argilosa muito dura conferindo drenagem ruim; verifica-se presença de rochas degradadas no material argiloso e transição abrupta entre as camadas. Esses solos são comuns nas partes mais baixas do relevo, em situação plana a suave ondulada. Os Solonetz Solodizados possuem o diferencial de apresentarem, naturalmente, altos teores de sais, sendo impróprios para a agricultura devido à presença de sódio (JACOMINE, 1996; RIBEIRO et al., 2009).

Ao norte da bacia ocorre uma área composta pelo Cambissolo Eutrófico latossólico atualmente reclassificados por Campos e Queiroz (2006) como Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico e que de acordo com Cavalcante et al. (2005) são solos de fertilidade alta, porém apresentam problemas com relação às propriedades físicas. Os problemas relacionados com as condições físicas, decorrem principalmente da atividade muito alta da argila (alto teor de argila do tipo 2:1). apesar de possuírem fertilidade alta, geralmente apresentam baixos teores de matéria orgânica e nitrogênio. São solos praticamente neutros e moderadamente alcalinos, muito susceptíveis à erosão, sobretudo quando situados em relevo ondulado e problemas de salinização podem ocorrer quando os solos são submetidos a irrigação mal conduzida.

Francisco et al. (2019) estudando o potencial para irrigação da bacia do Alto Rio Paraíba, observaram os mesmos tipos de solo, os Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico e Vertissolo Cromado Órtico solódico e encontraram impedimentos similares a estes, devido estes estarem localizados na região semiárida e terem o mesmo comportamento.

Em termos gerais, a maioria dos solos do semiárido apresenta características químicas adequadas, mas possuem limitações físicas, relacionadas à topografia (declividade), profundidade, pedregosidade e drenagem (OLIVEIRA et al., 2003; FRANCISCO, 2010).

Conforme EMBRAPA (1994), avaliando o potencial das Terras para irrigação no Nordeste, para todas as classes encontradas neste trabalho, argumenta que para utilização dessas terras para a irrigação implicam numa rigorosa seleção de áreas, e na adoção de práticas conservacionistas.

A área de estudo, apesar de predominar terras não aráveis, possui áreas não mapeadas devido a escala, que são propícias à exploração da agricultura irrigada, desde que se utilize manejo adequado de irrigação, resultado similar encontrado por Francisco et al. (2019).

Alguns ajustes na metodologia foram necessários para adequá-la às limitações impostas pelo nível de detalhamento das informações básicas disponíveis no levantamento de reconhecimento de solos utilizado neste trabalho, o mesmo utilizado por EMBRAPA (2012) e por Francisco et al. (2019). Devendo assim, ser estabelecido um planejamento estratégico sobre a viabilidade e o uso racional dos recursos naturais disponíveis.

Conclusão

Por este trabalho, pôde-se concluir que, a bacia do rio Taperoá apresenta Terras aráveis de aptidão restrita para irrigação da classe 3 em 4,03% da área total (11,31 km²) localizados em Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos solódicos que apesar das deficiências que limitam sua utilização para determinadas culturas, podem ser utilizadas para irrigação.

As Terras aráveis de uso especial da classe 4, representando 16,54% (940,46 km²) localizados em Neossolos Regolítico Psamítico típico e sobre os Vertissolos Cromado Órtico solódico com deficiências que limitam a irrigação.

As Terras não aráveis da classe 6, apresentam a maior área representando 79,43% do total (4.156,62 km²) inadequadas para irrigação convencional composta pelos Neossolos Litólicos Eutróficos típico, Luvisolos Crômicos órtico típico, Planossolo Nátrico Órtico típico e pelo Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. São Paulo: USP, 1974. 37p. (Série Geomorfologia, 43).
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2013. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.
- AMARAL, F. C. S. DO. Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semi-árida. Convênio Embrapa Solos/CODEVASF. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218p.

- ANA. Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017. 86 p.
- BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B. DE; LIMA, J. R.; CUNHA, J. P. DA; AGRA, M. DE F.; THOMAS, W. W. Vegetação e flora no Cariri paraibano. *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n.3, p.313-322, 2007.
- BENEDETTI, M. M.; SPAROVEK, G.; COOPER, M.; CURI, N.; CARVALHO FILHO, A. DE. Representatividade e potencial de utilização de um banco de dados de solos do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.2591-2600, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972 (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia, 8).
- CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, n.1, 2006.
- CAVALCANTE, F. de S.; DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.4, n.8, 2005.
- CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste (para compatibilização com os recursos hídricos). Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 38p.
- CHRISTOFIDIS, D. *Revista de Política Agrícola*, v.22, n.1, p.115-127, 2013.
- DUARTE, S. M. A.; BARBOSA, M. P. Estudo dos recursos naturais e as potencialidades no semiárido, estado da Paraíba. *Engenharia Ambiental*, v.6, n.3, p.168-189, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido CPTSA. Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste. (Org.) CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. Brasília, 1994. 41p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília. Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Zoneamento agroecológico do estado de Alagoas – ZAAL. Potencial Agroecológico das Terras. Relatório Técnico. (Org.) CAVALCANTI, A. C.; SANTOS, J. C. DOS; ARAÚJO FILHO, J. C. DE. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos, n. 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife/PE: Embrapa Solos, 2012.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V. DE. Mapeamento das terras para mecanização agrícola - Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n.2, p.233-249, 2012.
- FRANCISCO, P. R. M. Modelo de mapeamento da deterioração do bioma Caatinga da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; CHAVES, L. H. G. Bioma caatinga e degradação: modelo de mapeamento. Campina Grande: EPGRAF, 2020. 80p.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; CHAVES, L. H. G.; BRANDÃO, Z. N.; LIMA, E. R. V. DE; SILVA, B. B. DA. Mapeamento da vulnerabilidade das terras da bacia hidrográfica do rio Taperoá. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.6, n.2, p.271-286, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; SILVINO, G. DA S.; LIMA, V. L. A. DE; MORAES NETO, J. M. DE; BARRETO, H. T. S. Potencial de irrigação dos solos da área de transposição do rio São Francisco no estado da Paraíba. (Org.) FRANCISCO, P. R. M.; SILVA, V. M. DE A.; QUEIROZ, N. M. Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação. v.2. 2019. 164p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 dezembro de 2012.
- JACOMINE, P. K. T. A nova classificação Brasileira de solos. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, v.5 e 6, p.161-179, 2008-2009.
- OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; JACOMINE, P. K. T. Classificação de solos Planossólicos do sertão do Araripe. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.4, p.685-693, 2003.
- PAES-SILVA, A. P.; CHAVES, I. DE B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Namorado no Cariri

oriental paraibano. *Agropecuária Técnica*, v.24, n.1, p.47-59, 2003.

PARAÍBA. Governo do Estado - Secretaria de Agricultura e Abastecimento - CEPA - PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-EletoConsult Ltda. 1978. 448p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

RIBEIRO, M. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GALINDO, I. C. L. Os solos e o processo de desertificação no semiárido brasileiro. In: *Tópicos em Ciência do Solo*, v.6, 497p. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 2009. p.413-449.

SAMPAIO, C. B. V.; WEILL, M. DE A. M.; DOURADO, C. DA S.; SAMPAIO FILHO, C. V. Classificação do potencial de terras para irrigação na região do alto da bacia do rio Itapicuru. In: *Reunião Sul-americana para Manejo e Sustentabilidade da irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas*, 2, Cruz das Almas, 2011. Anais...Cruz das Almas, 2011.

SANCHEZ, P. A.; AHAMED, S.; CARRE, F.; HARTEMINK, A. E.; HEMPEL, J.; HUISING, J.;

LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A. B.; MCKENZIE, N. J.; MENDONCA-SANTOS, M. D.; MINASNY, B.; MONTANARELLA, L.; OKOTH, P.; PALM, C. A.; SACHS, J. D.; SHEPHERD, K. D.; VAGEN, T. G.; VANLAUWE, B.; WALSH, M. G.; WINOWIECKI, L. A.; ZHANG, G. L. Digital soil map of the world. *Science*, v.325, p.680-681, 2009.

SOUZA, W. G. DE; RIBEIRO, A.; AMORIM, R. C. F.; SOUZA, M. J. H. DE; RIBEIRO, C. A. A. S.; FACCO, A. G. Geoespacialização da evapotranspiração potencial e real para a bacia do rio Doce, Minas Gerais. In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 13, Fortaleza, Anais... Fortaleza, 2004.

SOUZA, B. I. DE; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. DE. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. *Mercator*, v.8, n.16, p.217-232, 2009.

USA. Department of Interior. Bureau of Reclamation. Reclamation manual: irrigated land use: land classification. v.5, part.2. Denver, 1953. 54p.

VAREJÃO-SILVA M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB, Campina Grande, 1984.

Curriculum dos Organizadores

Paulo Roberto Megna Francisco: Pós Doutor em Ciência do Solo pela UFPB. Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem pela UFCG. Mestre em Manejo de Solo e Água pelo CCA/UFPB. Graduado pela UNESP como Tecnólogo Agrícola com especialização em Mecanização. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Participa de Projetos de Pesquisa e Extensão juntamente com a EMBRAPA-Algodão, UFPB-Campus João Pessoa, UFCG-Campus Sumé, IFPB-Campus Campina Grande e Campus Picuí. Ministrou as disciplinas de Mecanização Agrícola, Máquinas e Motores Agrozootécnicos e Máquinas e Motores Agrícolas no CCA/UFPB. Atualmente presta consultoria para o INCRA/PB na realização de PDA's. Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia – CONTECC.

Djail Santos: Engenheiro Agrônomo (UENP-Campus Luiz Meneghel, 1990), Mestre em Solos e Nutrição de Plantas (UFLA, 1993) e Doutor em Crop and Soil Sciences ((Michigan State University, MSU, 1998). Professor Titular do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), atuando na área de Manejo e Conservação de Solo e Água. Atualmente, é vice-Coordenador do PPG em Ciência do Solo. Atuou como Assessor de Pesquisa, vice-Coordenador do PPG em Manejo de Solo e Água, Coordenador do Curso de Agronomia e Diretor do CCA/UFPB. Membro do corpo docente do PPG em Ciência do Solo e do PPG em Agronomia, ministrando as disciplinas de Manejo e Conservação do Solo e Sistemas de Produção Orgânicos e Convencionais. Atuou como membro do Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável (CEDRS-PB) e do Conselho Técnico Administrativo da EMATER-PB. Tem experiência na execução e coordenação de diversos programas e projetos vinculados a SECAD/MEC (Conexões de Saberes), SESu/MEC (PROEXT), INCRA/MDA (PRONERA), PNPd/CAPEs com atuação em comunidades rurais e urbanas. Tem atuação em ensino, pesquisa e extensão com ênfase em manejo e conservação de solo e água, qualidade do solo, aptidão agrícola das terras, sistemas de produção, agricultura orgânica.

Paulo da Costa Medeiros: Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba - Campus II (1995), mestrado em Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba - Campus II (1997) e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Hidráulica. Atuando principalmente nos temas Transformada de Wavelet Contínua, Hidrograma, gestão de recursos hídricos.

George do Nascimento Ribeiro: Possui graduação em Agronomia (2003) e mestrado em Manejo de Solo e Água (2006) pela Universidade Federal da Paraíba, doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2014) e Pós-doutorado em Fontes Alternativas de Energias pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFCG (LABFREN/UFCG). Atualmente é professor da Universidade Federal de Campina Grande/CDSA/Campus Sumé. Tem experiência nas áreas de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto (recursos naturais, geotecnologias e mapeamento temático) e em Energias Renováveis (produção de hidrogênio como fonte de combustível para fuel cell e energia solar - placas fotovoltaicas).



® Portal Tecnológico
de Divulgação Científica
Eventos, Pesquisas e Inovação



 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico


CAPES



978-65-00-10715-9