



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Tecnologia & Inovação

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO

VIVIANE FARIAS SILVA

DJAIL SANTOS

GEORGE DO NASCIMENTO RIBEIRO

GYPSON DUTRA JUNQUEIRA AYRES

GUTTEMBERG DA SILVA SILVINO



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TECNOLOGIA & INOVAÇÃO



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C5741 Ciências Agrárias: Tecnologia & Inovação/Francisco et al.

— Campina Grande: EPTEC, 2022.

106 f.: il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-00-52790-2

1. Tecnologia. 2. Desenvolvimento. 3. Pesquisa. 4. Ciência. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Silva, Viviane Farias. III. Santos, Djail. IV. Ribeiro, George do Nascimento. V. Ayres, Gypson Dutra Junqueira. VI. Silvino, Guttemberg da Silva. VII. 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.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

2022 by Eptec

Copyright © Eptec

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Eptec

Direitos para esta edição cedidos à Eptec pelos autores.

Open access publication by Eptec

Créditos das Imagens da capa e dos capítulos

Pixabay/Freepick

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Claudiomir Silva Santos (IFSULMINAS)

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)

Newton Carlos Santos (UFRN)

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)

Viviane Farias Silva (CSTR-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco
Viviane Farias Silva
Djail Santos
George do Nascimento Ribeiro
Gypson Dutra Junqueira Ayres
Guttemberg da Silva Silvino

CIÊNCIAS AGRÁRIAS TECNOLOGIA & INOVAÇÃO



1.a Edição
Campina Grande-PB
2022

REALIZAÇÃO



APOIO



Universidade Federal
de Campina Grande



UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia



Universidade Federal
de Mato Grosso



SUMÁRIO

<i>MAPEAMENTO DOS FATORES RESTRITIVOS DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA.....</i>	<i>6</i>
<i>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA (GLYCINE MAX), PRÉ INOCULADAS COM BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM, OSMOPROTETOR E DIFERENTES DEFENSIVOS AGRÍCOLAS</i>	<i>16</i>
<i>ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE ENCANTO, RN.....</i>	<i>23</i>
<i>DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DANINHAS SOB PALHADA DE CAPIM-BRAQUIÁRIA (UROCHLOA DECUMBENS), MILHETO (PENNISETUM GLAUCUM) E SORGO (SORGHUM BICOLOR).....</i>	<i>33</i>
<i>ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO CULTIVADO COM CAPIM MOMBAÇA SOB DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO.....</i>	<i>44</i>
<i>INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO NA DIMENSÃO DA ÁREA FOLIAR DA ESPÉCIE FLORESTAL Erythrina velutina NA FORMAÇÃO DE MUDAS.....</i>	<i>60</i>
<i>ESTRESSE HÍDRICO NO PROCESSO DE GERMINAÇÃO EM MIMOSA CAESALPINIIFOLIA BENTH E ERYTHRINA VELUTINA WILLD.....</i>	<i>69</i>
<i>USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA-PB.....</i>	<i>78</i>
<i>ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO AGRÍCOLA NO BREJO PARAIBANO</i>	<i>89</i>
<i>CURRICULUM DOS ORGANIZADORES</i>	<i>106</i>

MAPEAMENTO DOS FATORES RESTRITIVOS DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA

Paulo Roberto Megna Francisco

Doutorando em Eng. de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5062-5434>

Viviane Farias Silva

Dra. Profa. Associada, UFCG, Patos-PB, viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

Djail Santos

Dr. Prof. Titular, UFPB, Areia-PB, santosdjail@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2207-3115>

George do Nascimento Ribeiro

Dr. Prof. Associado, CDSA, UFCG, Sumé-PB, george@ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0003-4225-0967>

Gypson Dutra Junqueira Ayres

Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, fgypsond@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1959-1424>

Introdução

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).

A agricultura é uma atividade econômica dependente, em grande parte, do meio físico. Uma região apresenta várias sub-regiões com distintas condições de solo e clima e, portanto, com distintas aptidões para produzir diferentes bens agrícolas (GLERIANI, 2000). O uso adequado do solo é o primeiro passo em direção a uma agricultura sustentável. Para isso, deve-se empregar os solos de acordo com a sua capacidade de sustentação e produtividade econômica (HUDSON, 1971).

O conhecimento da aptidão de terras é fator de grande importância para propiciar o uso adequado da oferta ambiental e, sobretudo, evitar possível sobre utilização dos recursos naturais (EMBRAPA, 2006). A principal exigência para se estabelecer o potencial de uso de um solo decorre de um conjunto de interpretações do próprio solo e do meio onde ele se desenvolve (RANZINI, 1969). Tais interpretações pressupõem a disponibilidade de certo número de informações preexistentes, que têm que ser fornecidas por levantamentos apropriados da área de trabalho, ou de levantamentos pedológicos pré-existent. Para que as informações contidas nos levantamentos sejam melhores utilizadas, é necessário a partir destes levantamentos, sejam compostos mapas temáticos interpretativos baseados nos critérios da classificação técnica utilizada (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

Mapas pedológicos em escalas generalizadas, englobando todo um território, permitem a visualização de grandes áreas, abrangendo a distribuição espacial e a variação existente na população dos solos, constituindo documentos importantes na caracterização dos recursos, na orientação de planejamentos regionais do uso da terra (ROSSI & OLIVEIRA, 2000). Os mapas constituem-se num suporte indispensável para o planejamento, ordenamento e uso eficaz dos recursos da terra, sendo um instrumento visual da percepção humana e um meio para obter o registro e a análise da paisagem (LIMA et al., 2007).

O presente trabalho objetiva identificar e mapear fatores restritivos das terras da região do médio curso do rio Paraíba utilizando sistema de informação geográfica.

Material e Métodos

A área de estudo compreende a região do médio curso do rio Paraíba com área de 379.406,37 ha localizada no Estado da Paraíba, considerada a 6ª maior bacia, composta total e/ou parcialmente pelos municípios de Aroeiras, Alcantil, Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Barra de São Miguel, Caturité, Campina Grande, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília e Umbuzeiro (Figura 1).

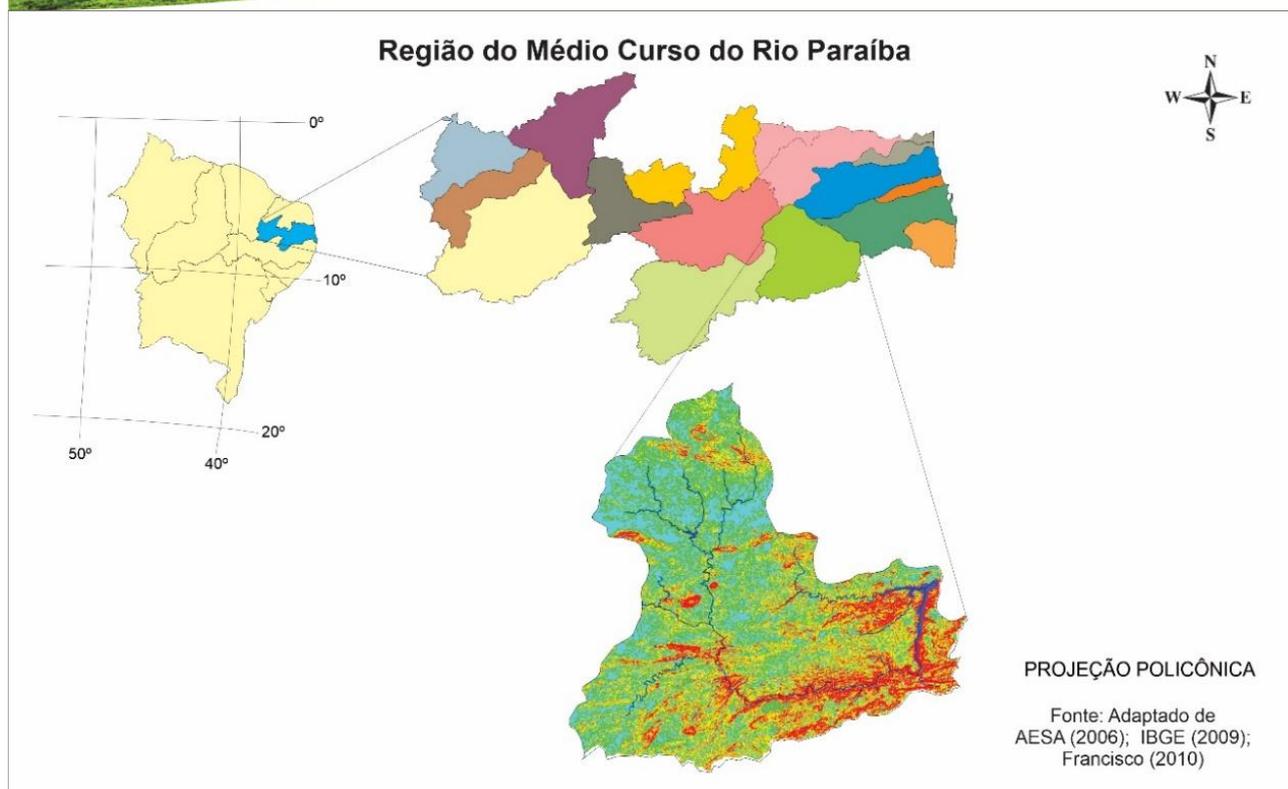


Figura 1. Localização da área de estudo e declividade.

Fonte: Adaptado de Francisco (2010); PARAÍBA (2006); IBGE (2009).

Conforme Francisco (2010), a área de estudo engloba a encosta oriental do Planalto da Borborema, porção leste da bacia, com o clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo As' - Tropical Quente e Úmido com chuvas de outono-inverno. Nesta região as chuvas são formadas pelas massas atlânticas trazidas pelos ventos alísios de sudeste, e a altitude de 600 m nos pontos mais elevados dos contrafortes do Planalto. A precipitação decresce do litoral para o interior da região ($600 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$) devido, principalmente, a depressão do relevo. Na porção oeste da bacia, o clima é do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de $600 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m).

De acordo com Francisco (2010), a vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila. Os solos predominantes na área de estudo, conforme PARAÍBA (1978) são os Brunos Não Cálcidos e os solos Litólicos Eutróficos, distribuídos por toda a área da bacia, como também os Vertisols, com maior ocorrência no centro da bacia, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, e os Solonetz Solodizado na região de Campina Grande, estes reclassificados para o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos por Campos e Queiroz (2006) como Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e como Vertissolo Cromado Órtico típico, Planossolo Nátrico Órtico típico, respectivamente (Figura 2).

Francisco et al. (2015) afirmam que, estas 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.

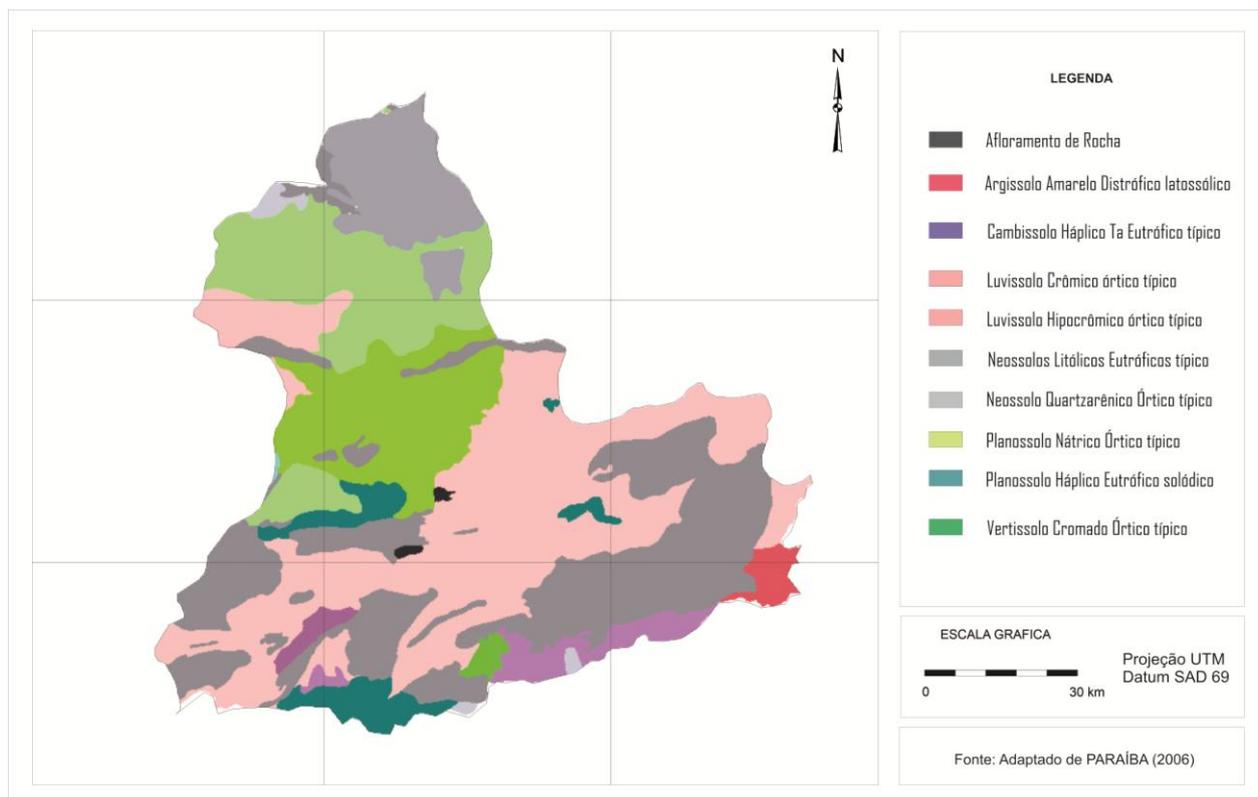


Figura 2. Mapa de solos da área de estudo. Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006).

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado arquivo digital fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA, da região do médio curso do rio Paraíba 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. (2014), onde foram elaborados os mapas e calculados as suas respectivas áreas.

Neste trabalho a base principal de dados utilizada é o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) e o mapa de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006) na escala de 1:200.000, representando a área de estudo e a ocorrência e distribuição das classes de solos predominantes no Estado.

Para elaboração dos mapas foi utilizado a base de dados de Francisco et al. (2014), elaborada no software SPRING 5.2.2 na projeção UTM/SAD69, onde contém o mapa digital de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006) atualizado em seus limites conforme (IBGE, 2009).

Utilizando o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) foi extraídas as informações pedológicas dos solos e criado uma tabela para classificação dos mapas de salinidade/sodicidade, profundidade efetiva, pedregosidade, fertilidade, erosão, drenabilidade e textura (Tabela 1), sendo interpretados e classificados de acordo com os fatores restritivos dos solos (nula, ligeira, moderada, forte, muito forte e extremamente forte) e introduzidos manualmente no SPRING, gerando os respectivos mapas temáticos.

A classificação dos polígonos de solos do mapa foi a partir da chave da fórmula básica da classe de capacidade de uso da terra constante no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) onde foram interpretadas as unidades de solos.

Tabela 1. Fatores restritivos dos solos

Classes	Fator Restritivo							
	Declividade (%)	Pedregosidade (%)	Profundidade Efetiva (m)	Textura	Drenagem	Fertilidade	Salinidade/Sodicidade	Erosão
Nula	0-3	0	> 2	Arenosa	Excessiva/ Forte/ Acentuada	Muito Alta	Não Salino/ Não Sódico	Não Aparente
Ligeira	3-6	< 1	1 a 2	Média/ Siltosa	Boa	Alta	Não Salino/ Não Sódico	Ligeira
Moderada	6-12	< 10	0,5 a 1	Argilosa	Moderada	Média	Ligeiramente Salino/ Ligeiramente Sódico	Moderada
Forte	12-20	< 30	0,25 a 0,5	Muito Argilosa/ Indiscriminada	Imperfeita	Baixa	Salino/ Sódico	Severa
Muito Forte	>20	> 30	<0,25		Má	Muito Baixa	Muito Salino/ Muito Sódico	Muito Severa/ Extremamente Severa

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978); Francisco et al. (2014).

O mapa de declividade utilizado foi o da base de dados de Francisco (2010) e Francisco et al. (2014) que foi gerado a partir do mapa de curvas de nível por processo de modelagem. Sendo realizado um refinamento das áreas com objetivo de eliminar áreas menores de 3 km² devido a escala de trabalho.

Para identificar os fatores restritivos foram calculadas as áreas utilizando a opção do SIG “medida de classes” e elaborada uma planilha enfatizando as diferenças entre as áreas.

Resultados e Discussão

No mapa de salinidade/sodicidade (Figura 3a) observa-se que a maioria da área apresenta 71,58% no fator de restrição de classe nula com 271.583,37 ha (Tabela 2). Estas áreas são constituídas pelo Luvisolo Crômico Órtico típico e pelo Luvisolo Hipocrômico Órtico típico localizados em sua maioria no interior da bacia; e pelo Neossolo Quartzarênico Órtico típico, Argissolo Amarelo Distrófico latossólico e Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico distribuídos tanto ao norte, sudoeste e ao sul da área da bacia. O fator de restrição de classe moderada com 12.228,00 ha apresenta 3,22% da área,

constituída pelo Planossolo Háplico Eutrófico solódico, e no fator de restrição de classe forte apresenta 95.595,00 ha (25,20% da área) onde ocorre o Planossolo Nátrico Órtico típico.

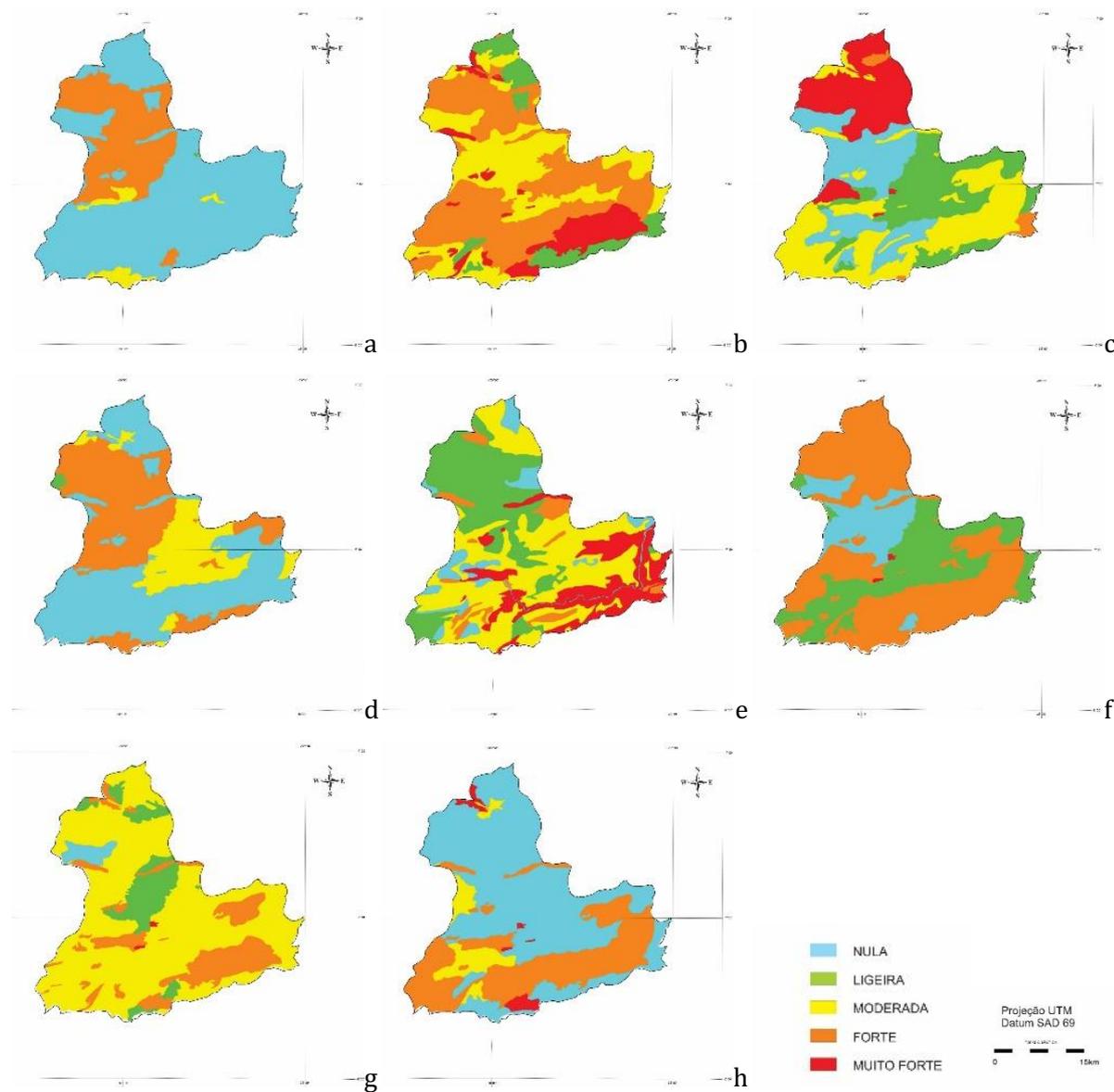


Figura 3. Mapa de restrição quanto (a) salinidade/sodicidade, (b) profundidade efetiva, (c) fertilidade, (d) drenabilidade, (e) declividade, (f) textura, (g) erosão, (h) pedregosidade.

Fonte: Adaptado de PARAÍBA (1978; 2006); Francisco et al. (2014); AESA (2020).

No mapa de profundidade efetiva (Figura 3b) observa-se que a classe ligeira apresenta 10,02% no fator de restrição representando 38.006,00 ha (Tabela 2). Observa-se ainda que 115.386,00 ha (30,41%) da área encontram-se na classe moderada como fator restritivo quanto a profundidade efetiva com a ocorrência do Vertissolo Cromado Órtico típico. Para a classe forte quanto ao fator restritivo da profundidade dos solos 180.376,37 ha representando 47,54% da área, observa-se que é composto pelos Planossolo Nátrico Órtico típico. Para a classe de restrição muito forte com 45.638,00

ha (12,03%) ocorrem os Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, que de acordo com Francisco (2010), são solos que ocorrem em associações complexas com Afloramentos de Rochas, e encontram-se normalmente em terrenos de relevo forte ondulado e montanhoso.

Tabela 2. Distribuição das classes de restrição

Classe	N		L		M		F		MF	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Declividade	31.063,00	8,19	108.487,37	28,59	150.412,00	39,64	23.216,00	6,12	66.228,00	17,46
Drenabilidade	178.400,37	47,02	1.735,00	0,46	65.198,00	17,18	134.073,00	35,34	-	-
Erosão	8718,00	2,30	39.766,00	10,48	264.387,37	69,68	65.827,00	17,35	708,00	0,19
Fertilidade	84.917,00	22,38	86.777,00	22,87	124.346,37	32,77	7.496,00	1,98	75.870,00	20,00
Pedregosidade	224.756,00	59,24	-	0,00	26.753,00	7,05	120.071,37	31,65	7.826,00	2,06
Profundidade	-	-	38.006,00	10,02	115.386,00	30,41	180.376,37	47,54	4.5638,00	12,03
Salinidade	271.583,37	71,58	-	-	12.228,00	3,22	9.5595,00	25,20	-	-
Textura	53.352,00	14,06	105.083,00	27,70	-	-	220.256,37	58,05	715,00	0,19

No mapa de fertilidade (Figura 3c) observa-se que a área apresenta 22,38% no fator de restrição de classe nula com 84.917,00 ha. Nesta classe ocorre o Luvissole Crômico Órtico típico e Luvissole Hipocrômico Órtico típico localizados ao centro e ao sul da bacia. Para a classe ligeira de restrição observa-se que apresenta uma área de 86.777,0 ha (22,87%), representados pelo Luvissole Crômico Órtico típico, Luvissole Hipocrômico Órtico típico, Planossolo Háplico Eutrófico solódico e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico. Na classe de restrição moderada quanto a fertilidade observa-se 124.346,37 ha (32,77%) com a maior ocorrência de Neossolos Litólicos Eutróficos típico localizados ao sul da bacia. Estes solos, conforme Francisco (2010) são mais rasos e pedregosos e rochosos, predominantes em área de relevo forte ondulado e montanhoso ao sul, acompanhando a calha do rio Paraíba.

Da classe forte de restrição apresenta 1,98% da área em 7.496,00 ha relacionado ao Argissolo Amarelo Distrófico latossólico localizado ao sudeste da bacia. A restrição da classe muito forte 75.870,00 ha (20,0%) tem a ocorrência do Neossolo Quartzarênico Órtico típico onde Cavalcante et al. (2005) enfatiza que, as principais limitações à sua utilização agrícola, são a muito baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, determinada pela sua textura arenosa.

No mapa de drenabilidade (Figura 3d) observa-se que apresenta 178.400,37 ha no fator de restrição de classe nula representando 47,02% da área. Estes são distribuídas por toda a bacia representada pelo Neossolo Quartzarênico Órtico típico e pelo Neossolos Litólicos Eutróficos típico. A classe moderada de restrição ao fator drenabilidade apresenta 65.198,00 ha (17,18%) ocorrendo na região sudeste da bacia representada pelo Luvissole Hipocrômico Órtico típico com caráter planossólico. Para a classe forte de restrição a drenabilidade em 134.073,00 ha (35,34%) observa-se a



ocorrência do Planossolo Nátrico Órtico típico, Planossolo Háplico Eutrófico solódico, distribuídas ao centro norte da bacia e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico e em menores áreas ao sul divisa com Pernambuco e outra área ao deságüe da bacia próximo ao açude de Acauã onde ocorre o Luvissole Hipocrômico Órtico típico com caráter planossólico.

Na Figura 3e, quanto a declividade, observa-se que apresenta 31.063,00 ha no fator de restrição de classe nula, representando 8,19% da área, e somando-se com a classe ligeira com 108.487,37 ha apresenta um total de 36,78% da área. Observa-se que 63,22% da área estão distribuídas entre as classes mais altas de restrição. Estes solos não apresentam as menores condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes, provocadas pelo relevo forte ondulado (CAVALCANTE et al., 2005).

Observa-se no mapa de textura (Figura 3f), que apresenta 220.256,37 ha no fator de restrição de classe forte, representando 58,05% da área; seguida pela classe ligeira e nula com 105.083,00 e 53.352,00 km², 27,70 e 14,06%, respectivamente. Na classe forte ocorrem os Planossolo Nátrico Órtico típico, Planossolo Háplico Eutrófico solódico, e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico; na classe ligeira o Luvissole Crômico Órtico típico e o Luvissole Hipocrômico Órtico típico; na classe nula o Vertissolo Cromado Órtico típico.

Na Figura 3g, no mapa de fator de restrição quanto a erosão, observa-se que a área apresenta 8.718,00 ha na classe nula representando 2,30% composta pelo Luvissole Hipocrômico Órtico típico. Da classe ligeira quanto ao fator restritivo de erosão apresenta 39.766,00 ha (10,48%) composta pelo Vertissolo Cromado Órtico típico e o Neossolo Quartzarênico Órtico típico localizados ao norte, ao centro e ao sul da bacia. Em consequência do relevo que é suave ondulado, os problemas com a erosão são menos intensos para estes solos (CAVALCANTE et al., 2005).

O fator restritivo de erosão da classe moderada com 264.387,37 ha (69,68%) composta pelo Planossolo Nátrico Órtico típico, Planossolo Háplico Eutrófico solódico, e Cambissolo Háplico Ta Eutrófico; o Luvissole Crômico Órtico típico e o Luvissole Hipocrômico Órtico típico; e o Vertissolo Cromado Órtico típico. Na classe de restrição forte quanto a erosão observa-se 65.827,00 ha (17,35%) composta pelo Neossolos Litólicos Eutróficos típico em áreas rochosas de maior declividade e o Neossolo Quartzarênico Órtico típico próximo a calha do rio Paraíba. Estas áreas representadas por unidades de Neossolos Litólicos, são solos com teores elevados de silte e areia fina, frações estas, que em conjunto, estão associadas a 93% das variações da susceptibilidade dos solos a erosão (FRANCISCO, 2010).

Na Figura 3h, mapa de pedregosidade, observa-se que a área em estudo apresenta 59,24% no fator de restrição de classe nula com valores de 0 a 1% de pedras no volume de massa do solo, representando 2.24756,00 ha. É composta por Planossolo Nátrico Órtico típico, Planossolo Háplico Eutrófico solódico, Cambissolo Háplico Ta Eutrófico; o Luvissole Crômico Órtico típico e o Luvissole



Hipocrômico Órtico típico; e o Vertissolo Cromado Órtico típico. Para a classe moderada de restrição devido à pedregosidade abrange uma área de 2675300 ha, que corresponde a 7,05%. As áreas de classe forte de restrição com 120.071,37 ha (31,65%) é representada pelo Neossolos Litólicos Eutrófico, que ocorrem nos contrafortes orientais do Planalto da Borborema, distribuindo-se ao sul, acompanhando a calha do rio Paraíba. As áreas de classe muito forte de restrição devido a pedregosidade com 7.826,00 ha (2,06%) são compostas por Afloramentos Rochosos, que de acordo com PARAÍBA (1978) e BRASIL (1972), esta unidade de mapeamento constitui um tipo de terreno e não propriamente uma classe de solos.

Conclusão

Os fatores de restrição ao uso das terras com maior ocorrência foram a textura, profundidade efetiva e a pedregosidade na classe forte, seguida pela erodibilidade, declividade e a fertilidade na classe moderada.

A restrição ao uso da classe ligeira com maior ocorrência foi a declividade, seguida pela classe nula pelos fatores de salinidade e drenagem.

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.
- 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, p.45-50, 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.
- EMBRAPA. Plintossolos. Definição e características gerais. ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. DOS. Brasília: Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. Brasília, 2006. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_15_2212200611542.html. Acesso em: 7 de novembro de 2021.



- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 107f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE; SANTOS, D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.29, n.1, p.45-51, 2014.
- FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; BRANDÃO, Z. N.; ZONTA, J. H.; SANTOS, D.; SILVA, J. V. DO N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba utilizando o SPRING. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.8, n.2, p.387-390, 2015.
- GLERIANI, J. M. Concordância da aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo elaborada nos anos setenta com os dados do Censo Agropecuário do IBGE ano 95/96. INPE. São José dos Campos. 2000.
- HUDSON, N. *Soil Conservation*. New York, Cornell University Press, 1971. 302p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março de 2011.
- LIMA, D. F. B. DE; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R. Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari - Proposta de Zoneamento Ambiental. *Revista Geografia*, v.16, n.1, 2007.
- PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eletro Consult 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 e Atlas. Brasília, 2006. 112p.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.a ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- RANZINI, G. Manual de levantamento de solos. 2. ed. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1969. 128p.
- ROSSI, M.; OLIVEIRA, J. B. DE. O mapa pedológico do Estado de São Paulo. *O Agrônomo*, v.52, n.1, 2000.
- 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.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA (GLYCINE MAX), PRÉ INOCULADAS COM BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM, OSMOPROTETOR E DIFERENTES DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Caio Souza Pereira Camacho

Graduando em Agronomia, UFMT, Cuiabá-MT, cayocamacho1@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9810-9212>

Gelson Matheus da Silva Araujo

Graduando em Agronomia, UFMT, Cuiabá-MT, gelson062011@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3882-1181>

Lucas Rietjens

Graduando em Agronomia, UFMT, Cuiabá-MT, lucasrietjens@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5913-1943>

Theilla Camilla Carneiro Nora

Graduanda em Agronomia, UFMT, Cuiabá-MT, theillacamilla@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4268-2137>

Daniela Tiago da Silva Campos

Doutora em Microbiologia agrícola, UFMT, Cuiabá-MT, daniela.campos@ufmt.br

 <https://orcid.org/0000-0001-5066-9317>

Introdução

O plantio é uma etapa fundamental para a condução de uma lavoura. O sucesso dessa prática está condicionado à utilização de sementes de boa qualidade. Contudo, não é incomum algumas vezes ocorrer o ataque de patógenos às sementes, podendo ser considerado como uma das causas que levam à perda da qualidade fisiológica das sementes, causando redução na germinação (MACIEL, 2005).



As sementes de soja são inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, microrganismos que vêm sendo utilizados na agricultura devido às associações benéficas com as plantas (PINILLA & SARMIENTO, 2010). Essas práticas são fundamentais para tornar a agricultura mais sustentável e menos dependente de defensivos agrícolas.

Porém, muitas vezes ocorre a combinação de tratamentos químicos e biológicos nas sementes, sendo uma prática necessária devido a fatores operacionais nas propriedades rurais. São conhecidos os efeitos negativos que os defensivos agrícolas podem ter sobre os produtos biológicos, portanto, é importante analisar como ocorre a interação entre os mesmos (PEREIRA et al., 2010).

A pré-inoculação se refere à inoculação feita com antecedência, sendo extremamente relevante por permitir com que o agricultor economize tempo, estendendo prazos conforme o necessário (ZILLI et al., 2009). Dentre seus problemas, o principal está justamente na morte das bactérias precocemente, como relatado por Ferreira et al. (2011), no qual em avaliações de dez produtos comerciais/pré-comerciais, a sobrevivência foi inferior ao adequado em períodos acima de 10 dias.

Uma forma de aumentar a sobrevivência das bactérias é a utilização de osmoprotetor, uma substância que visa a proteção bacteriana aos produtos fitossanitários por meio de uma película protetora na camada externa da semente (DEAKER et al., 2007). Logo, permite com que a pré-inoculação ocorra, por mais que muitas vezes não garanta a proteção necessária (FERREIRA et al., 2011).

Costa et al. (2013) em seus trabalhos mostram que, o uso de fungicidas com inoculantes no tratamento de sementes não afeta a sobrevivência das estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, produção de matéria seca e teores de N na cultura da soja. Em contrapartida França Neto et al. (2000) encontraram sintomas de fitotoxicidade em plântulas de soja tratadas com fungicida Rhodiauram 500 SC, levando a percas de produtividade. Dessa forma, poder-se observar que a avaliação de como esses tratamentos interage deve ser feita caso a caso. Sendo assim, a viabilidade desse processo deve ser mais estudada buscando entender como essa prática pode influenciar etapas específicas dentro do processo de produção.

É importante afirmar ainda que, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), é possível distinguir as sementes/plântulas em normais, mortas e anormais, sendo a última classificação consequência de inúmeros fatores, tais como sementes com baixo vigor, armazenamento em condições adversas, chuva antes da colheita e toxidez por produtos químicos.

Desse modo, serão testados para o trabalho diferentes tratamentos com o uso isolado de inoculante, e com uso combinado de diferentes tipos de inseticidas e fungicidas combinados com inoculantes, todos com a adição de um produto comercial à base de subprodutos de peixe. Portanto, o trabalho visa avaliar a porcentagem de germinação em sementes de soja tratadas com bactérias

fixadoras de nitrogênio, osmoprotetor e diferentes defensivos agrícolas, distinguindo também as plântulas anormais.

Material e Métodos

Para a condução do trabalho se utilizou a variedade de soja Intacta RR2 Pro; o inoculante contendo o *Bradyrhizobium japonicum* Semias 5079 e 5080 na concentração de 1×10^8 de Unidades Formadoras de Colônias (UFC); um produto comercial feito à base de peixe considerado osmoprotetor e defensivos agrícolas: Fortenza, Standak Top, Certeza N, Maxim XL e Derosal Plus. Na Tabela 1 estão descritos os tratamentos utilizados.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados nas sementes de soja tratadas em pré-inoculação e com *Bradyrhizobium japonicum* Semias 5079 e 5080 e quantidades utilizadas de, respectivamente, inoculante, osmoprotetor e defensivo agrícola

Tratamentos	Descrição	Doses utilizadas
T1	Semente sem tratamento biológico, osmoprotetor e químico	-
T2	Semente apenas com <i>B. japonicum</i>	2 mL kg ⁻¹ de sementes
T3	Semente com <i>B. japonicum</i> e osmoprotetor	2 mL kg ⁻¹ e 0,5 mL kg ⁻¹ de sementes
T4	Semente com <i>B. japonicum</i> , osmoprotetor e Fortenza	2 mL kg ⁻¹ ; 0,5 mL kg ⁻¹ e 2 mL kg ⁻¹ de sementes
T5	Semente com <i>B. japonicum</i> , osmoprotetor e Standak Top	2 mL kg ⁻¹ ; 0,5 mL kg ⁻¹ e 2 mL kg ⁻¹ de sementes
T6	Semente com <i>B. japonicum</i> , osmoprotetor e Certeza N	2 mL kg ⁻¹ ; 0,5 mL kg ⁻¹ e 2 mL kg ⁻¹ de sementes
T7	Semente com <i>B. japonicum</i> , osmoprotetor e Maxim XL	2 mL kg ⁻¹ ; 0,5 mL kg ⁻¹ e 2 mL kg ⁻¹ de sementes
T8	Semente com <i>B. japonicum</i> , osmoprotetor e Derosal Plus	2 mL kg ⁻¹ ; 0,5 mL kg ⁻¹ e 2 mL kg ⁻¹ de sementes

Para cada tratamento foi utilizado 100 gramas de sementes, sendo realizado o tratamento químico seguindo a proporção de defensivo agrícola indicado na Tabela 1.

O tratamento biológico foi feito após 24 horas do químico com a aplicação do produto comercial utilizado como osmoprotetor, água destilada autoclavada e inoculante respectivamente. A concentração do osmoprotetor foi padronizada em 0,5%.

O teste de germinação foi realizado por meio da envoltura e umedecimento de papel Germitest, realizando-se de modo que permanecesse a 70% da capacidade de retenção de água do substrato, em conformidade às Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992). Os tratamentos foram feitos em triplicata, sendo 50 sementes por repetição com a distância de 5 cm entre elas.



Os rolos de papel com as sementes foram armazenados em estufa a 28°C sob regime alternado de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, sendo realizado o acondicionamento dentro de sacos plásticos fechados, no intuito de evitar a desidratação (COIMBRA et al., 2005).

Realizou-se duas contagens de sementes germinadas, sendo elas aos 5 e 8 dias, analisando-se o tamanho da radícula e a caracterização de anormalidade, conforme a RAS (BRASIL, 1992). No final do experimento foi avaliado a porcentagem de germinação das sementes, classificando também as plântulas em anormais e normais.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a partir do Software estatístico SISVAR. O experimento foi conduzido em DIC (delineamento inteiramente casualizado), com três repetições e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de variância.

Resultados e Discussão

Os resultados encontrados estão na Tabela 2 e é possível observar a variação na porcentagem de germinação após 5 dias, a mesma de 22,67 a 61,33%. Enquanto a menor porcentagem de germinação foi encontrada nos tratamentos tratados com biológico, osmoprotetor e Derosal Plus (T8) e o somente com biológico (T2), os que apresentaram maior porcentagem são o tratamento que não recebeu tratamento e o tratado com biológico, osmoprotetor e Maxim XL (T7).

Tabela 2. Germinação de sementes de soja tratadas com *Bradyrhizobium japonicum*, osmoprotetor e defensivos agrícolas após 5 e 8 dias de incubação

Tratamentos	% Germinação após 5 dias	% Germinação após 8 dias
T1	61,33 a	65,34 a
T2	22,67 c	47,34 c
T3	36,00 b	46,66 c
T4	32,67 b	40,00 c
T5	41,33 b	56,67 b
T6	40,00 b	68,67 a
T7	52,67 a	55,34 b
T8	22,67 c	40,00 c

Coefficiente de variação (CV): 11 e 19 %

*médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os tratamentos com melhor porcentagem de germinação após 8 dias são a testemunha e o tratamento com biológico, osmoprotetor e Certeza N (T6). Assim como na germinação após 5 dias, há



uma baixa porcentagem de germinação após 8 dias, ficando abaixo da germinação mínima de 80% indicada pela normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O tratamento 6 foi o que se iguala estatisticamente ao tratamento 1 após 8 dias de incubação. Os tratamentos 5 e 7 encontram-se com resultados menores, com resultados iguais estatisticamente. Os tratamentos 2, 3, 4 e 8 proporcionam taxas de germinação menores.

Os resultados para a anormalidade das sementes estão na Tabela 3. É possível observar que as menores taxas de anormalidade são as encontradas nos tratamentos T1, T6 e T7. Com exceção ao tratamento 7, tanto o T1 quanto o T6 apresentam baixas médias de anormalidade em conjunto à maior proporção de germinação.

Os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T8 apresentam médias iguais estatisticamente, variando de 8,33 a 12%.

Tabela 3. Análise de médias de anormalidade em sementes de soja após 8 dias de incubação

Tratamentos	Médias de Anormalidade (%)*
T1	5,00 b
T2	8,33 a
T3	11,67 a
T4	12,00 a
T5	10,67 a
T6	6,67 b
T7	3,00 b
T8	10,33 a

Coefficiente de Variação (CV): 20%

*Dados transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Com base nas Tabelas 2 e 3 é possível verificar que diferentes produtos, seja de caráter biológico ou químico, interferem na proporção de germinação, estando diretamente ligado à quantidade de sementes consideradas anormais.

Conclusão

Nas condições em que o trabalho foi realizado, constatou-se a interferência dos tratamentos com biológico, osmoprotetor e defensivos agrícolas na porcentagem de germinação de sementes de soja.



O tratamento com *B. japonicum*, osmoprotetor e Certeza N foi o único que se equipareu estatisticamente à testemunha, sendo necessários mais estudos quanto às possíveis intervenções desses produtos ao se fazer o processo de pré-inoculação.

Agradecimentos

À orientadora Dr^a. Daniela Tiago da Silva Campos pelo incentivo, paciência e apoio.

À professora Dr^a. Elisabeth Aparecida Furtado de Mendonça pelo auxílio constante e fornecimento de material.

À Me. Ana Lucia da Silva pela companhia, conselhos e amizade.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. 1. ed. Brasília, DF, 1992. 365p.

COSTA, M. R.; CAVALHEIRO, J. C. T.; GOULART, A. C. P.; MERCANTE, F. M. Sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* em sementes de soja tratadas com fungicidas e os efeitos sobre a nodulação e a produtividade da cultura. *Summa Phytopathologica*, v.39, n.3, p.186-192, 2013.

DEAKER, R.; ROUGHLEY, R. J.; KENNEDY, I. R. Desiccation tolerance of rhizobia when protected by synthetic polymers. *Soil Biology and Biochemistry*, v.39, n.2, p.573-580, 2007.

FERREIRA, E.; NOGUEIRA, M. A.; FUKAMI, J.; CONCEIÇÃO, R. B.; HUNGRIA, M. Nova legislação, recomendação de doses de inoculantes e pré-inoculação: riscos ao sucesso da contribuição da fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 32, 2011, São Pedro. Anais – Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FRANCA NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T. Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida rhodiauram 500 SC, na safra 2000/01. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 24p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 27).

MACIEL, C.; POLETINE, J. P.; PEREIRA, J. C.; MONDINI, M. L. Avaliação da qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar IAC-18. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.7, n.1, p.1-14, 2005.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; NETO, J. C.; MOREIRA, F. M. de S.; VIEIRA, A. R. Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. *Revista Ceres*, v.57, n.5, p.653-658, 2010.

PINILLA, J. S.; SARMIENTO, N. M. Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*, v.12, n.1, p.4-7, 2010.



ZILLI, J. E.; RIBEIRO, K. G.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, n.4, p.917-923, 2009.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE ENCANTO, RN

Maria da Conceição Oliveira

Graduanda em Agroecologia, UERN, Mossoró-RN, ceicao88@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6097-3969>

Francisco Fábio Cosmo de Oliveira

Graduando em Agroecologia, UERN, Mossoró-RN, francisconfabioufcg@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/8884035815094524>

Amanda Maria Soares da Costa

Graduanda em Agroecologia, UERN, Mossoró-RN, soarescosta1234@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/8431833760595934>

João Jones da Silva

Mestre em Sistemas Agroindustriais, UFCG, Pombal-PB, joao.jones@ifpb.edu.br

 <http://lattes.cnpq.br/8281298230370379>

Francisco Fabrício Damião de Oliveira

Graduando em Agroecologia, UERN, Mossoró-RN, fabricio_kunnga@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8950-4568>

Márcia Regina Farias da Silva

Profa. Dra, Departamento de Gestão Ambiental, UERN, Mossoró-RN, marciaregina@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6685-598X>

Introdução

O semiárido brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 60% do Nordeste, necessitando desta forma de tecnologias que conservem os recursos hídricos. Dentro deste contexto, as barragens



subterrâneas se apresentam como uma ferramenta de grande importância para que agricultores, realizem suas atividades agrícolas com uma maior confiança e sustentabilidade (CIRILO, 2008).

Em estudo realizado por Melo et al. (2009) apontaram que, a tecnologia de captação de água da chuva, através de barragens subterrâneas (BS), é uma alternativa viável para o fornecimento de água para consumo humano e animal e para a produção de alimentos nas comunidades rurais.

As várias atividades e múltiplos usos da água e ausência ou inexistência de práticas sustentáveis e de manejo adequadas, ocasionam à redução da disponibilidade hídrica e à mudança em sua qualidade, podendo comprometer a produção agrícola, dessedentação animal, dentre outras atividades. Desta forma, é de suma importância alisar e acompanhar a qualidade do recurso hídrico (MELO et al., 2016; JOS et al., 2016; SILVA et al., 2021).

Segundo Cirilo et al. (2003), a agricultura intensifica os processos de contaminação das áreas agrícolas e da água devido ao acúmulo de sais, excesso de nutrientes oriundos de fertilizantes e uso indiscriminado de defensivos agrícolas, necessitando de estudos que forneçam informações adequadas da qualidade dos recursos hídricos, de forma a garantir a sustentabilidade de toda a cadeia produtiva.

Para obter a sustentabilidade na agricultura, é necessário que os agricultores realizem de forma adequada o manejo da irrigação. O conhecimento da qualidade da água subterrânea, relativa à concentração salina, se apresenta como ferramenta necessária para o planejamento da exploração desse recurso hidrológico e manejo a ser empregado (LIMA et al., 2020).

Nessa direção, Ferreira (2017) considera que, essas barragens são uma excelente alternativa de estocagem de água no subsolo, porém, a má utilização dessa tecnologia, com vistas à qualidade da água nela armazenada, pode causar sérios problemas à saúde humana, inviabilizar a prática da agricultura, assim como inibir a dessedentação de animais. Tal inviabilidade pode estar associada ao aumento de sais do solo. Assim, para que tais problemas sejam evitados em barragem subterrâneas, é importante a verificação do seu processo construtivo, bem como a sua correta operacionalidade, bem como a qualidade da água disponível no poço existente, com a finalidade de assegurar a sua utilização, para o consumo humano, dessedentação de animais e irrigação.

Portanto, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo da análise e controle da qualidade de água de barragens subterrâneas no município de Encanto, Rio Grande do Norte.

Fundamentação teórica

O Brasil está incluso nos países com maior reserva de água doce do mundo, cerca de aproximadamente 12% das águas doces disponíveis em todo o planeta Terra, porém devido a variedade de processos climatológicos, que regulam de forma direta a disponibilização e distribuição da água, algumas regiões acabam sofrendo com problemas de escassez, caso ocorrido com o Semiárido nordestino (BRASIL, 2004).

Assim como destacado pela ANA (2021), a chuva média anual do Brasil é de 1.760mm, apesar deste dado, observa-se ao ano um valor de menos de 500mm de chuva na região Semiárida, enquanto a região Amazônica ocorre uma quantidade de 3.000mm, desta forma dos 255 mil m³/s de água que perpassam pelo Brasil, 80% da mesma está localizada na bacia Amazônica.

Diante deste cenário, a distribuição irregular das chuvas afeta diretamente as atividades agrícolas e como consequência a sobrevivência das famílias, que dependem da lida do campo para obtenção de seu sustento (SOUZA, 2015).

Conforme afirma Silva et al. (2007), o semiárido brasileiro possui suas especificidades diferenciando das demais regiões brasileiras, impondo a necessidade de informações que promovam o conhecimento e tecnologias que atendam a suas particularidades, a fim de promover melhores condições de vida social, política e econômica, garantindo através dos recursos tecnológicos uma segurança na sustentabilidade da agricultura familiar para a família do campo.

Neste contexto, através de tecnologias de aproveitamento de água da chuva no semiárido, possibilita melhores resultados diminuindo os riscos de perdas total ou parcial das plantações e sustento de suas criações, fornecendo assim água para consumo humano e animal (SILVA et al., 2007).

Dentre as tecnologias disponíveis de captação de água têm-se as barragens subterrâneas, pesquisadas a partir da década de 1980, quando utilizada possui a finalidade de promover o monitoramento e manutenção da água no solo, fornecendo ao agricultor familiar a disponibilidade de água para consumo próprio, permitindo-lhes ainda a produção de alimentos por um período ainda mais longo, em períodos de estiagem (FERREIRA et al., 2011).

Conforme conceitua Silva et al. (2007) a barragem subterrânea é uma estrutura hidráulica formada por uma parede, conhecida, também, por septo impermeável, que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura acima da superfície do terreno (Figura 1).

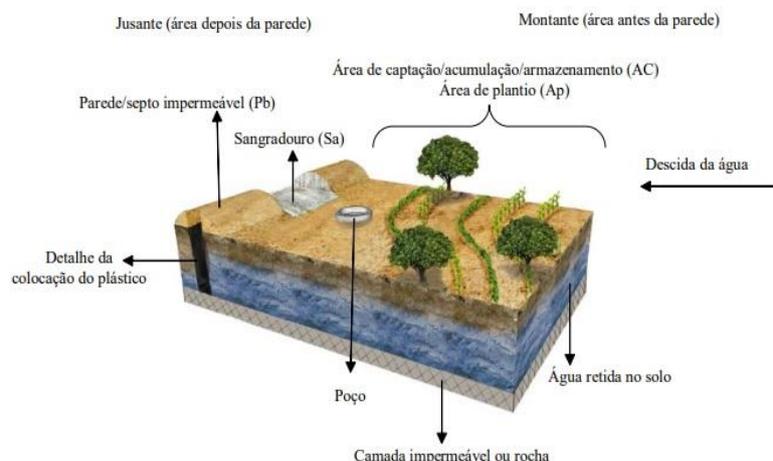


Figura 1. Desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea com seus respectivos componentes. Fonte: Silva et al. (2011).



O objetivo da barragem subterrânea consiste em interceptar o escoamento do recurso hídrico, através de uma parede (de alvenaria ou com uma lona plástica), impermeável construída transversalmente em relação a direção das águas, até uma dada profundidade onde está localizada a camada mais endurecida do solo. Este barramento possibilita o armazenamento de água no solo, ocasionando uma evaporação lenta da água, o que promove um solo úmido por um período muito mais longo (EMBRAPA, 2001).

Para escolha da localidade tem-se ainda a importância da análise prévia e estudo do local onde será implantada essa tecnologia, a fim de evitar a salinização do solo e poluição de sua água. Sendo assim, é necessário acompanhar e monitorar constantemente a qualidade da água e solo, como meio de prevenir possíveis problemas de salinização na área da captação e plantio e poços onde está instalada a barragem subterrânea. Deste modo o agricultor terá um melhor aproveitamento da água fornecida (SILVA, 2011).

Ao considerar as vantagens dessa tecnologia, Nascimento (2008) destaca que, a barragem subterrânea pode ser considerada o tipo de barragem que possui a menor perda de água por evaporação, comparando-a com uma barragem superficial, que logo seca no segundo período do ano, devido à total exposição do espelho d'água ao sol. O que não ocorre com a barragem subterrânea, que tem sua concentração de água protegida pela larga espessura da camada de solo e matéria orgânica em sua superfície, dessa forma é uma tecnologia apropriada para o semiárido brasileiro (FERREIRA, 2017).

Suassuna (2002) citado por Ferreira (2017), estabelece que a proximidade da linha do Equador é um dos fatores naturais que tem influência marcante nas características climáticas da região Nordeste brasileira. As baixas latitudes condicionam à região temperaturas elevadas (média de 26°C), provocando índices acentuados de evapotranspiração, chegando algumas regiões semiáridas atingir cerca de 7 mm/dia. Essas quantidades de perdas de água por evaporação explicam porque as barragens, rios e lagos secam tão rapidamente no período das secas. Dessa forma, a barragem subterrânea se mostra uma excelente alternativa para regiões de climas áridos e semiáridos que enfrentam longos períodos de estiagem.

Material e Métodos

O município de Encanto situa-se na mesorregião Oeste Potiguar, na microrregião Serra de São Miguel, limitando-se com os municípios de Ererê-CE (ao Norte), Pau dos Ferros-RN (ao Leste), Água Nova-RN e Rafael Fernandes-RN (ao Sul), Coronel João Pessoa-RN, São Miguel-RN e Doutor Severiano-RN (a Oeste) abrangendo uma área de 124 km², inseridos na folha Pau dos Ferros (SB.24-Z-A-II). A sede do município tem uma altitude média de 212 m e coordenadas 06°06'39,6" de latitude sul e

38°18'21,6" de longitude oeste, distante da capital Natal, cerca de 442 km (CPRM, 2005), conforme Figura 2.

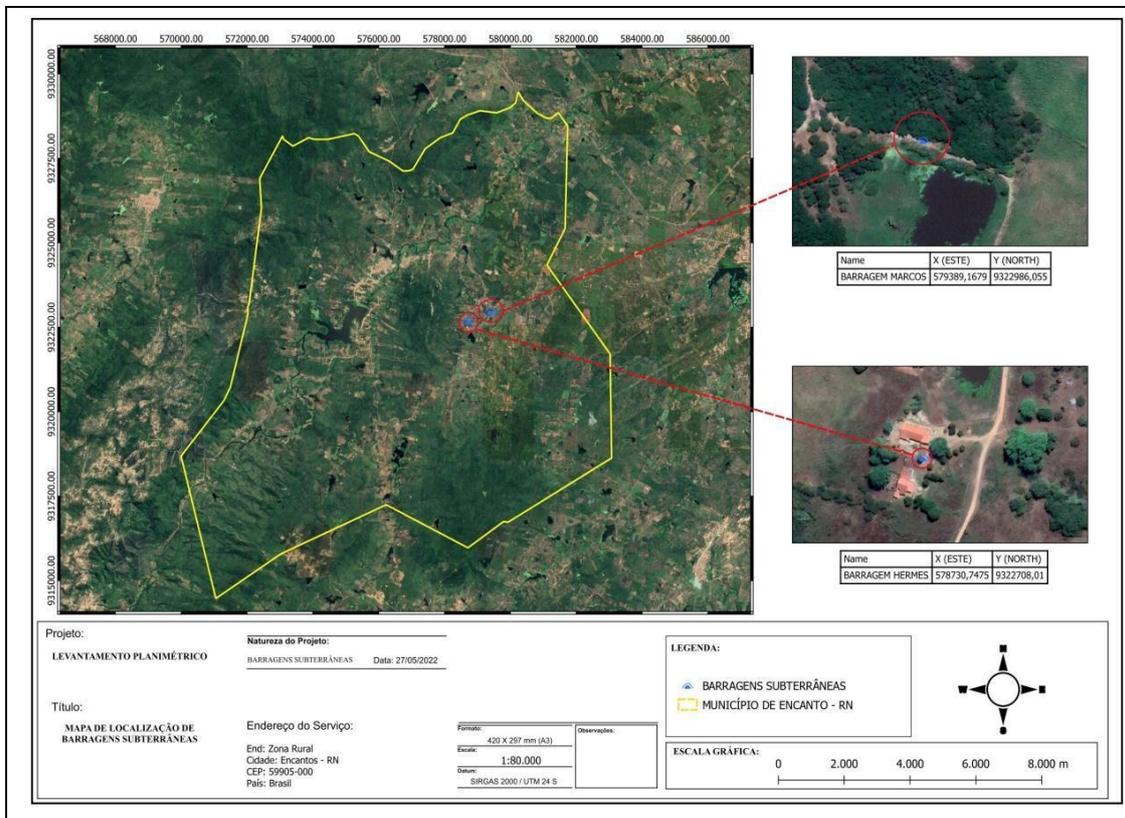


Figura 2. Localização da área de estudo. Fonte: adaptado de Google Earth (2022).

O trabalho foi realizado em duas barragens subterrâneas (BS), no município Encanto – RN. As barragens têm oito anos que foram construídas. As amostras de água foram coletadas em poços amazonas localizados a montante da área, em áreas rurais.

Em visita feita as propriedades os beneficiarios relataram que no ano de 2013 receberam a visita do técnico da Emater/RN para repassar informações sobre a implantação da tecnologia, em seguida realizou-se uma análise técnica com o objetivo de escolher o local adequado para a construção da barragem. Posteriormente em 2014 iniciou-se as etapas de construção até sua finalização, como pode ser observado na Figura 3.



Figura 3. Barragens subterrâneas do município de Encanto-RN.

Para a realização da pesquisa foram realizadas visitas de campo a fim de obter a caracterização física da barragem subterrânea através de duas visitas técnicas, as quais permitiram a realização de um levantamento de dados.

As amostras foram coletadas dos poços amazonas das barragens subterrâneas em maio de 2022. As amostras de água foram colocadas em garrafas PET de 500 ml. Os frascos foram conservados em recipientes térmicos com gelo e transportados para o Laboratório do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa-PB.

As análises de água foram realizadas nos parâmetros físico-químicas: pH, CE, dureza total, salinidade, sólidos solúveis totais, sólidos dissolvidos totais, sedimentos, teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato de Sódio Residual e bicarbonato. Após as análises das amostras, calculou-se a razão de adsorção de sódio (RAS) para classificação da água em relação a sua qualidade para fins de irrigação (TEIXEIRA et al., 2017).

A Tabela 1 apresenta os dados e localização das áreas de estudo.

Tabela 1. Identificação das barragens subterrâneas

Proprietários (agricultores)	Coordenadas Geográficas		Precipitação média Pluviométrica (mm)	Área de abrangência (ha)	Localização
	Latitude	Longitude			
Marcos Evangelista	6°7'28.00"S	38°16'57.00"O	736	1,0	Linha de drenagem riacho
Ermessi Leite da Silva	6°7'37.08"S	38°17'18.41"O	736	1,0	Linha de drenagem riacho

Segundo Ayers e Westcot (1999) afirmam que, os problemas de qualidade da água de irrigação geralmente estão relacionados com a salinidade, além de fatores como a velocidade de infiltração da

água. Para Almeida (2010), a existência de material particulado, seja de origem inorgânica (areia, silte, argila, restos de plásticos) ou orgânica (algas, pequenos animais aquáticos, bactérias, entre outros) podem interromper a irrigação em sistemas localizados.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises dos poços das barragens subterrâneas e avaliação das classes de qualidade da água para fins de irrigação se apresentam na Tabela 2.

Tabela 2. Características da qualidade da água dos poços das barragens subterrâneas

Parâmetro	Unidade	BS 1	BS 2
Ca ²⁺	Mg L ⁻¹	1,20	1,25
Mg ²⁺	mmol/L	0,80	0,55
Na ⁺	Mg L ⁻¹	1,10	1,05
K	Mg L ⁻¹	0,15	0,13
CO ₃ ²⁻	mmol/L	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻	mmol/L	2,84	2,44
SO ₄ ²⁻	mmol/L	**	**
Cl ⁻	mmol/L	1,00	1,50
pH	-	7,1	7,1
CE	dSm ⁻¹	0,14	0,13
CaCO ₃	mg/L	114,6	102,9
RAS	-	1,10	1,11
SDT	mg/L	89,6	83,2
Classificação da água	-	C1S1	C1S1

** Não analisado.

Na Tabela 2, apresenta-se os resultados das análises, onde observa-se que não há restrições em decorrência da probabilidade da salinização da área e nem toxicidade por íons específicos. Quanto a variabilidade de cada parâmetro, observa-se que as concentrações de sódio nos dois poços variam pouco. Os valores estão dentro do limite (<3,00 mmol c L⁻¹) para o uso na irrigação conforme estabelecido pela University of California Committee of Consultants (AYERES & WESTCOT, 1999).

Os valores de Ph são semelhantes nas duas amostras, sendo classificado como Alcalino (pH > 7,0) (PARRON et al., 2011). Porém o valor encontrado não restringe seu uso para irrigação.

As concentrações de cloreto nos poços apresentam valores de, 1,00 e 1,50 mmol/L respectivamente, onde estes não apresentam restrições a serem aplicadas.

Para os valores de bicarbonato nota-se que as águas dos poços variam entre 2,84 e 2,44. Estes necessitam de algumas restrições para uso de ligeira a moderada, segundo Ayers e Westcot (1999), onde o valor de referência varia de 1,5 – 8,5 mmol c L⁻¹.



Com relação ao CE, os valores apresentados são 0,14 e 0,13, respectivamente. Essas águas podem ser classificadas com baixo grau de salinidade, sem restrições de uso para irrigação.

Com relação à RAS para os poços analisados, os dois apresentam valores de 1,11 e 1,10 respectivamente, sendo classificado na classe C1 S1: Água sem risco quanto ao perigo de salinização do solo, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos (RICHARDS, 1954).

Sob o aspecto físico-químico, de acordo com a Resolução CONAMA nº 20/1986, as amostras se enquadram dentro dos critérios de potabilidade quanto ao teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) por conter 89,6 e 83,2 mg/L respectivamente, visto que segundo a Portaria MS 2914/2011 o valor máximo admitido é de 1000 mg. L⁻¹.

Silva et al. (2011) realizaram estudos em oito poços de barragens subterrâneas e verificaram que as águas des três delas apresentaram média salinidade (C2 - oscilando entre 0,36 a 0,56 dS⁻¹) e baixo risco de sodificação (RAS 1,06 a 1,52) do solo, sendo classificadas como C2S1. Em outros cinco poços classificou-se em C1S1 - salinidade baixa (CE 0,06 a 0,19 dS m⁻¹) e sodicidade baixa (RAS 0,11 a 0,27), podendo ser utilizadas para diversos cultivos. Porém no último poço apresentou salinidade alta (CE 1,67 dS m⁻¹) e sodicidade baixa (RAS 2,66), se classificando na classe C4S1 limitando seu uso para algumas espécies vegetais.

Andrade et al. (2006), em estudo realizado em barragens subterrâneas na região semiárida do Estado do Piauí, identificaram que a água classificada como uso moderado com CE entre 0,7 e 3 dS m⁻¹ aparece na maior parte da área estudada. Já Feitosa e Diniz (2011), em trabalho realizado na chapada do Apodi encontraram valores variados de CE, as áreas que apresentaram maior salinidade foram Apodi (Maisa) e Paulicéia (3,0 dS m⁻¹) uso moderado, em Cajazeiras (2,56 dS m⁻¹) e Ibisa (Maisa), União (Maisa) e Pau-Branco (2,16 dS m⁻¹), essas sem restrição de uso para irrigação. Cosme et al. (2018) avaliaram a qualidade das águas de poços em comunidades e assentamentos rurais, e em um total de 22 amostras, e apenas 13% do total foram consideradas boas para prática da irrigação, apresentando um nível médio de salinidade.

Lima et al. (2020), em estudo no sertão Baiano (Candiba-BA), com 83 poços analisados, somente 12% das amostras enquadram-se na classe C2S1.

Conclusão

De acordo com os resultados, concluiu-se que não houve restrições em decorrência da salinização da área pela água, sendo classificadas com baixo grau de salinidade e nem por toxicidade por íons específicos, nas barragens avaliadas. Em relação ao sódio e cloreto, as amostras não apresentaram restrições, estando dentro dos padrões estabelecidos, portanto, apta para utilização na irrigação.



A realização de análises sistemáticas da qualidade da água em barragens subterrâneas é de suma importância para orientar o uso sustentável dos recursos hídricos e as culturas agrícolas a serem cultivadas, bem como é uma forma de contribuir para monitorar a qualidade ambiental na área da barragem.

Referências

- ANA. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. Portal da Sala de Situação da ANA, 2021.
- ANDRADE J. A. S. D.; SILVA, Ê. F. D. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. D. B.; LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.873-880, 2006.
- BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional dos Recursos Hídricos: iniciando um processo de debate nacional. Brasília, 2004. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/itens-da-linha-do-tempo>. Acesso em: 10 de jul. 2022.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos Avançados*, v.22, n.63, p.61-82, 2008.
- COSME, C. R.; DA SILVA DIAS, N.; DE SOUZA MELO, M. R.; DE PAIVA OLIVEIRA, A. M.; DE FREITAS SILVA, G.; DE MOURA, E. S. Avaliação da qualidade das águas de poços em comunidades e assentamentos rurais Mossoró-RN. *Acta Iguazu*, v.7, n.2, p.97-108, 2018.
- FERREIRA, G. B.; COSTA, M. B. B.; SILVA, M. S. L.; MOREIRA, M. M.; GAVA, C. A. T.; CHAVES, V. C.; MENDONÇA, C. E. S. Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.6, n.1, p.19-36, 2011.
- FERREIRA, C. H. Avaliação da salinidade da água de uma barragem subterrânea no município de Milagres-CE. 59f. Monografia. (Curso de Engenharia). Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Regional do Cariri. Juazeiro do Norte, 2017.
- CANTALICE, J. R. B.; PISCOYA, V. C.; SINGH, V. P.; SILVA, Y. J. A. B. DA; BARROS, M. DE F. C.; GUERRA, S. M. S.; FILHO, M. C. Hydrology and water quality of a underground dam in a semiarid watershed. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.28, p.2508-2518, 2016.
- LIMA, B. R. D.; OLIVEIRA, E. P.; DONATO JÚNIOR, E. P.; BEBÉ, F. V. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.7, n.16, p.679-689, 2020.
- MASCARENHAS, J. DE C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. DE; PIRES, S. DE T. M.; ROCHA, D. E. G. A. DA; CARVALHO, V. G. D. DE. (Org.). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Encanto, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

- MEDEIROS, J. F. D.; LISBOA, R. D. A.; OLIVEIRA, M. D.; SILVA JÚNIOR, M. J. D.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.469-472, 2003.
- MELO, R. F.; OLIVEIRA, A. R.; SILVA, M. R. B.; SANTOS, J. M. R. Avaliação da qualidade de água de poço em barragens subterrâneas no Semiárido paraibano. In: *Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*, 10, 2016, Belém. Anais...Belém, 2016.
- MELO, R. F.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.4, n.2, p.1264-1267, 2009.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 67p. (Embrapa Florestas. Documentos, 232).
- SILVA, M. I. Assessment of groundwater quality in a Brazilian semiarid basin using an integration of GIS, water quality index and multivariate statistical techniques. *Journal of Hydrology*, v.598, p.126346, 2021.
- SILVA, M. I.; GONÇALVES, A. M. L.; LOPES, W. A.; LIMA, M. T. V.; COSTA, C. T. F.; PARIS, M.; DE PAULA FILHO, F. J. Assessment of groundwater quality in a Brazilian semiarid basin using an integration of GIS, water quality index and multivariate statistical techniques. *Journal of Hydrology*, v.598, e126346, 2021.
- SILVA, M. S. L.; HONÓRIO, A. P. M.; ANJOS, J. B.; PORTO, E. R. Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido. Petrolina-PE, 2001.
- SILVA, M. S. L.; PARAIBA, R. B. V.; NETO, M. B. O.; ANJOS, J. B.; CUNHA, T. J. F.; CARDOSO, L. B.; MOTA, C. L. Avaliação da qualidade da água para fins de irrigação em áreas de barragens subterrâneas no semiárido do nordeste brasileiro. *Comunicado Técnico. EMBRAPA*. 2011.
- SOUZA, J. R. M.; SILVA, M. S. L.; OLIVEIRA NETO, M. B.; FREIRE, M. D. S.; SILVA, D. Barragens subterrâneas no semiárido: qualidade da água de poços localizados em área de plantio. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 35, 2015, Natal. Anais... Natal, 2015.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. *Revista e Ampliada*, Brasília, 2017.

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DANINHAS SOB PALHADA DE CÁPIM-BRAQUIÁRIA (*UROCHLOA DECUMBENS*), MILHETO (*PENNISETUM GLAUCUM*) E SORGO (*SORGHUM BICOLOR*)

Ilca Puertas de Freitas e Silva

Dr.ª. Prof.ª. Substituta, UFTM, Iturama-MG, ilcapuertas@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8212-9905>

Josué Ferreira Silva Junior

Dr. Prof. Adjunto, UFTM, Iturama-MG, josue.junior@uftm.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-8057-1465>

Leandro Tropaldi

Dr. Prof. Assistente, UNESP, Dracena-SP, l.tropaldi@unesp.br

 <https://orcid.org/0000-0003-1592-5148>

Ariane Fernandes da Conceição

Dr.ª. Prof.ª. Adjunto, UFTM, Iturama-MG, ariane.conceição@uftm.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0085-6146>

Introdução

O sistema de plantio direto (SPD) tem como base o mínimo revolvimento do solo, em que é realizado apenas na linha de semeadura; a presença de palhada constante sobre o solo; e a prática da rotação de culturas (CORSI et al., 2012). No Brasil há 31,5 milhões de hectares que utilizam o SPD (TORRES et al., 2016).

A cobertura permanente do solo em SPD é proporcionada pela capacidade das plantas de cobertura produzir palhada (ADAMS, 2016), em que a quantidade sobre o solo é controlada por dois fatores, a relação C/N (carbono/nitrogênio) e o manejo da área, que servem para orientar no momento



da escolha da cultura (ALVARENGA et al., 2008), pois a decomposição dos restos vegetais é rápida nas condições brasileira por apresentar clima tropical, desse modo as culturas com alta relação C/N, mantem-se por mais tempo sobre o solo, como as espécies da família Poaceae, em que pertence o capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*) (MENDONÇA et al., 2015; ROSSI et al., 2013).

A presença de plantas daninhas na área de cultivo, representa um obstáculo a ser ultrapassado pelos produtores, por elas competirem com a cultura por recursos necessários ao desenvolvimento, como água, nutrientes e luz, e liberar compostos químicos no ambiente que podem prejudicar a cultura, esse conjunto de ações denomina-se interferência (GALON, et al., 2021), que pode gerar perdas na produtividade superiores a 80%, devido perdas no momento da colheita e redução da qualidade do produto final (GALON et al., 2018; BASSO et al., 2018).

Quanto mais semelhante forem as características morfofisiológica entre a cultura e as plantas daninhas presentes na área, maiores são as perdas produtivas, por terem as mesmas exigências dos fatores necessários ao desenvolvimento vegetativo, e como as plantas daninhas são agressivas, essas apresentam vantagem competitiva em relação a cultura econômica (LAMEGO et al., 2004).

Plantas de cobertura consorciadas ou semeadas na sequência da safra e a rotação de culturas com espécies fisiologicamente diferentes, pode auxiliar no controle de plantas daninhas (PACHECO et al., 2009). A manutenção da palhada sobre o solo traz vantagens no sistema de plantio, como a conservação do solo, favorecimento da infiltração de água, manutenção da umidade do solo por mais tempo, equilíbrio da amplitude térmica entre o dia e a noite, elevação da matéria orgânica e da microbiota, liberação de substâncias alelopáticas, além de ser uma barreira física para a emergência de algumas espécies de plantas daninhas (LIMA et al., 2017).

O modo de ocupação do ambiente pela comunidade de espécies de plantas daninhas é variável e está relacionada com os atributos do solo, do clima e dos sistemas de cultivo (TIMOSSI et al., 2015). Segundo Pitelli e Durigan (2001), as características de agressividade das plantas daninhas conferem alta variabilidade genética em decorrência da seleção natural, dessa forma são capazes de se adaptarem a diferentes agroecossistemas e condições ambientais. Desse modo, a presença da palhada na lavoura pode impedir a emergência de determinadas espécies, porém para outras pode ser indiferente, ou até mesmo ter efeito estimulante.

A palhada presente sobre o solo altera as condições edáficas da lavoura, o que pode modificar a população de espécies de plantas daninhas presentes, reduzindo as de ciclo de vida anual e aumentando as de ciclo de vida perene, assim como, favorecendo as espécies de monocotiledôneas em comparação com as eudicotiledôneas (ALBUQUERQUE et al., 2017). Entretanto, resultados divergentes podem ser encontrados em condições diferente devido à capacidade adaptativa das plantas daninhas, como no sudeste paraense e no bioma cerrado do Estado de Goiás e Mato Grosso do Sul, em que houve



equilíbrio na permanência de espécies de plantas daninhas (ALVES & LOPES 2014; ADEGAS et al., 2010).

Os restos culturais ou a palhada presente sobre o solo, pode inibir a germinação de sementes de plantas daninhas com pouca reserva nutricional, visto que, o processo de germinação e emergência da plântula é dependente de quantidade de nutrientes existente na semente, a qual pode não ser suficiente para que a plântula ultrapasse a palhada à procura da luz e realize a fotossíntese (THEISEN & VIDAL, 1999; JAKELAITIS et al., 2003; SILVA et al., 2005), já para outras espécies com sementes maiores, podem encontrar um ambiente favorável, como *Ipomoea triloba*, *Merremia aegyptia*, *Luffa aegyptiaca*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis* (MARTINS et al., 1999; ROSSI et al., 2006; MONQUERO, 2011). Sendo assim, a germinação e o estabelecimento de espécies de plantas daninhas, têm relação com fatores edafoclimáticos e com a habilidade da espécie em ocupar o espaço.

A expansão do SPD no Brasil e a variabilidade da dinâmica das espécies de plantas daninhas, demonstram que pesquisas que evidenciem as consequências da presença da palhada sobre o processo germinativo, a emergência através da palhada e o estabelecimento dessas plantas, são necessárias para otimizar os sistemas de cultivo e o manejo das espécies daninhas. Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da presença de palha de sorgo, milho e braquiária sobre o desenvolvimento das plantas daninhas *Urochloa decumbens*, *Ipomoea grandifolia* e *Panicum maximum*.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), na Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, campus de Botucatu – SP, e implantado em casa-de-vegetação (22° 84' S e 48° 42' W), sob luz natural.

Foi realizado dois experimentos, o primeiro referiu-se à comparação entre três espécies de cobertura quanto à produção de volume de palhada, e o segundo para o estudo do desenvolvimento inicial de plantas daninhas, em esquema fatorial, 4 x 3, com três tipos de palhadas mais o solo exposto (testemunha) e três espécies de plantas daninhas, totalizando 12 tratamentos.

O primeiro experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos compostos por três espécies de cobertura com oito repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos realizados no primeiro experimento, referente à produção de palha

Tratamento	Cobertura	Nome científico
1	Capim-braquiária	<i>Urochloa decumbens</i>
2	Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
3	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>

O segundo experimento, também realizado em DIC, constituído por doze tratamentos e quatro repetições (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos realizados no estudo de desenvolvimento de plantas daninhas sob palha de capim-braquiária, milho e sorgo

Tratamento	Cobertura do solo	Planta daninha
1	Capim-braquiária	<i>Ipomoea grandifolia</i>
2		<i>Panicum maximum</i>
3		<i>Urochloa decumbens</i>
4	Milheto	<i>Ipomoea grandifolia</i>
5		<i>Panicum maximum</i>
6		<i>Urochloa decumbens</i>
7	Sorgo	<i>Ipomoea grandifolia</i>
8		<i>Panicum maximum</i>
9		<i>Urochloa decumbens</i>
10	Sem cobertura	<i>Ipomoea grandifolia</i>
11		<i>Panicum maximum</i>
12		<i>Urochloa decumbens</i>

Para o primeiro experimento, sementes de sorgo híbrido biomatrix cv. BR 5610; de milho BRS seeds cv. BRS 1501; e de capim-braquiária cv. basilisk foram semeadas em vasos que comportam um dm³, enchidos com solo seco à sombra por 48h, e peneirado em peneira de malha de 200 mesh, adubado, e realizado análise química (Tabela 3). Cada vaso foi semeado com uma das espécies de cobertura, com quantidade de sementes necessária para o estabelecimento de duas plantas.

Tabela 3. Análise química do solo utilizado durante a realização do estudo de desenvolvimento de plantas daninhas sob palhada de capim-braquiária, milho e sorgo

pH	M.O.	P resina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			-----			(%)	
5,8	32	10	-	28	2,7	29	26	57	85	67

Aos 30 dias após a emergência (DAE), momento em que as plantas permitiram a completa cobertura do solo, e altura aproximada de 50 cm, realizou-se a pulverização do herbicida glyphosate,

produto comercial Roundup Original® (360 g e.a. L⁻¹), na dose de 3,0 L p.c. ha⁻¹, para dessecação das plantas. A pulverização foi realizada por meio de um pulverizador estacionário em sala fechada, equipado com uma barra de pulverização constituída por quatro pontas XR 110.02, espaçadas de 0,5 m e posicionadas a 0,5 m de altura em relação às plantas. O equipamento manteve uma velocidade de 1 m s⁻¹ ou 45 Hertz, pressurizado por ar comprimido com pressão constante de 1,5 bar, e volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. A pulverização foi conduzida com temperatura média de 22°C e umidade relativa do ar média de 65%.

Após 30 dias da pulverização para dessecação, coletou-se a parte aérea das plantas de cobertura, e reservou-se os vasos com solo. A palhada coletada foi identificada, picotada, pesada, e convertida em t ha⁻¹.

Para a realização do segundo experimento utilizou-se os mesmos vasos e solo do primeiro experimento. Nesses vasos, logo após a coleta da parte aérea das plantas de cobertura, semeou-se três espécies de plantas daninhas, sendo elas *Ipomoea grandifolia*, *Panicum maximum* e *Urochloa decumbens*, sendo as sementes de *U. decumbens* da mesma cultivar utilizada anteriormente, e as de *I. grandifolia* e *P. maximum* provenientes do município de Engenheiro Coelho - SP (22° 48' S; 47° 20' W). Nesse momento, o solo presente no vaso foi superficialmente revolvido para permitir a semeadura, de cerca de 10 ml de sementes de cada espécie. Em seguida à semeadura, a palhada coletada do primeiro experimento foi distribuída na superfície do solo, sendo utilizada em cada vaso a sua respectiva biomassa das plantas de cobertura. A semeadura dos vasos do tratamento, sem cobertura do solo, foi feita com os mesmos procedimentos.

Aos 21 dias após a semeadura (DAS), coletou-se a parte aérea das plantas daninhas, realizando a separação por espécie. Em seguida, o material vegetal foi levado para estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingir massa constante. Nesse momento realizou-se a pesagem e determinação da biomassa seca (g) de cada espécie.

Os dados do primeiro experimento foram transformados em \sqrt{x} , e os dados dos dois experimentos foram submetidos ao teste de normalidade, seguindo os pressupostos da análise de variância. Posteriormente, os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,01$), sendo as médias comparadas pelo teste t a ($P \leq 0,01$), e os gráficos elaborados pelo programa estatístico Sigmaplot (SYSTAT SOFTWARE, versão 12.0, San Jose).

Resultados e Discussão

Os dados obtidos no primeiro experimento permitiram identificar que ocorre diferença significativa quanto à quantidade de palhada obtida, após dessecação, das culturas de cobertura (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância realizada para o primeiro experimento

Fator de variação	GL	QM	F
Culturas	2	71,49	11,04**
Resíduo	21	6,48	
CV (%)	30,00		
DMS	2,55		

** significativo pelo teste F ($P \leq 0,01$).

Entre as três espécies de plantas de cobertura analisadas, capim-braquiária, milho e sorgo, o sorgo é o que produz o maior volume de palha, com média de $11,78 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 1), valor esse que é aproximadamente 98% superior ao volume obtido com as plantas de milho e 52,6% superior às de capim-braquiária. Trabalho realizado por Castañon et al. (2014), comparando as mesmas espécies, identificou o sorgo como sendo a forrageira que apresentou a maior quantidade de biomassa seca aos 65 dias após a semeadura.

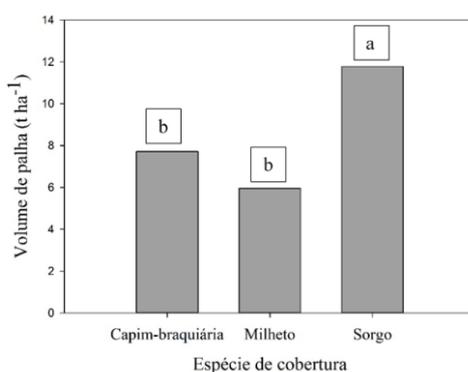


Figura 1. Volume de palhada (t ha^{-1}) obtido com as três espécies de cobertura analisadas no primeiro experimento.

A análise de variância do segundo experimento indica efeito de interação entre a cultura de cobertura do solo e o desenvolvimento das espécies de plantas daninhas (Tabela 4). A análise de variância do segundo experimento indica efeito de interação entre a cultura de cobertura do solo e o desenvolvimento das espécies de plantas daninhas (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância realizada para o primeiro experimento

Fator de variação	GL	QM	F
Cobertura	3	0,050	11,360**
Plantas daninhas	2	2,830	641,009**
Interação	6	0,378	85,548**
Resíduo	36	0,004	
CV (%)	17,44		
DMS Cobertura	0,0151		
DMS Plantas daninhas	0,0113		

** significativo pelo teste F ($P \leq 0,01$).

A presença de cobertura na superfície do solo alterou o desenvolvimento das três espécies de plantas daninhas. Observa-se que, independentemente da espécie utilizada, a manutenção de palhada sobre o solo provoca o acréscimo de biomassa seca da parte aérea (g) para *I. grandifolia*, enquanto para *U. decumbens* e *P. maximum* o comportamento verificado é contrário, com redução da biomassa (Tabela 5). Segundo Carbonari et al. (2008), a quantidade de palhada produzida pelas culturas de cobertura do solo é variável, sendo um dos fatores que pode inibir a germinação e a emergência das espécies de plantas daninhas presentes na área de cultivo.

Tabela 5. Teste de média para biomassa seca de parte aérea de plantas daninhas em função da cobertura do solo utilizada

Cobertura do solo	Biomassa seca da parte aérea (g)		
	<i>Ipomoea grandifolia</i>	<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Panicum maximum</i>
Capim-braquiária	1,102 Ab	0,110 Bc	0,044 Cb
Milheto	0,930 Ac	0,201 Bb	0,053 Cb
Sorgo	1,148 Aa	0,106 Bc	0,026 Cc
Sem cobertura	0,265 Bd	0,466 Aa	0,138 Ca

Letras diferentes maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem pelo teste t ($P \leq 0,01$).

A presença de cobertura no solo favorece o desenvolvimento das plantas daninhas de *I. grandifolia*, com um aumento da biomassa seca de até 348%, em relação ao tratamento sem cobertura com a palhada de sorgo. Plantas do gênero *Ipomoea* ganharam importância nos últimos anos, principalmente em lavouras de cana-de-açúcar, após a substituição da queimada no momento da colheita pela colheita mecanizada, com manutenção da palhada no solo, assim as plantas de *Ipomoea* podem dificultar as práticas culturais, como a colheita mecanizada, diminuindo a eficiência da operação e podendo comprometer a qualidade da cana-de-açúcar (AZANIA et al., 2002).



Trabalhos têm relatado que para as plantas de *Ipomoea*, o controle pela presença de palhada é ineficiente, em decorrência das sementes desse gênero serem fotoblásticas negativas, em que pode germinar mesmo quando estão enterradas, após o fechamento do dossel ou sob palhada (MARTINS et al., 1999; CHAUHAN & ABUGHO, 2013), que pode promover o estímulo da germinação (CORREIA & DURIGAN, 2004; CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

Com relação à *U. decumbens*, a cobertura do solo proporciona reduções expressivas da biomassa seca, principalmente com o uso de sorgo e capim-braquiária, sendo os percentuais de redução de 77,2 e 76,3%, respectivamente. Segundo Correia e Durigan (2004), a quantidade de 10 a 15 t ha⁻¹ de palhada de cana-de-açúcar levou a uma diminuição de 64% na produção de biomassa seca de *U. decumbens* aos 6 e 32 dias após a semeadura.

Para a planta daninha *P. maximum*, assim como para *I. grandifolia* e *U. decumbens* a cobertura do sorgo é a que mais influencia o desenvolvimento, sendo nesse caso, verificada redução de 81,5% da biomassa seca de parte aérea (g), em comparação ao tratamento sem cobertura. Resultados semelhantes foram encontrados por Lorenzi (1993) e Medeiros e Christoffoleti (2001), em que demonstraram que a presença de palhada é fundamental para a elevação do nível de controle de plantas de *P. maximum*.

A palhada sobre o solo é um método de controle físico de plantas daninhas por impedir a chegada dos raios solares no solo, sendo um dos requisitos para que aconteça o processo germinativo de sementes, e por manter constante a temperatura do solo, o que dificulta a quebra de dormência que algumas espécies podem apresentar (SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001).

Conclusão

As plantas de sorgo produziram a maior quantidade de palhada. A presença de palhada na superfície do solo inibiu o desenvolvimento de *U. decumbens* e *P. maximum*, enquanto para *I. grandifolia*, provocou estímulo. A palhada de sorgo foi mais efetiva no controle das plantas daninhas.

Referências

- ADAMS, G. A. Influência de diferentes tipos de plantas sobre a estrutura do solo em plantio direto. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2016.
- ADEGAS, F. S.; OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V.; PRETE, C. E. C.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. Planta Daninha, v.28 n.4, p.705-716, 2010.

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SANTOS, T. S.; CASTRO, T. S.; MELO, V. F.; ROCHA, P. R. R. Weed incidence after soybean harvest in no-till and conventional tillage croprotation systems in Roraima's cerrado. *Planta Daninha*, v.35, n.1, p.171-178, 2017.
- ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; VIANA, J. H. M. Manejo de solos: plantas de cobertura do solo. In: CRUZ, J. C. (Ed.). *Cultivo do milho*. 4ª Ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491199/4/Preparoconvencional.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2022.
- ALVES, L. W. R.; LOPES, M. J. S. Dinâmica populacional de plantas daninhas na transição do sistema plantio convencional para sistema plantio direto. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 36p. (Embrapa Amapá. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 86).
- AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA; R. PAVANI; M. C. M. D.; PITELLI, R. A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. *Planta Daninha*, v.20, n.2, p.207-212, 2002.
- BASSO, F. J. M.; GALON, L.; FORTE, C. T.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; PERIN, G. F.; FIABINI, R. C.; WINTER, F. L. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.17, n.2, p.148-157, 2018.
- CARBONARI, C. A.; MESCHEDE, D. K.; CORREA, M. R.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R. Eficácia do herbicida diclosulam em associação com a palha de sorgo no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. *Planta Daninha*, v.26, n.3, p.657-664, 2008.
- CASTAÑÓN, T. H. F. M.; MACHADO FILHO, A. M.; NEMOTO, L. R. P.; FILHO, J. S. O.; CUNHA, C. S. M. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes densidades de plantio no cerrado de Mato Grosso. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.10, n.4, p.14-18, 2014.
- CHAUHAN, B. S.; ABUGHO, S. B. Effect of crop residue on seedling emergence and growth of selected weed species in a sprinkler-irrigated zero-till dry-seeded rice system. *Weed Science*, v.61, p.403-409, 2013.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. *Crop Protection*, v.26, n.3, p.383-389, 2007.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v.22, n.1, p.11-17, 2004.
- CORSI, S.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; PISANTE, M.; SÀ, J. D. M. Soil organic carbon accumulation and greenhouse gas emission reductions from conservation agriculture: a literature review. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2012. 89p.



- GALON, L.; DAVID, F. A.; FORTE, C. T.; JÚNIOR, F. W. R.; RADUNZ, A. L.; RADUNZ, R. K. L. L.; CASTOLDI, C. T.; PERIN, C. G.; MOSSI, A. J. Chemical management of weeds in corn hybrids. *Weed Biology and Management*, v.18, n.1, p.26-40, 2018.
- GALON, L.; GABIATTI, R. L.; AGAZZI, L. R.; WEIRICH, S. N.; RADUNZ, A. L.; BRANDLER, D.; BRUNETTO, L.; SILVA, A. M. L.; ASPIAZÚ, I.; PERIN, G. F. Competição entre híbridos de milho com plantas daninhas. *South American Sciences*, v.2, n.1, e21101, 2021.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. *Planta Daninha*, v.21, n.1, p.71-79, 2003.
- LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. *Planta Daninha*, v.22, n.4, p.91-498, 2004.
- LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R.; SILVA, J.; FONTENELLE, M. R.; MELO, R. A. C.; GUEDES, I. M. R. Benefícios da adoção do sistema de plantio direto de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 48p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 156). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170160/1/DOC-156.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.
- LORENZI, H. Efeito da palha da cana no controle das plantas daninhas. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 19, 1993, Londrina. Anais... Londrina, 1993.
- MARTINS, D.; VELINI, E. D.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. D. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palhada de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v.17, n.1, p.151-161, 1999.
- MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeito da palha de cana-de-açúcar em áreas de colheita mecanizada sem queima sobre a infestação de plantas daninhas e eficácia de herbicidas. In: PRADO, R.; JORRÍN, J. V. Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2001. p. 599-605.
- MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C. M.; YANO, E. H.; PEREIRA, F. C. B. L. Liberação de nutrientes pela palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.39, p.183-193, 2015.
- MONQUERO, P. A. Monitoramento do banco de sementes em áreas de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. *Planta Daninha*, v.29, n.1, p.107-119, 2011.
- PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. D. O.; ASSIS, R. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v.27, n.3, p.455-463, 2009.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. Siembra directa em el cono sur. Montevideo: PROCISUR, p. 203-210, 2001.



- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes pela palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1523-1534, 2013.
- ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D.; PIVETTA, J.; SILVA, F.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M.; COSTA, A. Efeito da presença de palha de cana crua a germinação de plantas daninhas em época seca. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 25, 2006, Brasília. Anais...Brasília: Embrapa Cerrados, 2006.
- SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v.19, n.2, p.223-228, 2001.
- SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; BELO, A. F.; SEDIYAMA, C. S. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses de fluazifop-p-butil. *Ciência Rural*, v.35, n.2, p.277-283, 2005.
- THEISEN, G.; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. *Planta Daninha*, v.17, n.2, p.189-196, 1999.
- TIMOSSO, P. C.; VICTÓRIA FILHO, R.; LIMA, S. F.; Supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura. In: IKEDA, F. S.; INOUE, M. H. (Ed.). *Manejo sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical*. Brasília, DF: Embrapa Brasília, 2015. 117p.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes das coberturas de solo utilizadas no sistema de semeadura direta no Cerrado. In: AMARAL SOBRINHO, N. M. B. do; CHAGAS, C. I.; ZONTA, E. (Org.). *Impactos ambientais provenientes da produção agrícola: experiências argentinas e brasileiras*. São Paulo: Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2016. part.2, p.305-338.

ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO CULTIVADO COM CAPIM MOMBAÇA SOB DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO

Raissa Homem Gonçalves

Doutoranda em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas-BA,
raissa-hg@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1822-2093>

Camila Pereira Furtado de Souza

Graduanda em Eng. Agrônômica, UFRB, Cruz das Almas-BA,
camilla_furtado4@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6605-0439>

Jonathas Oliveira Rocha

Graduando em Eng. Florestal, UFRB, Cruz das Almas-BA,
jonathasrocha.111@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1575-7060>

Julio Conceição dos Santos Neto

Doutorando em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas-BA,
julionetoguitar94@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3641-5414>

Júlio César Azevedo Nóbrega

Professor Associado IV, UFRB, Cruz das Almas-BA,
jcanobrega@ufrb.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2726-8205>

Introdução

A degradação das pastagens é um dos principais entraves para o desempenho da pecuária no Brasil. Segundo Dias-Filho (2011), o Brasil possui 172,3 milhões de hectares de pastagens, entretanto, 50 a 70% destas apresentam algum grau de degradação, causada, principalmente, pelo superpastejo



animal, uso intensivo de maquinário agrícola e manejo incorreto da fertilidade do solo, reduzindo a produtividade e longevidade das pastagens (REICHERT et al., 2007; SILVA et al., 2018).

Um dos efeitos diretamente ligados à degradação de pastagens é a compactação do solo. A compactação é o aumento gradativo da densidade do solo que, com o passar do tempo, favorece a redução da fertilidade e altera propriedades físicas do solo que exercem papel fundamental no crescimento e produtividade das pastagens, além de proporcionar prejuízos em funções vitais ao sucesso do sistema, como o crescimento de raízes das forrageiras e a infiltração de água no solo (SILVA et al., 2000; COSTA et al., 2012). A superlotação dos pastos e o uso intensivo de maquinário podem afetar propriedades físicas do solo como a estabilidade de agregados (SANTOS et al., 2010; SALES et al., 2018; BRIZZI et al., 2019), a resistência à penetração do solo (SOUZA et al., 2005; MAGALHÃES et al., 2009; TORRES et al., 2012), a densidade e a porosidade do solo (SOUZA et al., 2005; SALES et al., 2010; SANTOS et al., 2010; SALES et al., 2018), propriedades essas que, podem ser utilizadas como indicadores de qualidade por estarem diretamente associadas à produtividade das culturas e à saúde do solo (OLIVEIRA et al., 2015).

Dentre as alternativas para recuperação de pastagens, o uso de espécies forrageiras adaptadas e o manejo efetivo do solo, aliados à prática da adubação, podem resultar em alterações positivas nas propriedades físicas e químicas dos solos, melhorando a produtividade e a qualidade da forragem e do solo (SANCHÊS et al., 2013; CARVALHO et al., 2017). Nesse sentido, o capim-Mombaça (*Panicum Maximum* cv. Mombaça), espécie forrageira amplamente cultivada no Brasil, apesar de ser altamente exigente em fertilidade, apresenta bons resultados quando submetida à adubação nitrogenada e manejo adequado, proporcionando consideráveis aumentos na produtividade da forragem (CASTRO et al., 2016; GALINDO et al., 2017).

A fonte mais utilizada de nitrogênio no Brasil é a ureia, principalmente por apresentar maior concentração de nitrogênio por quilograma de produto (GALINDO et al., 2017). No entanto, essa fonte é facilmente perdida pelo processo de volatilização, sendo pouco eficiente na utilização pelas culturas, afetando a produtividade de massa seca e composição química das pastagens (SANTOS et al., 2013; SILVEIRA et al., 2013; ABALOS et al., 2014; FERNANDES et al., 2015). Em contrapartida, a possibilidade do reaproveitamento de resíduos orgânicos vegetais e animais que possuem quantidades expressivas de nutrientes como o nitrogênio, surge como uma alternativa devido ao baixo custo e possibilidade de redução dos impactos gerados pelo excesso de resíduos produzidos na agroindústria. A cama de frango ou cama de aviário, por exemplo, pode ser uma alternativa econômica e eficiente na adubação de áreas de pastagem por ser rica em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, além disso, possui pequenas quantidades de alguns micronutrientes como ferro, cobre e zinco (CONSOLIN FILHO et al., 2020).



Nesse contexto, observa-se que através de práticas de adubação e manejo do solo adequados em áreas de pastagens têm-se alcançado maior produtividade e qualidade da forragem ofertada e, conseqüentemente, melhor desempenho da atividade pecuária no Brasil (SILVA et al., 2013; DUPAS et al., 2016). Todavia, apesar de diversos estudos serem realizados nesta temática, o índice de degradação de pastagens ainda tem aumentado ao longo dos anos, sendo necessário estudos que demonstrem qual fonte e dose de nitrogênio e, quais técnicas de manejo do solo são as mais eficientes nas diferentes áreas e espécies forrageiras.

Dessa forma, objetiva-se através deste estudo realizar o diagnóstico da qualidade física do solo de uma área cultivada com Capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) consorciado ou não com *Crotalaria juncea*, sob efeito de fontes nitrogenadas químicas e orgânicas na região do Recôncavo da Bahia.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido entre agosto de 2020 e agosto de 2021 no Setor de Forragicultura do Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, localizado no município de Cruz das Almas, Estado da Bahia, sendo esse o terceiro ano de avaliação da área experimental. A região possui clima do tipo Af, classificado como tropical chuvoso de floresta, temperatura média anual de 24,2°C, pluviosidade média mensal superior a 60mm e anual de 1500mm e umidade relativa do ar de 82% (KÖPPEN, 1948). O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo distrocoeso (SANTOS et al., 2018) e as características físico-químicas do solo anteriores à implantação do experimento estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo distrocoeso nas profundidades de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m anteriores à instalação do experimento, em Cruz das Almas-BA, 2018

Prof.	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V	CO
M	H ₂ O	mg dm ⁻³		----- cmolc dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
0,0-0,20	4,8	2,86	29	1,2	0,6	0,19	3,3	1,9	5,20	36	5,3
0,20-0,40	5,0	2,03	24	1,1	0,6	0,19	1,7	1,8	3,49	52	5,4
	Areia	Site	Argila	Classe textural							
0,0-0,20	----- g kg ⁻¹ -----										
	768	54	178	Franco arenoso							

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; CO: carbono orgânico. P e K⁺: Solução extratora Mehlich⁻¹ (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); Ca²⁺ + Mg²⁺ e Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹.

O preparo inicial do solo foi realizado no ano de 2018 por meio de uma aração, seguida de duas gradagens. A correção do solo foi feita pelo método de saturação por bases com a aplicação de calcário dolomítico PRNT= 90. A semeadura do capim Mombaça foi realizada de forma manual, em parcelas de 2 x 2 m e espaçamento de 0,2 m entre linhas. Em janeiro de 2019 foi realizada adubação de cobertura utilizando as doses de 40 kg ha⁻¹ de KCl e 70 kg ha⁻¹ de superfosfato simples em cada parcela, quando grande parte da forrageira já havia se estabelecido.

O estudo foi realizado em blocos inteiramente casualizados, com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos avaliados foram: T1 - Capim Mombaça com adição de cama de frango; T2 - Capim Mombaça consorciado com *Crotalaria juncea*; T3 - Capim Mombaça adubado com dose de ureia; T4 - Capim Mombaça adubado com cama de frango e dose de ureia; T5 - Capim Mombaça com adição de cama de frango associado à *Crotalaria juncea*; T6 - Capim Mombaça; T7 - *Crotalaria juncea*; T8 - Povoamento Florestal de Angico. Os tratamentos com adubação química receberam a dose de 110 kg ha⁻¹ de ureia e os tratamentos onde houve adição de cama de frango receberam a dose de 10 t ha⁻¹ do resíduo em cobertura.

No ano de 2021 durante a estação chuvosa da região (abril/agosto de 2021) realizou-se o corte de uniformização das plantas a 0,5 m do solo. Logo após, amostras deformadas de solo foram coletadas nas profundidades de 0 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m com auxílio de trado holandês, secas ao ar, peneiradas no conjunto de peneiras de 4,76 e 2mm de diâmetro de malha, para posterior avaliação da estabilidade de agregados. O solo também foi amostrado com estrutura preservada utilizando amostrador do tipo Uhland e anéis volumétricos com dimensões médias de 0,08 de altura x 0,06 m de diâmetro interno, onde foram retirados os excessos de solo da parte externa dos cilindros e em seu interior foram afixados tecidos de nylon com auxílio de elástico. Em seguida foi realizada a saturação e pesagem das amostras para posterior avaliação da densidade, porosidade e resistência à penetração do solo (TEIXEIRA et al., 2017).

A estabilidade dos agregados foi determinada em via úmida utilizando conjunto de peneiras de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105mm de diâmetro de malha, tamisador de movimentos verticais a 45 oscilações por minuto, durante 15 minutos, segundo Yoder (1936) e Grohmann (1960). A partir dos resultados encontrados foi calculado o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados, representado pelo diâmetro médio ponderado (DMP) de acordo com Teixeira et al. (2017). A densidade do solo (DS) foi obtida através da relação massa/volume, utilizando o método do anel volumétrico (BLAKE & HARTGE, 1965). O volume total de poros (VTP) foi determinado a partir da metodologia proposta por Danielson e Sutherland (1986). A distribuição do tamanho dos poros foi obtida a partir do método da mesa de tensão (TEIXEIRA et al., 2017), onde as amostras indeformadas de solo foram submetidas a uma tensão de 60 cm de coluna de água para a remoção de toda a água presente nos macroporos. A partir disso foi estabelecido o volume de microporos que correspondente



à umidade na tensão de -6 KPa e, através da diferença entre o volume total de poros (VTP) e a microporosidade do solo (MICRO), determinou-se a macroporosidade do solo (MACRO).

A resistência à penetração do solo (RP) foi determinada com a pesagem das amostras 24 horas após a saída da mesa de tensão. Para esta análise foi utilizado penetrômetro de bancada da marca Marconi, modelo MA 933, configurado com velocidade de penetração de 1 cm min⁻¹, sendo operado por 240 segundos. O valor de RP foi obtido a partir da média das leituras realizadas entre 61 e 240 segundos, desconsiderando os primeiros 60 segundos de leitura, de acordo com o método de Tormena et al., (1999) modificado. Logo após, as amostras de solo foram levadas à estufa de circulação forçada a 105°C durante 24 horas, resfriadas em dessecador e pesadas, obtendo os pesos secos de cada amostra em cada cilindro. A umidade gravimétrica do solo foi determinada a partir da pesagem da amostra úmida antes da avaliação de RP e da amostra seca após 24 horas na estufa, dada em percentagem (%) (TEIXEIRA et al., 2017).

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019) e, quando significativos, foram realizados os testes de média de Tukey (P < 0,05).

Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância para as propriedades físicas do solo com efeito individual e da interação entre profundidade do solo e fontes de nitrogênio (P x FN) é apresentado na Tabela 2. Verifica-se efeito individual da profundidade do solo em todas as propriedades físicas do solo avaliadas. Para a fonte de variação fontes de nitrogênio (FN), foi possível observar efeito individual no DMG, DMP e DS, exceto VTP. A interação (P x FN) não demonstrou efeito significativo em nenhuma das propriedades do solo analisadas.

Quanto ao coeficiente de variação, Warrick e Nielsen (1980) avaliando atributos físicos do solo indicaram que (CV%), mesmo em áreas homogêneas, pode ser classificado em três níveis: baixo (CV ≤ 12 %), médio (12 % < CV ≤ 60 %) e alto (CV > 60 %). Neste sentido, quanto menor o CV, maior é a homogeneidade dos dados. No presente estudo, os valores de CV encontrados (Tabela 2) variam entre os níveis médio e baixo, indicando boa homogeneidade dos dados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do efeito individual e da interação entre profundidade e fontes de nitrogênio em um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de ureia e cama de frango em Cruz das Almas – BA

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	DMG	DMP	VTP	DS
Profundidade (P)	1	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Fontes (F)	7	P<0,05	P<0,05	P>0,05	P<0,01
P*FN	7	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
Média Geral	-	2,91	3,26	38,10	1,62
CV (%)	-	5,79	14,04	8,41	5,10

CV: coeficiente de variação; DMG: Diâmetro médio geométrico; DMP: Diâmetro médio ponderado; VTP: Volume total de poros; DS: Densidade do solo. P <0,01 e P<0,05 (efeito significativo); P>0,05 (efeito não significativo).

Os resultados encontrados (Figura 1) demonstram o efeito individual da profundidade do solo sobre o DMG, DMP, VTP e DS. Maiores valores de DMG, DMP e VTP são verificados na profundidade de 0 – 0,20 m, esses resultados decorrem do maior teor de matéria orgânica presente nas camadas mais superficiais do solo (COSTA et al., 2013; SOUZA et al., 2013) e da densidade de raízes das espécies forrageiras e florestais que contribuem para melhor agregação do solo e formação de bioporos, fato que reduz a DS nesta camada (SALTON & TOMAZI, 2014).

No que diz respeito à agregação do solo, os valores encontrados para DMG e DMP, independente da profundidade, apresentam valores acima de 2,50mm indicando boas condições de agregação. Segundo Pereira e Thomaz (2014), valores de DMP inferiores a 2,30mm representam solos com características que os tornam susceptíveis ao processo erosivo, característica não observada nesse estudo.

Os valores encontrados para DS em profundidade são maiores do que os encontrados na camada de 0–0,20 m (Figura 1). Esse resultado é decorrente da compactação do solo causada principalmente pelo superpastejo animal e uso intensivo de máquinas agrícolas historicamente na área (REICHERT et al., 2007). A ausência ou redução de pastejo animal e a baixa mecanização do solo, aliados à presença do sistema radicular das espécies forrageiras, como o capim Mombaça, são fatores construtivos da qualidade do solo, conferindo melhorias na estrutura do solo ao longo do tempo e, conseqüentemente a redução da densidade do solo e o aumento da porcentagem de poros (BRIZZI et al., 2019).

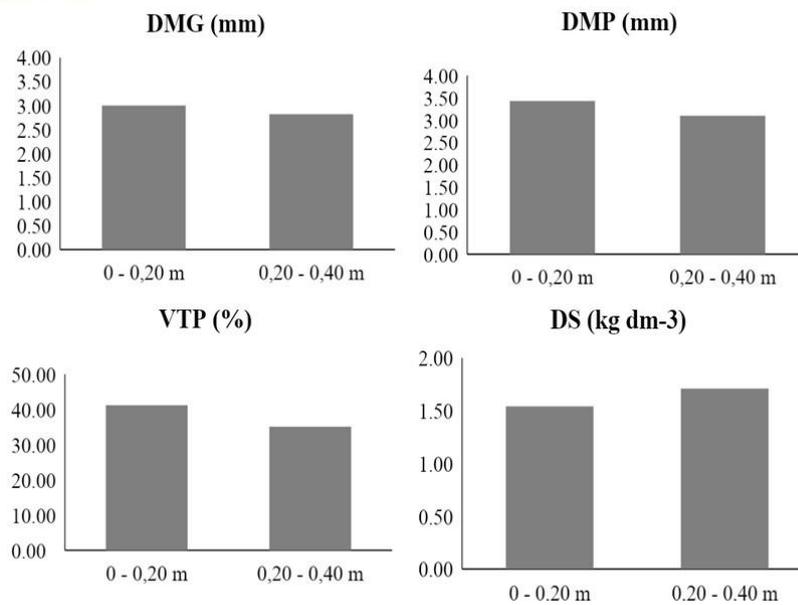


Figura 1. Efeito individual das profundidades do solo sobre o diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), volume total de poros (VTP) e densidade do solo (DS) de um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de ureia e cama de frango em Cruz das Almas – BA.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados do efeito individual das fontes de nitrogênio sobre o DMG, DMP e DS. Para o DMG e DMP verifica-se valores mais elevados nos tratamentos sob cultivo isolado de Capim Mombaça e Povoamento Florestal de Angico, possivelmente influenciado pela presença de raízes mais profundas na área florestal e do sistema radicular mais agressivo da espécie forrageira. Efeito de gramínea forrageira utilizada como cobertura do solo em sistemas de cultivo foi verificada por Sales et al. (2018), onde a cobertura do solo proporcionada pela utilização de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã promoveu o acúmulo de matéria orgânica, melhorando a estruturação do solo através da cimentação e estabilização dos agregados, além de reduzir impactos causados pelo pastejo animal e peso dos implementos agrícolas.

A DS demonstra efeito inverso ao DMP E DMG, apresentando menor valor de DS na área sob Povoamento Florestal de Angico (Tabela 3). Esse resultado pode ser atribuído ao maior teor de matéria orgânica em solos com textura arenosa como o estudado, onde a retenção de água favorecida pela matéria orgânica reduz o efeito da compactação do solo (BRAIDA et al., 2006). Além disso, o fato da área do Povoamento Florestal de Angico ter sido implantada sob sistema de plantio direto e estar em estágio avançado de desenvolvimento, indica que não houve influência negativa de maquinário agrícola historicamente. Ademais, a presença expressiva de material orgânico e de raízes mais agressivas, favorece a agregação do solo e o aumento da porosidade, contribuindo para menores valores de DS.

Os valores encontrados para DMG, DMP e DS nos demais tratamentos Capim + Cama de Frango + *Crotalaria juncea*, Capim Mombaça + *Crotalaria juncea*, Capim Mombaça + Cama de Frango + Ureia, Capim Mombaça + Cama de Frango, Capim Mombaça+ Ureia e *Crotalaria juncea* são semelhantes, indicando que não há diferença significativa dos tratamentos sobre essas propriedades do solo.

Tabela 3. Valores de diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP) e densidade do solo (DS) de um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de ureia e cama de frango em Cruz das Almas – BA

Fontes de Nitrogênio	DMG	DMP	DS
	---- mm ---		kg dm ⁻³
Capim Mombaça + Cama de Frango	2,86 b	3,07 b	1,64 a
Capim Mombaça + <i>Crotalaria juncea</i>	2,93 b	3,32 b	1,67 a
Capim Mombaça+ Ureia	2,86 b	3,06 b	1,61 a
Capim Mombaça + Cama de Frango + Ureia	2,87 b	3,06 b	1,64 a
Capim + Cama de Frango + <i>Crotalaria juncea</i>	2,82 b	2,99 b	1,63 a
Capim Mombaça	3,01 a	3,51 a	1,66 a
<i>Crotalaria juncea</i>	2,81 b	3,27 b	1,63 a
Povoamento Florestal de Angico	3,11 a	3,84 a	1,48 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O resumo da análise de variância para a RP, MACRO e MICRO, com efeito individual e da interação entre profundidade do solo e fontes de nitrogênio (P x FN) é apresentado na Tabela 4. Verifica-se efeito individual da profundidade do solo para todas as variáveis avaliadas, exceto MICRO, e das fontes de nitrogênio para a RP e MACRO. O efeito de interação (P x FN) é verificado apenas para RP. Os valores de CV encontrados (Tabela 4) variam entre os níveis médio e baixo, indicando boa homogeneidade dos dados (WARRICK & NIELSEN, 1980).

Tabela 4. Resumo da análise de variância com efeito individual e de interação entre fontes de nitrogênio e profundidade do solo nas propriedades de um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de ureia e cama de frango em Cruz das Almas – BA

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	RP	MACRO	MICRO
Profundidade (P)	1	P <0,01	P <0,01	P >0,05
Fontes (F)	7	P <0,01	P <0,05	P >0,05
P*F	7	P <0,01	P >0,05	P >0,05
Média Geral	-	0,65	18,35	11,34
CV (%)	-	17,79	18,74	19,41

CV: coeficiente de variação; RP: Resistência à penetração; MACRO: Macroporosidade do solo; MICRO: Microporosidade do solo. P <0,01 e P <0,05 (efeito significativo); P >0,05 (efeito não significativo).

Os resultados demonstrados pela Figura 2 indicam o efeito individual da profundidade do solo sobre a macro e microporosidade do solo, com redução do percentual de macroporos (MACRO) em profundidade, indicando poros de maior tamanho em superfície.

A diminuição de macroporos em camadas subsuperficiais não é uma característica desejável, visto que, os macroporos são os caminhos preferenciais das raízes das plantas para o crescimento em profundidade, absorção de água e nutrientes. Diversos autores relatam concentração de raízes superior a 50% nas camadas superficiais no solo (SOARES FILHO et al., 2013; BELONI et al., 2016; BARROS et al., 2017), o que pode ser atribuído à maior presença de macroporos nessa camada. Para a microporosidade (MICRO) do solo os valores encontrados não apresentaram diferença significativa.

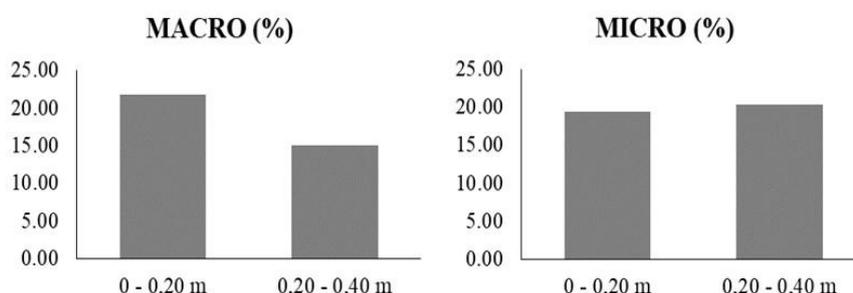


Figura 2. Porcentagem de macroporos (MACRO) e microporos (MICRO) em um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de ureia e cama de frango em Cruz das Almas – BA.

Na Tabela 5 encontram se os resultados do efeito individual das fontes de nitrogênio sobre a MACRO, MICRO e VTP do solo. Maior percentual de MACRO foi encontrado no Povoamento Florestal de



Angico, corroborando com os resultados obtidos por Sales et al. (2018) na análise de carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia Legal, onde concluíram que, as áreas de pastagens promovem a redução dos percentuais de macroporos em todas as profundidades, diferentemente das áreas de floresta.

Os resultados encontrados para MICRO e VTP demonstram que, os tratamentos não influenciaram esses atributos do solo, não diferindo estatisticamente entre si. Apesar disso, é possível observar que, o maior valor médio encontrado para o VTP foi no tratamento Povoamento Florestal de Angico, isso porque, em áreas de mata em estágio preservado existem grande quantidade de serapilheira, resíduos vegetais e animais, que protegem o solo das intempéries do ambiente, favorecendo o VTP nessas áreas, em comparação a áreas de pastagem. Resultados semelhantes também foram encontrados por Enck et al. (2020), ao estudar o impacto nos atributos do solo em florestas sob conversão para áreas cultivadas na região sul do Amazonas.

Tabela 5. Efeito individual das fontes de nitrogênio sobre a Macroporosidade (MACRO), Microporosidade (MICRO) e Volume Total de Poros (VTP) de um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de nitrogênio e cama de frango em Cruz das Almas – BA

Fontes de Nitrogênio	MACRO	MICRO	VTP
	%	%	%
Capim Mombaça + Cama de Frango	13,31 b	19,69 a	33,00 a
Capim Mombaça + <i>Crotalaria juncea</i>	14,37 b	19,88 a	34,25 a
Capim Mombaça+ Ureia	15,12 b	19,96 a	35,08 a
Capim Mombaça + Cama de Frango + Ureia	14,36 b	20,73 a	35,09 a
Capim Mombaça+ Cama de Frango + <i>Crotalaria juncea</i>	15,22 b	19,67 a	34,89 a
Capim Mombaça	11,78 b	21,15 a	32,93 a
<i>Crotalaria juncea</i>	12,88 b	19,75 a	32,63 a
Povoamento Florestal de Angico	19,22 a	18,28 a	37,50 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os efeitos da interação P x FN sobre a RP são apresentados na Tabela 6. Os valores obtidos para a RP indicam que, em superfície não apresenta diferença estatística dos tratamentos sob essa propriedade do solo. Em contrapartida, na profundidade de 0,20 – 0,40 m, os tratamentos Capim Mombaça + Cama de Frango + *Crotalaria juncea*, Capim Mombaça, Capim Mombaça + Cama de Frango + Ureia e Capim Mombaça + Cama de Frango não diferem entre si estatisticamente, apresentando valores intermediários de RP, em relação aos demais tratamentos. Ainda para a camada 0,20 – 0,40 m,



os tratamentos Capim Mombaça + *Crotalaria juncea* e Capim Mombaça + ureia, não diferem estatisticamente entre si, apresentando maiores valores médios de RP. Os tratamentos *Crotalaria juncea* e Povoamento Florestal de Angico não diferem entre si estatisticamente, entretanto, diferem dos demais tratamentos, apresentando os menores valores médios para RP.

Durante a avaliação da RP foi determinada a umidade gravimétrica do solo (Ug) onde, entre os tratamentos avaliados, ocorre variação de 24,1 a 29,1% de conteúdo de água nas amostras de solo na profundidade de 0 – 0,20 m e de 19,2 a 26,7% na profundidade de 0,20 – 0,40 m. A partir desses resultados, foi possível verificar uma homogeneidade no conteúdo de água em cada camada avaliada, o que justifica a pouca variação de RP.

O menor valor médio de RP encontrado no tratamento Povoamento Florestal de Angico, aliado à maior presença de macroporos reforça o papel da matéria orgânica e da presença de raízes na estruturação e aeração do solo, reduzindo o processo de compactação através da maior retenção de água e descompactação biológica nessa área. Esse resultado corrobora com os encontrados por Rocha et al. (2015) e Magalhães et al. (2019), onde afirmam que a floresta influencia na melhoria das condições físicas do solo por meio da melhor estruturação do solo, sistema radicular e aporte de serapilheira que está em constante processo de mineralização. Para o tratamento *Crotalaria juncea*, o valor inferior de RP pode ser atribuído à presença de suas raízes pivotantes, proporcionando a descompactação biológica do solo e minimizando os impactos desse processo no solo, reduzindo assim a RP (FOLONI et al., 2006).

A resistência à penetração está diretamente correlacionada com a umidade do solo no momento da avaliação (STOLF et al., 1983), o que pode explicar os valores encontrados, tendo em vista que alterações no conteúdo de água determinam grandes variações na RP, fato não verificado no presente estudo devido a pequena variação no teor de água dentro de cada profundidade avaliada.

A RP é uma propriedade altamente responsiva ao manejo realizado. Uma menor RP proporciona melhores condições de produtividade, através do melhor desenvolvimento radicular, favorecendo melhor aproveitamento de água e absorção de nutrientes. Diversos autores têm estabelecido valores médios de RP limitantes ao desenvolvimento das plantas no campo, sendo esses entre 2,00 e 3,00 MPa (SÁ et al., 2016; SOUZA et al., 2015; COLOMBI et al., 2018). Todos os tratamentos avaliados nesse estudo encontram-se muito abaixo da faixa de valor estabelecido como limitante pela literatura, não sendo esse atributo um fator limitante ao desenvolvimento de nenhuma das espécies avaliadas.

Tabela 6. Interação Profundidade do solo x Fontes de nitrogênio sobre a Resistência à Penetração do de um Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com Capim Mombaça sob efeito de nitrogênio e cama de frango em Cruz das Almas – BA

Fontes de Nitrogênio	Profundidade do Solo (MPa)	
	0 – 0,20 m	0,20 – 0,40 m
Capim Mombaça + Cama de Frango	0,43 a	0,72 b
Capim Mombaça + <i>Crotalaria juncea</i>	0,44 a	1,47 a
Capim Mombaça+ Ureia	0,55 a	1,46 a
Capim Mombaça + Cama de Frango + Ureia	0,59 a	0,69 b
Capim Mombaça + Cama de Frango + <i>Crotalaria juncea</i>	0,48 a	0,76 b
Capim Mombaça	0,44 a	0,74 b
<i>Crotalaria juncea</i>	0,62 a	0,47 c
Povoamento Florestal de Angico	0,30 a	0,31 c

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

A profundidade do solo influenciou todos os atributos físicos avaliados, exceto MICRO, enquanto as fontes de nitrogênio apresentaram efeito para todos os atributos do solo, exceto VTP e MICRO.

Maiores valores de DMG, DMP e VTP foram verificados na profundidade de 0 – 0,20 m nos tratamentos com Capim Mombaça e Povoamento Florestal de Angico.

A menor densidade do solo foi encontrada no tratamento Povoamento Florestal de Angico, indicando menor compactação do solo nessa área.

Para a variável MACRO não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados, exceto Povoamento Florestal de Angico apresentando o maior valor médio.

Os tratamentos influenciaram a RP em profundidade sendo os menores valores encontrados nas áreas dos tratamentos *Crotalaria juncea* e Povoamento Florestal de Angico.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao grupo de pesquisa “Pedossistemas em Biomas do Nordeste” pelo conhecimento e suporte para a realização dos experimentos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsas aos autores para a realização das pesquisas científicas.

Referências

- ABALOS, D.; JEFFERY, S.; SANZ-COBENA, A.; GUARDIA, G.; VALLEJO, A. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.189, p.136-144, 2014.
- BARROS, A. C. C.; ALMEIDA, J. C. C.; CARMARGO FILHO, S. T.; CARVALHO, C. A. B.; CAMPANA, L. L.; MORAIS, L. F. Root dry matter mass and distribution of Florico grass under different grazing strategies. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, n.2 p.1276-1285, 2017.
- BELONI, T.; PIOTTO, V. C.; MARI, G. C.; PINHEIRO, A. A.; TORMENA, C. A.; CECATO, U. Root system and resistance to penetration of Mombaça grass fertilized with nitrogen and irrigated. *Semina: Ciências Agrárias*, v.37, n.5, p.3243-3252, 2016.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density in methods of soil analysis. *Agronomy*, v.9, n.1, p.374-390, 1965.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.4, p.605-614, 2006.
- BRIZZI, R. R.; PORTOCARRERO, H.; COSTA, N. M. C.; SOUZA, A. P.; COSTA, A. J. S. T. Análise das características físico-químicas do horizonte superficial de um Latossolo Amarelo sob pastagem como subsídio à compreensão de processos erosivos no município de Parati-RJ. *Caminhos de Geografia*, v.20, n.69, p.223-236, 2019.
- CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *PubVet*, v.11, p.1036-1045, 2017.
- CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. *Journal of Neotropical Agriculture*, v.3, n.4, p.48-54, 2016.
- COLOMBI, T.; TORRES, L. C.; WALTER, A.; KELLER, T. Feedbacks between soil penetration resistance, root architecture and water uptake limit water accessibility and crop growth—A vicious circle. *Science of the Total Environment*, v.626, p.1026-1035, 2018.
- CONSOLIN FILHO, N.; FARIAS, A. J. B.; CONSOLIN, M. F. B.; PIZA, M. A.; CRESPIAN, E. R. Estudo de viabilidade da cama de aviário peletizada não compostada como adubo orgânico. *Natural Resources*, v.10, n.3, p.145-161, 2020.
- COSTA, M. A. T.; TORMENA, C. A.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W. G.; MEDEIROS, F. M. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.993-1004, 2012.
- COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. de A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, n.17, p.1842-1860, 2013.



- DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Methods*, v.5, p.443-461, 1986.
- DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2011, 36p.
- DUPAS, E.; BUZETTI, S.; RABÊLO, F. H. S.; SARTO, A. L.; CHENG, N. C.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S.; DINALLI, R. P.; GAZOLA, R. N. Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, v.10, n.9, p.1330-1338, 2016.
- ENCK, B. F.; RODRIGUES, J. C. W.; HASSANE, A. L.; TEMBO, R. A.; CAMPOS, M. C. C.; DOS SANTOS, L. A. C.; BRITO, W. B. M. Impacto nos atributos do solo sob conversão de floresta para áreas cultivadas na região sul do Amazonas, Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, v.24, e54, 2020.
- FERNANDES, J. C.; BUZETTI, S.; DUPAS, E.; FILHO, M. C. M. T.; ANDREOTTI, M. Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guineagrass in the Brazilian Cerrado region. *African Journal of Agricultural Research*, v.10, n.19, p.2076-2082, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs (Version 5.6). *Brazilian Journal of Biometrics*, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BULL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.1, p.49-57, 2006.
- GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum cv. mombasa*) at dry and rainy seasons. *Australian Journal of Crop Science*, v.11, n.12, p.1657-1664, 2017.
- GROHMANN, F. Análise de agregados de solos. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. Bragantia*, v.19, n.13, p.201-213, 1960.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1948.
- MAGALHÃES, W. A.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; SILVA, W. M.; CARVALHO, J. M.; MOTA, M. S. Determinação da resistência do solo à penetração sob diferentes sistemas de cultivo em um Latossolo sob Bioma Pantanal. *Revista Agrarian*, v.2, p.21-32, 2009.
- OLIVEIRA, G. G.; SILVA, É. A.; OLIVEIRA, G. C.; CARDUCCI, C. E.; BARBOSA, S. M.; SILVA, B. M. Indicadores de qualidade física para Argissolos sob pastagens nas regiões leste e sul de Minas Gerais. *Revista de Ciências Agrárias. Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v.58, n.4, p.388-395, 2015.
- PEREIRA, A. A.; THOMAZ, E. L. Estabilidade de agregados em diferentes sistemas de uso e manejo no município de Reserva-PR. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.7, n.2, p.378-387, 2014.



- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. *Tópicos em ciência do solo*, v.5, p.49-134, 2007.
- ROCHA, S. P.; PREVEDELLO, J.; REINERT, D. J.; FLEIG, F. D.; VOGELMANN, E. S.; SOARES, J. C. W.; HEINZ, B. B. Propriedades físicas do solo e crescimento de eucalipto implantado em diferentes métodos de preparo do solo. *Scientia Forestalis*, v.43, n.108, p.965-977, 2015.
- SÁ, M. A. C.; SANTOS JR, J. D. G.; FRANZ, C. A. B.; REIN, T. A. Qualidade física do solo e produtividade da cana-de-açúcar com uso da escarificação entre linhas de plantio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.9, p.1610-1622, 2016.
- SALES, L. E. O.; CARNEIRO, M. A. C.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; FERREIRA, M. F. Qualidade física de neossolo quartzênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.34, p. 667-674, 2010.
- SALES, A.; SILVA, A. R.; VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; MIRANDA, B. M. Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia Legal. *Colloquium Agrariae*, v.14, n.1, p.01-15, 2018.
- SALTON, J. C.; TOMAZI, M. Sistema radicular de plantas e qualidade do solo. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico, 2014.
- SANCHÊS, S. S. C.; GALVÃO C. M. L.; RODRIGUES, R. C.; SIQUEIRA, J. C.; JESUS A. P. R.; ARAÚJO, J. S.; SOUSA, T. V. R.; SILVA-JUNIOR, A. L. Produção de forragem e características morfofisiológicas do capim-mulato cultivado em latossolo do cerrado em função de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, n.1, p.81-89, 2013.
- SANTOS, J. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F.; SILVA, D. S.; SANTOS, E. M.; SILVA, A. P. G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na microrregião do Brejo Paraibano. *Revista Ciência Rural*, v.40, p.2486-2492, 2010.
- SANTOS, J. H.; DE BONA, F. D.; MONTEIRO, F. A. Growth and productive responses of tropical grass *Panicum maximum* to nitrate and ammonium supply. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.9, p.622-628, 2013.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed rev e amp. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo de solo. *Ciência Rural*, v.30, p.795-801, 2000.

- SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Rates and sources of nitrogen in the recovery of the structural and productive characteristics of marandu grass. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, n.1, p.184-191, 2013.
- SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. marandu e guandu. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.5, p.39-47, 2018.
- SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; SELLERS, B.; MONTEIRO, F. A.; ARTHUR, A. G.; DUPAS, E. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. *Grass and Forage Science*, v.70, n.1, p.154-160, 2013.
- SOARES FILHO, C. V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. da C.; JOBIM, C. C.; BELONI, T.; PERRI, S. H. V. Root system and root and stem base organic reserves of pasture Tanzania grass fertilizer with nitrogen under grazing. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.5, p.2415-2426, 2013.
- SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos físicos de um neossolo quartzarênico e um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.11, p.1135-1139, 2005.
- SOUZA, I. A.; RIBEIRO, K. G.; ROCHA, W. W.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R. Physical properties of a red-yellow Latosol and productivity of a signalgrass pasture fertilized with increasing nitrogen doses. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.1549-1556, 2013.
- SOUZA, G. S. de; SOUZA, Z. M. de; COOPER, M.; TORMENA, C. A. Controlled traffic and soil physical quality of an Oxisol under sugarcane cultivation. *Scientia Agricola*, v.72, p.270-277, 2015.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; URLANI NETO, V. L. Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto - modelo IAA/Planalsucar - Stolf. São Paulo, MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8p. (Boletim, 1).
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3ª edição revista e atualizada. EMBRAPA, 2017. 573p.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. *Soil Tillage Research*, v.52, p.223-232, 1999.
- TORRES, J. L. R.; RODRIGUES JUNIOR, D. J.; SENE, G. A.; JAIME, D. G.; VIEIRA, D. M. S. Resistência à penetração em área de pastagem capim tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação. *Bioscience Journal*, v.28, p.232-239, 2012.
- WARRICK, A. W., NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.) *Applications of soil physics*. New York, Academic Press Books, p.319-344, 1980.
- YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.28, n.5, p.337-351, 1936.

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO NA DIMENSÃO DA ÁREA FOLIAR DA ESPÉCIE FLORESTAL ERYTHRINA VELUTINA NA FORMAÇÃO DE MUDAS

Jussara Mara Lima Queiroz Fernandes

Graduanda em Engenharia Florestal, UFCG, Campus Patos-PB, jussaraengflorestal@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-0625-3725>

Viviane Farias Silva

Prof^ª. Dr^ª. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campus Patos-PB, viviane.farias@ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

Évanny Valeria de Araújo Herculano

Graduanda em Engenharia Florestal, UFCG, Campus Patos-PB, evannyvaleria@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4024-3341>

Lílian de Queiroz Firmino

Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, naililufcgcta@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3919-4100>

Paulo Roberto Megna Francisco

Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5062-5434>

Introdução

A água é uma substância essencial para as plantas e compreende até 95% de sua biomassa, sendo responsável por várias funções importantes dentro dos tecidos vegetais, como a funcionalidade das células, moléculas e organismos (ARAUJO JÚNIOR, 2018).

Segundo Moura e Bordini (2012), a escassez de água refere-se a um período em que o teor de água no solo diminui, resultando em falta de água para as plantas, como também pode ser a oferta de água abaixo da necessidade hídrica da cultura. A diminuição da umidade no solo pode levar à



desidratação da planta, crescimento mais lento, senescência mais rápida do tecido da planta, diminuição da expansão das folhas e da fotossíntese, que afetam no tamanho da área foliar (CORREA, 2021). A avaliação da área foliar é fundamental por ser considerado um indicador para entender determinados aspectos relacionados à planta e ao meio, além de ser aplicado para análise de crescimento (MORAES et al., 2013).

Dessa maneira, para analisar os mecanismos de defesas das plantas, é preciso observar diversos fatores que estão envolvidos com o estresse hídrico, bem como a relação das folhas com o ambiente em que estão inseridas. Devido a diferentes recursos em níveis morfológico, fisiológico e bioquímico, as plantas possuem diversas habilidades para se adequar ao déficit hídrico, como afirmam Silveira et al. (2015).

As espécies florestais pertencentes ao Bioma Caatinga no semiárido possuem mecanismos de adaptação para esta região e devido aos poucos estudos voltados a esta vegetação é importante entender e identificar as reações das espécies quando submetidas ao estresse hídrico. Os processos metabólicos e atividades biológicas são necessários para a sobrevivência da planta, sem a água, a planta não fotossintetiza, não respira e nem transloca seus alimentos para outras partes, assim como não absorve nutrientes, como destacam Mendes et al. (2015).

Dentre as espécies pertencentes à vegetação Caatinga, destaca-se a *Erythrina velutina*, conhecida popularmente por Mulungu, têm importância social e econômica sendo útil não apenas para o meio ambiente, como também para as populações locais (CARVALHO, 2008). Em consonância com tal entendimento, a UFERSA (2018) relata que, a madeira desta espécie pode ser utilizada para produção de brinquedos, barcos, bem como pode ter finalidade ornamental, cerca viva, sendo uma ótima opção para sombreamento. Essa é uma espécie arbórea resistente ao estresse hídrico, rústica e de crescimento rápido, seu uso pode ser útil na recuperação de áreas degradadas, destacando sua multifuncionalidade.

Portanto, diante o exposto, verifica-se a relevância da realização de pesquisas voltadas à identificação dos efeitos do déficit hídrico relacionado com a área foliar das espécies florestais do bioma Caatinga, possibilitando determinar o mecanismo de resiliência a seca e quantidade hídrica que afeta a planta. Nesse sentido, destaca-se que estimar a área foliar é relevante para a análise não destrutiva da planta, principalmente quando o objetivo é avaliar mudas e plantas para recuperação de áreas degradadas.

Assim, esta pesquisa objetiva determinar a técnica mais eficiente para avaliar a área foliar da espécie florestal *Erythrina velutina* submetida ao déficit hídrico.

Material e Métodos



O trabalho foi executado em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus Patos, da Universidade Federal de Campina Grande. Segundo Ferreira et al. (2019), o campus de Patos fica localizado nas coordenadas geográficas de 7°01'00" S e 37°17'00" W.

Para composição do substrato foi feita a mistura de 2:1 (solo: esterco bovino), com inserção de brita nº1 para facilitar a drenagem, nos vasos confeccionados de garrafas de Polietileno Tereftalato (PET) de 2 litros.

As sementes da espécie Mulungu foram coletadas em Várzea-PB, e foram submetidas a tratamento pré-germinativos para a quebra de dormência das sementes, passando a lixa. Na semeadura foram aplicadas 3 sementes por vaso.

Foram acoplados nos vasos os lisímetros de drenagem que se encaixavam perfeitamente, não havendo perdas. As estimativas do consumo hídrico foram obtidas através da diferença entre a quantidade média aplicada e a média drenada nos lisímetros, de acordo com a metodologia adotada por Silva et al. (2019). Para a irrigação foi utilizada a água de abastecimento fornecida pela concessionária responsável, a CAGEPA, com turno de rega adotado de dois dias, com irrigação dos lisímetros no final da tarde no dia anterior a irrigação e coleta das drenagens no turno da manhã no dia da irrigação, para que os volumes fossem adequados às condições hídricas para as plantas.

Após identificar o consumo hídrico (CH) foi calculado o estresse hídrico (ES) a ser submetido em cada tratamento sendo: ES1 (100%CH), sem estresse hídrico; ES2 (80%CH); ES3(60%CH); ES4(40%CH) e ES5(20%CH).

A avaliação da variável área foliar (AF) das mudas de Mulungu foram realizadas aos 120 dias após a semeadura (DAS). Para a área foliar, foram medidos o comprimento e largura de três folhas, selecionadas aleatoriamente, na qual a primeira folha sendo da parte superior, a segunda da parte mediana, e a terceira da parte inferior da copa, de acordo com Lima (2013), aferindo assim o comprimento e largura médias. Para estimativa desta variável foi aplicada a Equação 1 para a espécie Mulungu, segundo Ribeiro et al. (2021).

$$Y=1,4755*X \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: Y - área da folha, cm²; e X - área correspondente ao produto do comprimento (C) pela largura (L) da folha, cm².

Aos 120 DAS foi realizado análise destrutiva, na qual a parte aérea foi colocada em estufa, após secas, foi aplicada a metodologia para calcular a área foliar da espécie florestal, fotografando cada folha e com as imagens obtidas utilizou-se o software Image J para determinar a área total, Martin et al

(2020), tendo como referência o comprimento de 8 cm no momento do registro da imagem, como se observa na Figura 1.



Figura 1. Registro fotográfico de folha do Mulungu para análise da área foliar no Software Image J.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 estresses hídricos ES1 (100%CH), sem estresse hídrico; ES2 (80%CH); ES3 (60%CH); ES4 (40%CH) e ES5 (20%CH)] e duas metodologias de determinação de área foliar (DAF1- determinação com equação; DAF2- determinação por software), com 3 repetições e duas plantas por repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019), com análise de regressão polinomial linear e quadrática, com ajuste de curvas representativas para cada uma das características avaliadas.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, nota-se que a fonte de variação Determinação da área foliar (DAF) e o Estresse hídrico (ES) apresentam significância estatística em nível de 1%, enquanto ao captar a imagem das folhas desidratadas, verifica-se que não apresenta efeito estatístico.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a determinação da área foliar com metodologias diferentes

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
		AF
DAF	1	88,26**
Estresse hídrico (ES)	4	12,62**
Regressão linear		37,9**
Regressão quadrática		3,4 ^{ns}
Desvio da regressão		4,5 ^{ns}
DAF*ES	4	3,7**
Resíduo	50	1,47
CV(%)		17,19

** : significativo ($P < 0,01$); *significativo ($P < 0,05$); ns: não significativo; C.V.: coeficiente de variação. AF1(área foliar calculada pela equação-cm²); AF2 área foliar determinada pelo Image J-cm²);1 Transformação Raiz quadrada de $Y + 0.5 - \text{SQRT}(Y + 0.5)$.

Em estudo semelhante, Herculano et al. (2022) analisando a influência do estresse hídrico na produção de mudas de espécie florestal da caatinga, também verificaram a área foliar aos 120 DAS estatisticamente significativos a 1%. Sabendo que a AF é um dos fatores determinantes para um desenvolvimento satisfatório da planta, visto que é nas folhas onde se encontra a produção dos fotoassimilados, segundo Lima et al. (2016), é de grande importância conhecer a AF tendo em vista práticas culturais como densidade de plantio, adubação, entre outros (RIANÕ et al., 2004).

Na Figura 2, observa-se que as plantas submetidas a 60% de seu consumo hídrico apresentam média de área foliar superior de 42 cm² ao comparar com o ES de 80% CH, resultando em redução de aproximadamente 6,2 cm². No entanto, sem estresse hídrico (ES1), ou seja, aplicando 100% de sua necessidade hídrica, com área foliar superior a 50 cm², assim nota-se que até os 120 DAS esta espécie tem sensibilidade ao estresse hídrico na época de formação de mudas, com menores áreas relacionadas aos maiores estresses hídricos que foram submetidas.

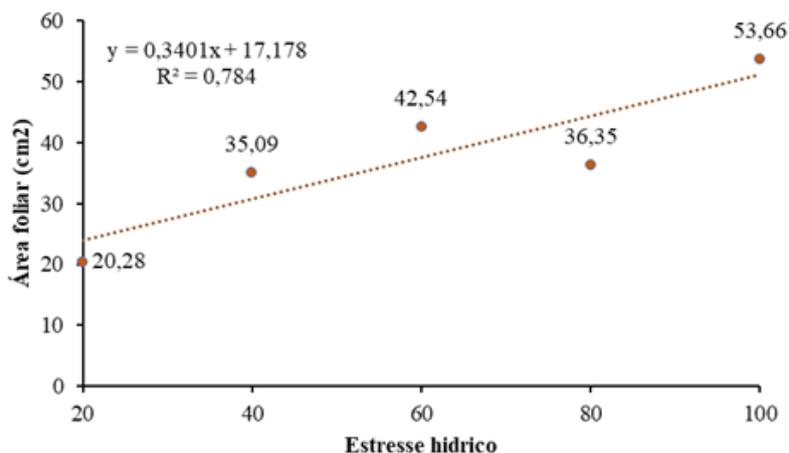


Figura 2. Área foliar média de acordo com o estresse hídrico ao qual foi submetido a espécie florestal Mulungu.

Além de constatada a diminuição da área foliar como consequência da diminuição do consumo ideal para o desenvolvimento das plantas, ou seja, em estresse hídrico, o fechamento dos estômatos o acúmulo de solutos e antioxidantes também serão reduzidos devido à escassez de água (SILVA et al., 2002). Por tanto, é comum que nessa condição também seja constatado o aceleração da senescência e abscisão das folhas, tal como abordado por Taiz e Zeiger (2017) sobre fisiologia de plantas.

Tanto a escassez quando o excesso de água no solo prejudica o desenvolvimento das plantas. O primeiro fecha os estômatos das folhas e acumula solutos e antioxidantes, o que pode ocasionar o aceleração da senescência e perda de outras partes da espécie; já o segundo, prejudica o

desenvolvimento das raízes que não conseguem absorver toda a água acumulada no solo, além de reduzir a fixação de nitrogênio na parte aérea (CORREA, 2021).

Na produção de mudas de Ipê-amarelo submetidas a diferentes regimes hídricos, Souza et al. (2018) afirmam que, a área foliar seria afetada negativamente se as plantas tivessem sido submetidas a um maior intervalo de tempo sob estresse hídrico, o que foi averiguado no presente estudo para o Mulungu sob déficit hídrico de 120 dias, em vez de 10 dias apenas como o estudo realizado pelo autor supracitado.

Ao avaliar de forma não destrutiva a área foliar da planta, estando turgida suas células, assim na Figura 3, averigua que as maiores médias foram obtidas ao aplicar a DAF1 com área foliar em cerca de 53 cm², enquanto que, ao fazer a determinação da área foliar após processo de secagem, observa-se que há redução de área, devido a perda de água. Dessa maneira, recomenda-se aplicar a determinação da área foliar pelo método da equação, com aferição de suas medidas.

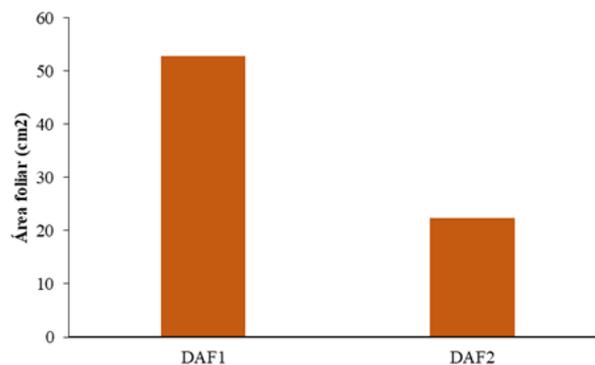


Figura 3. Determinação de Área foliar média de acordo com o estresse hídrico ao qual foi submetido a espécie florestal Mulungu.

Quando relaciona o tipo de determinação com o estresse hídrico, observa-se na Figura 4 que a DAF1 apresenta valores superiores em relação a DAF2, devido a remoção do conteúdo de água das folhas, e o estresse hídrico (ES5), ou seja, a menor disponibilidade hídrica a planta, tem menores áreas foliares.

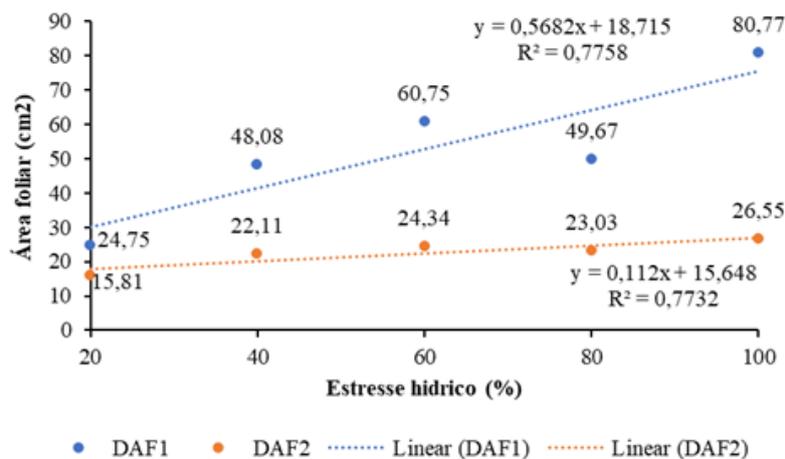


Figura 4. Interação do DAF com ES da espécie florestal Mulungu.

Apesar do ES2, ter uma redução hídrica de apenas 20%, aplicando uma irrigação de 80% do CH, apresenta menor valor de DAF1, comparando com ES1 e ES3, porém esta diferença não é percebida na DAF2, no qual é crescente a área foliar de acordo com a redução do estresse hídrico. O tratamento em que as plantas mostram maior perda de área foliar é o ES5 (20%CH), seguido do ES4 (40%CH), ES2 (80%CH), ES3 (60%CH) e, da testemunha ES1 (100%CH). Dessa forma, o mais próximo da testemunha, ou seja, aquele tratamento que não apresenta estresse hídrico, é o tratamento de 60% de estresse hídrico. O que confirma, que tanto a falta, quanto o excesso de água, pode ser prejudicial para as plantas, nesse caso a espécie *Erythrina velutina*.

Conclusão

O experimento foi relevante para compreender as duas técnicas aplicadas no cálculo da área foliar do Mulungu, possibilitando analisar o estresse hídrico nos diversos tratamentos. Com base nos resultados, pôde-se concluir que a diminuição do consumo ideal de água nas plantas de Mulungu provocou a diminuição da área foliar.

No que diz respeito às técnicas utilizadas, o método de determinação com equação (DAF1) foi considerada ideal para ser aplicado, sem realizar a destruição do material. Sendo assim, é recomendável realizar a determinação de área foliar por esse método aferindo as medidas das folhas, compreendendo que no método determinação da área foliar há uma redução de área após processo de secagem devido à perda de água.

Referências

- ACCIOLY, L. J. DE O. Degradação do solo e desertificação no nordeste do Brasil. Boletim Informativo, SBSCS, v.1, n.25, p.23-25, 2000.
- ARAUJO JÚNIOR, G. do N. et al. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. Pubvet, v.13, n.1, p.1-10, 2019.



- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. v. 3. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.
- CORREA, A. P. Comportamento de plantas forrageiras submetidas à deficiência hídrica e seus mitigadores. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Instituto da Saúde e Produção Animal. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2021.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um sistema de análise de computador para efeitos fixos projetos de tipo de partida dividida. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- FERREIRA, M. B. et al. Avaliação ergonômica em atividades de viveiro florestal no município de Patos-Paraíba/Ergonomic evaluation in nursery forest activities in the municipality of Patos-Paraíba. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.10, p.20261-20279, 2019.
- HERCULANO, É. V. A. et al. Crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth submetida a diferentes níveis de irrigação. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.15, n.2, p.913-925, 2022.
- LIMA, L. K. S. et al. Desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong em diferentes substratos alternativos. *Revista Biociências*, v.22, n.1, p.24-38, 2016.
- LIMA, G. S. Deficiência hídrica em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produção de massa e parâmetros bioquímicos. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Agronomia). Faculdade de Ciência Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Botucatu, 2013.
- MARTIN, T. N. et al. ImageJ software as an alternative method for estimating leaf area in oats. *Acta Agronômica*, v.69, n.3, p.162-169, 2020.
- MENDES, R. M. de S.; LUCENA, E. M. P. de; MEDEIROS, J. B. L. de P. Princípios de fisiologia vegetal. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.
- MORAES, L. et al. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. *Revista Brasileira de Biociências*, v.11, n.4, p.381-387, 2013.
- MOURA, R. G.; BORDINI, M. C. P. Mecanismos de adaptação das árvores à deficiência hídrica. 2012.
- RIANÕ, H. N. M. et al. Acumulación de materia seca y extracción de nutrientes por *Coffea arábica* L. cv. Colombia en tres localidades de la zona cafetera central. *Cenicafé*, v.55, n.4, p.265-276, 2004.
- SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.24, n.5, p.1363-1368, 2002.
- SILVA, V. F. et al. Production of chili pepper under organic fertilization and irrigation with treated wastewater. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.23, n.2, p.84-89, 2019.
- SILVEIRA, H. R. D. O. et al. Relações entre índices de reflectância foliares e potencial hídrico de cafeeiro irrigado e de sequeiro. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 9, 2015, Curitiba. Anais... Curitiba, 2015.



SOUZA, N. da S. et al. Crescimento e desenvolvimento de plantas jovens de Ipê-amarelo submetidas a diferentes regimes hídricos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, n.7, p.3108-3117, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UFERSA. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mulungu: informações gerais. Disponível em: <https://projetoatinga.ufersa.edu.br/informacoes-gerais-mulungu/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ESTRESSE HÍDRICO NO PROCESSO DE GERMINAÇÃO EM MIMOSA CAESALPINIIFOLIA BENTH E ERYTHRINA VELUTINA WILLD

Bruno Ligier Barreiro de Araújo

Graduando em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Campina Grande, brunoligier15@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/9072702215731433>

Viviane Farias Silva

Dr. Prof. Adjunta, UFCG, Patos-PB, Viviane.farias@ufcg.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-5891-0328>

Naelza de Araújo Wanderley

Prof^a. Dr^a. Universidade Federal de Campina Grande, naelzanobrega@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/3611928212835405>

Igo Marinho Serafim Borges

Mestrando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, igomarinho27@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/7753981334675987>

Paulo Roberto Megna Francisco

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

 <https://orcid.org/0000-0002-5062-5434>

Introdução

O Bioma Caatinga, de extensão territorial importante, sendo o único e exclusivamente brasileiro (FREIRE et al., 2020), tem sofrido degradação constante devido ao uso desordenado e predatório (BEZERRA et al., 2014). Segundo Alvarez e Oliveira (2013), esse bioma é considerado o terceiro mais degradado do Brasil, com 51% de área alterada pela ação humana.



Uma das maneiras de conservar os recursos florestais é através da produção de mudas de qualidade, como afirmam Rebouças et al. (2018), além de ser uma forma de interação das atividades econômicas, sociais e ambientais. Portanto, há necessidade de se obter mudas nativas com características desejáveis e com resistência às condições adversas, que resultem em espécies florestais vigorosas (CALDEIRA et al., 2013; LIMA FILHO et al., 2019). Diversos fatores podem interferir na qualidade das mudas produzidas, entre eles, o manejo da irrigação e tipo de substrato (ANDRADE et al., 2015).

A irrigação é uma alternativa viável na melhoria da produtividade, consistindo em proporcionar água à planta de forma a suprir a exigência hídrica durante o ciclo da cultura (SANTANA et al., 2009). Gomes et al. (2010) afirmaram que, deve-se utilizar níveis de água baseados nas reais necessidades hídricas demandadas pelas condições de cultivo.

Logo, devem-se evitar excessos ou escassez de água para a obtenção de maior eficiência das culturas, o que é fundamental ao manejo de irrigação, segundo Delgado (2018), os próprios trabalhadores dos viveiros teriam condições eficientes de executar a irrigação, diminuindo os desperdícios, para mudas de espécies nativas.

Assim, é necessária a determinação do volume de água de irrigação para alcançar a eficiência de uso da água, com quantidade suficiente para suprir as necessidades hídricas das mudas, proporcionando qualidade às mudas florestais e a redução do desperdício e economia de água. O uso eficiente da água de irrigação minimiza as perdas e supre a necessidade hídrica da cultura no momento adequado, assim o manejo da irrigação deve ser realizado de forma correta, para que a planta possa gastar toda sua energia no seu crescimento, resultando em mudas de qualidade (KLAR et al., 2015).

Paralelo a esse fato, a utilização de substratos orgânicos, como o esterco caprino, é de grande importância para obtenção de mudas com maior qualidade e com menor custo. A utilização de resíduos orgânicos como substrato para produção de mudas de espécies florestais nativas, geralmente, é uma alternativa viável, visto que, normalmente são ricos em nutrientes e são produzidos em grande quantidade (QUINTANA et al., 2009).

Segundo Barbosa et al. (2018), o substrato é definido como a matéria-prima que auxilia o solo no cultivo, servindo de suporte para as mudas e ancoragem para as raízes, possibilitando o fornecimento de quantidades equilibradas de ar, água e nutrientes. Os substratos podem ser orgânicos ou minerais (KAMPF, 2008), sendo que os materiais orgânicos têm origem em resíduos vegetais, sujeitos à decomposição, assim como o esterco bovino e caprino, entre outros.

Desse modo, a fase de germinação das sementes é determinante para a produção de mudas de espécies nativas da Caatinga, como o Mulungu e o Sabiá, é essencial, em razão de sua demanda para o uso no reflorestamento e recomposição de áreas degradadas situadas nesse bioma. Sendo que, a



qualidade das mudas é fundamental para o sucesso de povoamentos florestais, motivo pelo qual se busca produzir mudas em quantidade e com qualidade (BARBOSA et al., 2019).

É perceptível que este trabalho contribuirá com a produção de mudas nativas vigorosas, com características desejáveis e resistentes às condições adversas características do semiárido, de forma econômica e eficaz, por meio do uso correto de lâminas de irrigação. Vale salientar que, os resultados alcançados com esse trabalho têm potencial para servir como orientação para os discentes e produtores rurais que objetivam produzir mudas nativas da Caatinga com qualidade, além do Mulungu e do Sabiá, a fim de utilizá-las na conservação de recursos florestais e na recuperação de áreas degradadas situadas nesse bioma.

Nesse contexto a presente pesquisa objetiva determinar o efeito do estresse hídrico na germinação das mudas de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*) e Mulungu (*Erythrina velutina Willd*).

Material e Métodos

Localização do experimento

O experimento foi efetuado no viveiro florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos-Paraíba, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, com altitude média de 250 m. A classificação climática da região, segundo Köppen (1996) citado por Álvares et al. (2014), é BSh, semiárido, com temperaturas médias anuais superiores a 25°C, média anual de pluviosidade inferior a 1.000mm com a distribuição das chuvas irregulares e média de 65,9% na umidade relativa do ar. A localização geográfica do campus Patos fica situada nas seguintes coordenadas geográficas de 7°01'00" S e 37°17'00" W (FERREIRA et al., 2019).

As sementes da espécie Sabiá foram coletadas de matrizes existentes na UFCG, Campus de Patos-PB. E as sementes de Mulungu foram coletadas de matrizes no município de Várzea-PB. Antes de realizar a semeadura, as sementes foram submetidas a tratamento pré-germinativo para a quebra de dormência, nas sementes de Sabiá foi realizado o desponte na região oposta à micrópila (HERCULANO et al., 2021). Enquanto nas sementes de Mulungu realizou-se a escarificação mecânica na extremidade oposta ao hilo com lixa de madeira (SIQUEIRA et al., 2017).

Para o preparo das mudas foi utilizada a semeadura direta de 3 sementes por garrafa PET, cortadas ao meio, com capacidade de 2 litros, contendo o substrato orgânico esterco caprino, acompanhando a germinação até 15 dias após a semeadura (DAS), assim, foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por garrafa, que apresentou maior vigor. O esterco caprino foi obtido na fazenda experimental do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da UFCG e foi realizada análise química do substrato no Laboratório de Solos e Águas (LASAG) do CSTR/UFCG, conforme Tabela 1. O substrato foi preparado na proporção de 2:1 (solo: esterco caprino), sendo peneirado para homogeneizar a

mistura do substrato, salientando que o fundo dos recipientes foi preenchido com brita para facilitar a drenagem.

Tabela 1. Análise química do substrato orgânico utilizado no experimento

pH	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	mg.dm ⁻³			cmolc dm ⁻³				%
7,7	71,1	5,5	2,0	4,62	1,30	0,80	14,2	94,40

Até os 15 dias após a semeadura (DAS), foram mensurados diariamente: a porcentagem de germinação (PG), o tempo médio (TM) e velocidade média (VM) de germinação, segundo Labouriau e Valadares (1976), e o Índice de Velocidade de Emergência (IVG) foi determinado conforme a metodologia de Maguire (1962).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 níveis de estresse hídrico (EH), EH1 (100% da necessidade hídrica, NH) sem estresse, EH2 (70% NH), EH3 (40% NH) e duas espécies florestais (Sabiá e Mulungu), com 5 repetições, duas plantas por repetição, totalizando 60 unidades experimentais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019) e quando significativo foi feita comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Resultados e Discussão

Foram constatadas como estatisticamente significativas as variáveis porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de germinação (IVG) ao nível de 1% de significância para a fonte de variação espécie (E). Para o tempo médio de germinação (TM) e velocidade média de germinação (VM) os resultados obtidos foram não significativos para todas as fontes de variação, Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a porcentagem de germinação

Fonte de variação	Quadrado Médio				
	GL	PG ¹	IVG ¹	TM	VM
Estresse hídrico (EH)	2	2,75 ^{ns}	0,104 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
Espécies (E)	1	33,70 ^{**}	1,02 ^{**}	0,48 ^{ns}	0,00005 ^{ns}
EH*E	2	2,89 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,000011 ^{ns}
Resíduo		1,88	0,07	0,36	0,000023
CV(%)		24,19	15,91	5,60	5,21

ns: não significativo; **: significativo (P<0,01); C.V.: coeficiente de variação. PG (porcentagem de germinação-%); IVG (índice de velocidade de germinação-germinação/dia); TM (tempo médio de germinação-dias); VM (velocidade média de germinação-dias-1). 1: Transformação raiz quadrada de Y+ 1,0 - SQRT (Y + 1,0).

Os resultados observados demonstram que a irrigação com 100, 70 e 40% da necessidade hídrica (NH) das espécies não influencia na germinação das mesmas, sendo que a fonte de variação é significativa apenas para o fator espécie quando avaliado o PG e o IVG, no qual foi aplicado o teste de Tukey para a comparação das médias.

Realizado o teste de Tukey para a porcentagem de germinação, constata-se que a média da porcentagem de germinação da espécie Mulungu é superior à média da porcentagem de germinação da espécie Sabiá, após 15 dias da realização da semeadura, Figura 1.

Em pesquisa realizada por Shibata et al. (2016), foi verificado o potencial germinativo de sementes de *Mimosa flocculosa* em diferentes temperaturas e substratos, constatando que, a média de germinação foi de 43% com uso de areia e 42% utilizando papel, esses valores são semelhantes a média da PG das sementes de Mulungu observada nesse trabalho com valores de 45%, porém inferiores a média da PG das sementes de Sabiá de 25%.

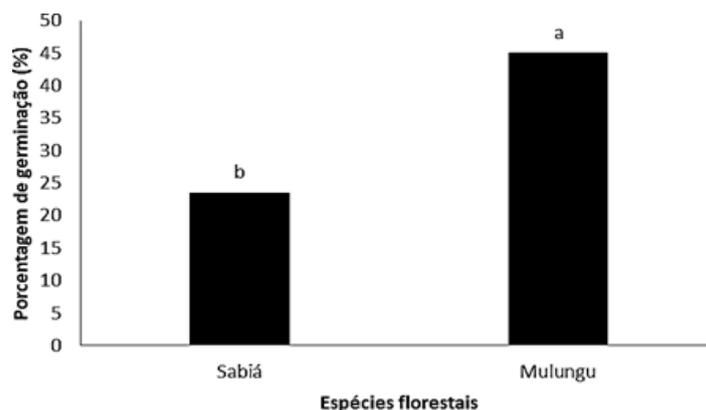


Figura 1. Valores médios da porcentagem de germinação para as espécies florestais *Mimosa caesalpinifolia* Benth (Sabiá) e *Erythrina velutina* Willd (Mulungu), submetidas a estresse hídrico.

Médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, quando diferem, a é maior média e c é a menor média, nessa ordem.

Analisando a germinação de espécies florestais da Caatinga (Trapiá, Violete e Coronha) em solo Neossolo, Gonçalves et al. (2020) observaram um valor médio de porcentagem de germinação de 69,33% aos 30 dias após a semeadura (DAS), resultado superior aos obtidos nesta pesquisa para as sementes de Mulungu e Sabiá aos 15 DAS.

As sementes necessitam de umidade, dessa forma a quantidade de água ofertada afeta diretamente na germinação, sendo este recurso natural fundamental para a ocorrência de processos fisiológicos a exemplo da germinação (JACINTO et al., 2014).

Para cada espécie existe um valor específico de quantidade de água necessária para que a germinação ocorra, dessa forma, sendo menor que o necessário a germinação pode não acontecer (AZEREDO et al., 2016).

Na Figura 2, nota-se que a média do índice de velocidade de germinação para a espécie Mulungu é de 2,64 sementes germinadas por dia, sendo superior à média do índice de velocidade de germinação para a espécie Sabiá com 1,48 sementes germinadas por dia, quando realizado a comparação das médias.

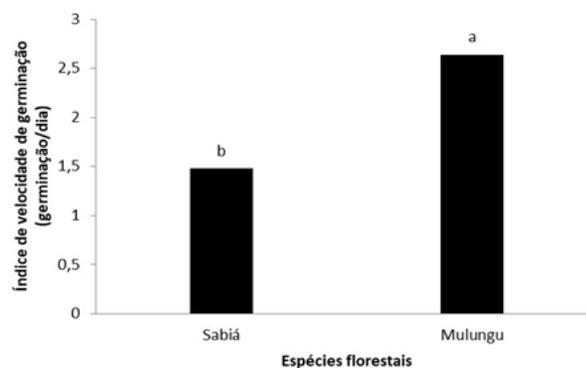


Figura 2. Valores médios do índice de velocidade de germinação para as espécies florestais *Mimosa caesalpiniiifolia Benth* (Sabiá) e *Erythrina velutina Willd* (Mulungu), submetidas a estresse hídrico.

Médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, quando diferem, a é maior média e c é a menor média, nessa ordem.

Herculano et al. (2021), ao submeterem sementes de Sabiá a 100% da NH dessa espécie, observaram um valor médio para o índice de velocidade de germinação de 1,1 germinação por dia, resultado semelhante a média do IVG para as sementes de Sabiá observadas nesta pesquisa de 1,4 germinação por dia.

Em contraste, Shibata et al. (2016) observaram valor médio para o índice de velocidade de germinação de sementes de *Mimosa flocculosa*, ao utilizar papel como substrato, de 3,75 germinação por dia, resultado divergente aos obtidos neste estudo. Resultado inferior ao IVG do Mulungu foi obtido na pesquisa realizada por Gonçalves et al. (2020) com três espécies florestais da Caatinga (Trapiá, Violeta e Coronha), com maior média de 1,93 germinação por dia quando utilizado Planossolo e a espécie Coronha (*Vachellia farnesiana*).

O índice de velocidade de germinação é um atributo essencial que pode proporcionar um benefício competitivo às sementes, sendo que espécies com maior IVG podem ter vantagens, como germinar em condições adversas e se estabelecer (JIMÉNEZ-ALFARO et al., 2016).

Segundo Martins et al. (2014), espécies que têm a capacidade de germinação das sementes em condições de estresses abióticos, a exemplo do estresse hídrico, apresentam vantagens ecológicas em



relação a outras mais sensíveis, como estabelecimento das plântulas, maior uniformidade e a sua capacidade de sobreviver as adversidades, sendo assim, o IVG se configura numa medida importante para o sucesso na produção de mudas com qualidade.

Aumentar a umidade do solo não resultou em benefícios na germinação do Sabiá e do Mulungu, de forma que as diferenças observadas para os parâmetros de PG e IVG podem ser consequências de características intrínsecas do metabolismo das sementes das espécies pesquisadas, sendo viável a irrigação com menor volume de água.

Conclusão

Na época de semeadura recomenda-se aplicar a irrigação com 40% da NH, desde a semeadura até 15 dias após a semeadura (DAS), proporcionando uma redução de 60% no uso da água de irrigação, para as espécies florestais *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *Erythrina velutina* (Mulungu);

Nesta fase as espécies possuem pouca necessidade hídrica para a realização do processo germinativo, com baixa sensibilidade ao estresse hídrico.

Referências

- ÁLVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. Manejo da Caatinga é essencial ao desenvolvimento do Semiárido. Portal Dia de Campo. Artigos Especiais, 2013.
- ANDRADE, F. R.; PETTER, F. A.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; GONÇALVES, L. G. V.; SCHOSSLER, T. R.; NÓBREGA, J. C. A. Formulação de substratos alternativos na formação inicial de mudas de Ingazeiro. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.14, n.4, p.234-239, 2015.
- AZERÊDO, G. A. D.; PAULA, R. C. D.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. *Ciência Florestal*, v.26, n.1, p.193-202, 2016.
- BARBOSA, J. R. L.; RIGON, F.; CONTE, A. M.; SATO, A. Caracterização de atributos físicos de substratos para fins de produção de mudas. *Revista Cultivando o Saber*, v.11, n.1, p.12-23, 2018.
- BARBOSA, M. L.; COTA, D. L. S.; FIGUEIREDO, L. H. A.; FOGAÇA, C. A. Qualidade de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart.ex DC.) Mattos produzidas em diferentes substratos e condições de irrigação. *Revista Intercambio*, v.15, n.1, p.59-71, 2019.
- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.1, p.73-84, 2014.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELENA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, v.37, n.1, p.31-39, 2013.



- DELGADO, L. G. M. Influência do ângulo foliar na qualidade de mudas nativas cultivadas sob diferentes manejos hídricos. 86f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Faculdade de Ciências Agrônomicas. UNESP. Botucatu, 2018.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um sistema de análise de computador para efeitos fixos projetos de tipo de partida dividida. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- FERREIRA, M. B. et al. Avaliação ergonômica em atividades de viveiro florestal no município de Patos-Paraíba. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.10, p.20261-20279, 2019.
- FREIRE, N. C. F.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B.; PACHECO, A. P. Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.5, p.24773-24781, 2020.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.
- GONÇALVES, M. D. P. M.; FELICIANO, A. L. P.; PAULA SILVA, A.; DA SILVA, L. B.; SILVA, K. M.; SILVA JÚNIOR, F. S.; SILVA, M. I. O. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.1, p.1216-1226, 2020.
- HERCULANO, E. V. A.; SILVA, V. F.; RIBEIRO, I. R.; MARTINS, W. A.; FARIAS JÚNIOR, J. A.; SANTOS, V. M.; MENDONÇA, L. F. M. Influencia hídrica na germinação de sementes da espécie florestal *Mimosa Caesalpinifolia Benth.* *Research Society and Development*, v.10, n.8, e37310817431, 2021.
- JACINTO, J. T. D.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S. Influência do substrato e do teor de água sobre a germinação de sementes de soja. *Journal of Neotropical Agriculture*, v.1, n.1, p.97-102, 2014.
- JIMÉNEZ-ALFARO, B.; SILVEIRA, F. A.; FIDELIS, A.; POSCHLOD, P.; COMMANDER, L. E. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*, v.27, n.1, p.637-645, 2016.
- KAMPF, A. N. Materiais regionais como alternativa ao substrato. In: *Encontronacional sobre Substratos para Plantas*, 6, 2018, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018.
- KLAR, A. E.; PUTTI, F. F.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SILVA JÚNIOR, J. F.; CREMASCO, C. P. The effects of different irrigation depths on radish crops. *Irriga*, ed. esp., p.150-159, 2015.
- LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. D. S.; ABREU, A. H. M. D.; SILVA, E. V. D.; FONSECA, A. C. D. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o bio-sólido como substrato. *Ciência Florestal*, v.29, n.1, p.27-39, 2019.
- LIMA, G. S. Deficiência hídrica em plantas de pimentão (*Capsicum annun L*) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produção de massa e parâmetros bioquímicos. 72 f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas. UNESP. Botucatu, 2013.
- MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Scienc*, v.2, n.2, p.176-177, 1962.



- MARTINS C. C.; PEREIRA M. R. R.; LOPES M. T. G. Germinação de sementes de eucalipto sob estresse hídrico e salino. *Bioscience Journal*, v.30, n.1, p.318-329, 2014.
- OLIVEIRA, M. K. T.; DOMBROSKI, J. L. D.; MEDEIROS, R. C. A.; MEDEIROS, A. S. Desenvolvimento inicial de *Erythrina velutina* sob restrição hídrica. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.36, n.88, p.481-488, 2016.
- QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S.; MELO, W. J. Valor agregado ao lodo de esgoto. *Revista Energia na Agricultura*, v.24, n.1, p.121-129, 2009.
- REBOUÇAS, J. R. L.; NETO, M. F.; DIAS, N. da S.; GOMES, J. W. S.; SOUSA, G. C.; QUEIROZ, I. S. R. Qualidade de mudas de Sabiá irrigadas com efluente doméstico. *Revista Floresta*, v.48, n.2, p.173-182, 2018.
- RIBEIRO, J. E. S. Área foliar de *Erythrina velutina* Wild. (FABACEAE) usando equações alométricas. *Florestal*, v.52, n.1, p.93-102, 2021.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.2, p.532-538, 2009.
- SHIBATA, M.; PAVELSKI, L. G.; MIRANDA, L.; OLIVEIRA, L. M. Germinação de sementes de *Mimosa flocculosa*. *Magistra*, v.28, n.1, p.131-136, 2016.
- SIQUEIRA, J. V. G.; BARROSA, J. P. A.; ARAÚJO, Y. P.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B. Tratamentos pré-germinativos em sementes de espécies da Caatinga. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v.2, n.4, p.499-508, 2017.
- SOUZA NETO, A. G. Avaliação da área foliar de cinco espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano. 30f. Monografia (Conclusão do Curso de Engenharia Florestal). Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2009.

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE ITAPORANGA-PB

Jeremias Souza Peruzzo

Engenheiro Agrônomo, jeremiasperuzzo@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2677-4760>

Haile Silvino Guimarães

Engenheiro Agrônomo, hailesguimaraes@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7282-3127>

Guttemberg da Silva Silvino

Professor Associado, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, guttembergs@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9199-2732>

João Pedro Chaves da Silva Rodrigues

Engenheiro Agrônomo, joaopedro.csr@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8215-1181>

Fabiana Donato Soares Lisboa

Mestre em Ciência do Solo, CCA/DSER/PPGCS, fdslisboa@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7413-7451>

Maurício Javier De León

Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, mjleon@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9084-2751>

Introdução

O contexto ambiental atual no qual o planeta se encontra, necessita de uma certa atenção no intuito de criar alternativas para a conservação dos recursos hídricos, no Brasil o cenário não é



diferente, o país sofre cada vez mais com a crise hídrica, resultado do desperdício e má gestão de tal recurso (TUGOZ et al., 2017). De certa forma, observa-se um país que dá prioridade ao crescimento econômico, visto que, ainda existe um sistema educacional precário e sem muitos investimentos no desenvolvimento novas tecnologias, o resultado disso são sérios problemas e negligências quando o assunto é a conservação do meio ambiente (ECKERT et al., 2015).

As discussões ambientais são atualmente amplamente evidenciadas no mundo contemporâneo, e sua análise e compreensão requerem ponderação sobre os valores e ideais humanos adotados até o momento, sobretudo no que diz respeito à relação homem/natureza, que atualmente é uma das maiores preocupações dos planejadores e gestores ambientais (FLORENCIO, 2011).

O Brasil é conhecido pelo seu extenso território, o que dificulta a gestão dos seus recursos ambientais, com as bacias hidrográficas não é diferente, pois apresentam uma certa dificuldade na gestão pelo fato de serem extensas. Sendo assim, para análise e diagnóstico ambiental de grandes áreas, várias técnicas já foram estudadas, destacando-se a utilização de geotecnologias (COSTA FILHO et al., 2007). O que torna ainda mais interessante e importante o uso delas para a gestão ambiental, visto que, bacias hidrográficas apresentam grandes dimensões, complexidade e altos custos para operacionalização em campo (BOLFE et al., 2004). Nesse contexto, observa-se nas geotecnologias uma alternativa para o monitoramento e auxílio na gestão de recursos hídricos, possibilitado o desenvolvimento de estratégias com a finalidade de permitir o uso adequado e sustentável das bacias hidrográficas (CASTRO et al., 2018).

Diversos impactos podem ser observados como consequência da ação antrópica sem medidas, como o uso desordenado do solo e a retirada da vegetação. Para o conhecimento do meio físico da bacia hidrográfica o geoprocessamento se torna um aliado, pois através de informações cartográficas e de imagens de satélite pode se obter informações referentes ao diagnóstico do meio físico de uma bacia hidrográfica, assim como é possível analisar riscos ambientais e fazer planejamentos para uso apropriado dessas áreas (CASTRO et al., 2018).

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica tem como objetivo elucidar questões sobre o entendimento das suas dinâmicas local e regional, apoiando o gerenciamento dos recursos hídricos, sendo um dos principais procedimentos executados em análises hidrológicas e ambientais (SANTOS et al., 2012; FERRARI et al., 2013).

A bacia hidrográfica do rio Piancó mantém sua capacidade hídrica através do armazenamento de aproximadamente 1.846.126.108 m³, por meio de 27 importantes reservatórios. Entre estes, está o açude Cachoeira dos Alves, localizado no município de Itaporanga-PB com capacidade de armazenamento de aproximadamente 10 milhões de m³. O referido manancial é responsável pelo abastecimento do município de Itaporanga, bem como da estação de Piscicultura localizada à jusante do mesmo açude (AESAs, 2021).

O município é representativo com a sua rede de drenagem que compõe parte da bacia hidrográfica do rio Piancó. Portanto, o objetivo do trabalho é realizar a caracterização morfométrica das microbacias hidrográficas inseridas no município de Itaporanga-PB, com auxílio das ferramentas de geoprocessamento visando o uso sustentável dos recursos naturais, no sentido de auxiliar a tomada de decisão.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo (Figura 1) localiza-se na região metropolitana do Vale do Piancó, inserida na bacia hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açú, limitada ao sul com os municípios de Boa Ventura, Diamante e Pedra Branca; a Oeste, com São José de Caiana; a Norte, com Aguiar e Igaracy; a Nordeste, com Piancó; e a Leste, com Santana dos Garrotes, todos situados no Estado da Paraíba a uma distância de 420 km da capital João Pessoa. Com a população estimada de 24.653 habitantes, sendo que no último Censo foram contabilizados 23.192 habitantes, com uma densidade demográfica de 49,55 hab/km², com uma área de 468,060 km² (IBGE, 2021). De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, atualizado por Alvares et al. (2013), possui clima semiárido, com uma pluviometria anual de 876,3mm e temperatura média anual de 26,8°C.

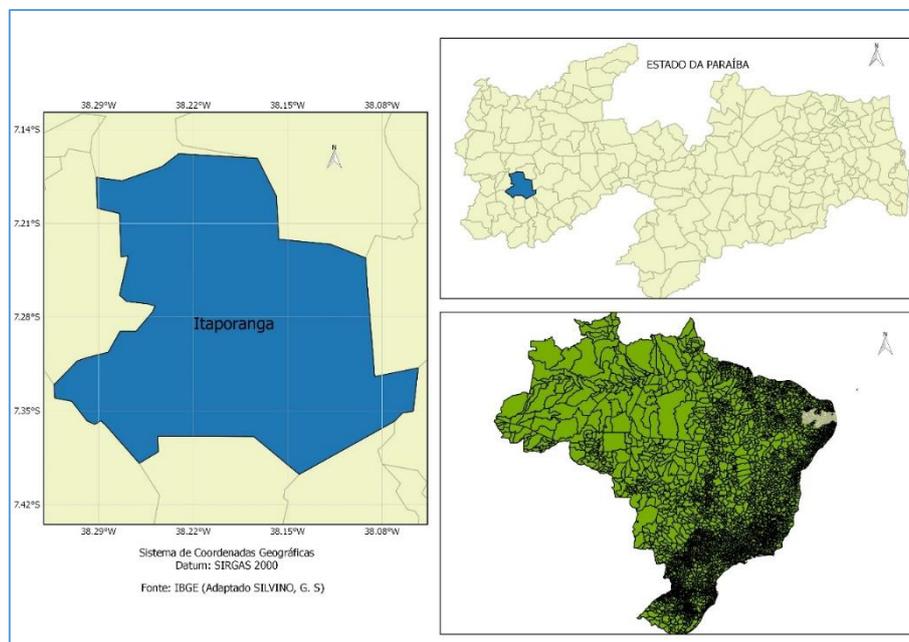


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. Fonte: adaptado de IBGE (2019).

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento (LabTGeo), no Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), localizado na cidade de Areia/Paraíba, junto a visitas em campo na Bacia Hidrográfica do Açude São Gonçalo no



município de Sousa-PB, no qual obteve as coletas. A metodologia utilizada neste trabalho foi fundamentada através do levantamento bibliográfico, utilização de imagem de satélite; suporte computacional físico (hardware) e lógico (software).

Para confecção dos mapas e extração dos dados foram utilizadas imagens de Modelo Digital de Elevação (MDE), proveniente da Missão de Topografia Radar Shuttle (SRTM), obtidas de forma gratuita na plataforma TOPODATA, com uma resolução espacial de 30 metros, referentes a localização do município de Itaporanga-PB. Na sequência foi gerado os mapas com as informações de direções de fluxo e de declividade. O procedimento de pré-processamento e análise do dado matricial foi realizado em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, QGIS, e gerados mapas de direção de fluxo, fluxo acumulado e drenagem, bem como a delimitação das referidas microbacias a partir do ponto exutório selecionado.

Para delimitação das microbacias hidrográficas da área de estudo, foi utilizada a proposta de Horton (1945), apresentada por Christofletti (1969; 1978; 1980) e Villela e Mattos (1975). A análise morfométrica das microbacias foi realizada a partir das características geométricas de relevo e da rede de drenagem. As variáveis estudadas foram baseadas nos trabalhos Santos et al. (2012), Ferrari et al. (2013) e Rocha et al. (2014).

Resultados e Discussão

A partir mapa hipsométrico (Figura 2) é possível notar que existe uma variação na altitude do município entre 200 e 700 metros, verifica-se que grande parte da área apresenta altitudes entre 200 e 400 metros, e poucas áreas acima dos 600 metros. Nesse contexto é importante salientar que altitude é um parâmetro que apresenta influência direta na quantidade de radiação que a bacia recebe, o que afeta por consequência a evapotranspiração, temperatura e precipitação do local (TONELLO et al., 2006, apud PEREIRA et al., 2015), quanto menor a altitude maior a quantidade de energia solar contribuindo assim para a maior evapotranspiração. Como pode-se observar, a maior parte do município está entre 200 e 400 metros de altitude, e apresenta pluviometria anual de 876,3 mm, abaixo do relatado por Melati e Marcuzzo (2015), que para altitudes acima dos 700 metros relatam uma pluviometria média acima dos 1500mm para as sub-bacias pertencentes a bacia do Rio Uruguai. Vale salientar que, a declividade é um dos fatores que afeta consideravelmente a velocidade do escoamento superficial (BENATTI et al., 2015).

Através da extração automática de drenagem utilizando o MDE, foi possível elaborar o mapa da rede de drenagem do município de Areia (Figura 3). No total, foram extraídos 647 riachos de primeira ordem, 297 de segunda ordem, 209 de terceira ordem, 110 de quarta ordem e 2 de quinta ordem, resultando em um total de 1.265 canais. Segundo Strahler (1952), os de primeira ordem são os menores canais, sem tributários, desde sua nascente até a confluência. Os de segunda ordem surgem

da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem. Quando há o encontro entre dois canais de segunda ordem, surge um canal de terceira ordem, que pode receber tributários de primeira como de segunda ordem. Juntos os canais somam 683 km de extensão.

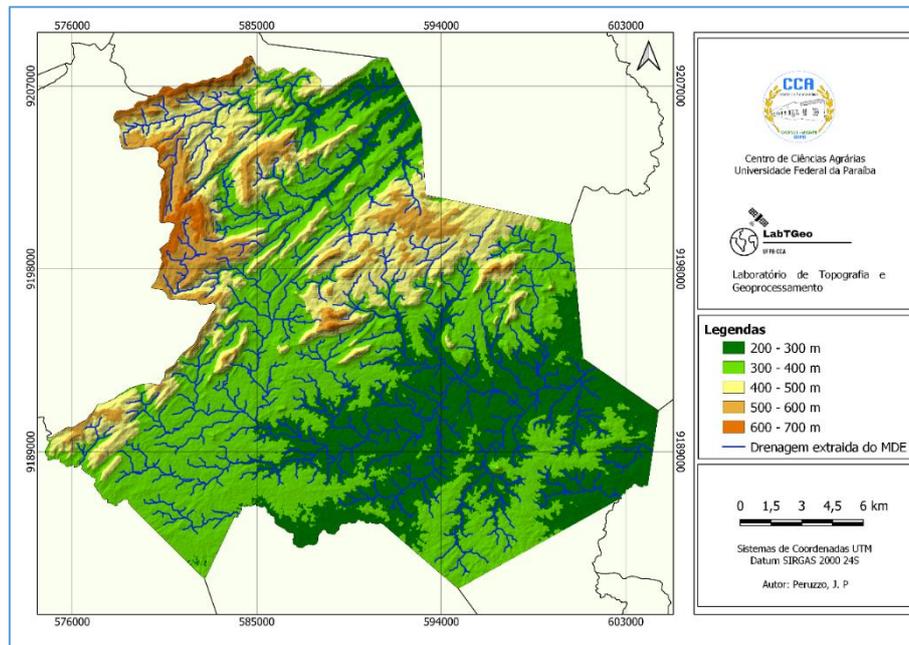


Figura 2. Mapa hipsométrico do município de Itaporanga–PB. Fonte: Peruzzo (2021).

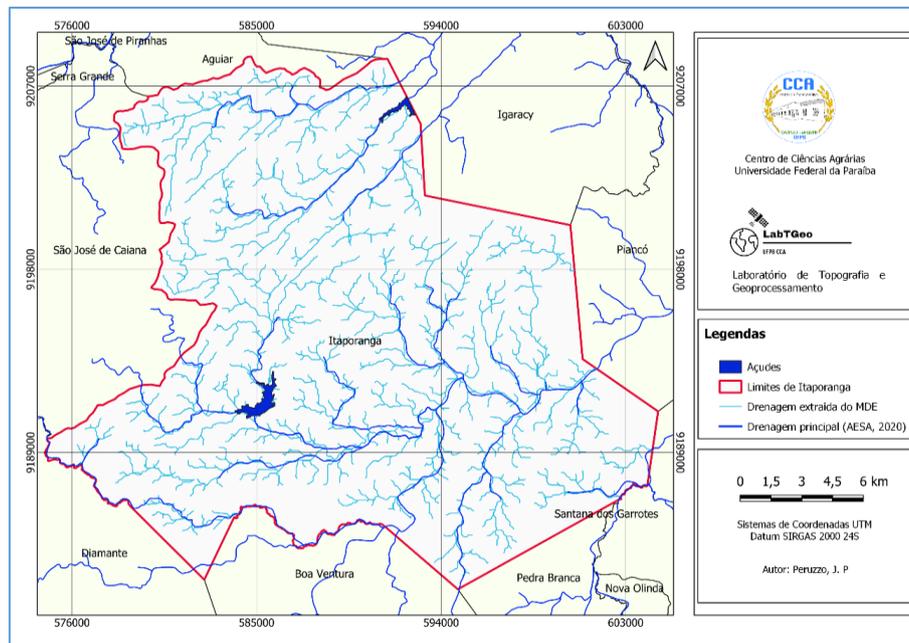


Figura 3. Mapa da rede de drenagem extraída do MDE – Itaporanga-PB. Fonte: Peruzzo (2021).

Com isso é possível afirmar que o território municipal de Itaporanga-PB detêm cerca de 5,42% de todos os canais incluídos na bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, a qual é responsável por

abastecer cerca de 845.259 habitantes, distribuídos em 100 municípios. Com esses dados gerados é possível obter o conhecimento de toda rede de drenagem do município, ressaltando novamente a relevância de tal ferramenta para gestão dos recursos hídricos municipais. Dados foram obtidos de forma semelhante por Andrade e Machado (2018), para o município de Areia-PB, onde pelo método de extração de drenagem do MDE foi possível gerar a rede de drenagem para todo o município.

A melhor forma de gerir os recursos hídricos de determinado local é pela adoção de microbacias, pelo fato de possibilitar um planejamento mais eficiente quando comparados com bacias e sub-bacias (CAVALHEIRO & VENDRUSCOLO, 2019). Pelo fato de ao captar a água da chuva, abastecer o lençol freático, disponibilizar água ao longo do ano, por meio de nascentes e uma rede de drenagem (TUCCI, 1993), e permitir de forma mais abrangente analisar os impactos das ações antrópicas na gestão dos recursos hídricos (TAMBOSI, et al., 2015).

Nesse contexto, através da extração automática foram delimitadas 19 microbacias (Figura 4), nomeadas numericamente. Na Tabela 1 apresenta-se o cálculo das variáveis morfométricas das unidades.

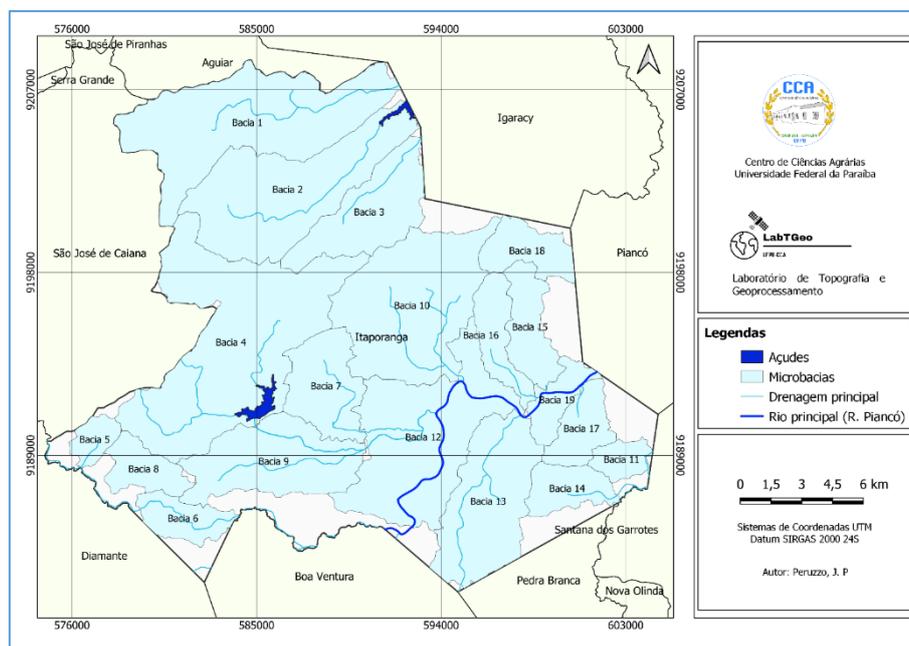


Figura 4. Microbacias hidrográficas da área de estudo – Itaporanga-PB. Fonte: Peruzzo (2021).

Pode-se observar diversidade nos dados obtidos, o que implica na necessidade de procedimentos adotados, para um maior aferimento de cada unidade, sendo de suma importância para adequar a melhor gestão a cada microbacia em específico. Situação relatada por Guimarães et al. (2019), que explica que a diversidade nos resultados é consequência da avaliação de características



próprias de cada região, justificando que esse tipo de pesquisa seja replicado quantas vezes forem necessárias, auxiliando no planejamento e manejo sustentável de bacias hidrográficas.

Nesse contexto observa-se uma variação quanto a área de cada bacia, onde a microbacia 4 ocupa 65,92 km², sendo a maior, enquanto a microbacia 5 possui a menor área com 4,12 km². O perímetro também tem uma variação de 52,61 a 8,86 km para as microbacias 4 e 5, respectivamente. Em relação a amplitude Altimétrica máxima a microbacia 1 apresenta a maior cota de 443,52 metros, enquanto a microbacia 5, a menor cota como 216 metros.

Tabela 1. Características Morfométricas das microbacias do município de Itaporanga -PB

Variáveis Morfométricas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A - Área (km ²)	48,15	41,00	20,64	65,92	4,12	7,95	15,98	7,82	26,10	42,34	4,56	43,99	29,04	8,31	10,74	9,25	8,80	9,35	6,79
P - Perímetro (km)	42,16	34,90	24,82	52,61	8,86	14,07	21,68	14,54	28,47	34,06	9,97	41,47	27,01	14,21	18,86	18,33	14,57	15,89	15,50
Ld - Comprimento total dos canais (km)	79,00	64,00	32,00	109,0	6,00	14,00	26,00	13,00	48,00	69,00	7,00	78,00	48,00	14,00	19,00	15,00	15,00	14,00	13,00
N - Total de canais de 1ª ordem	71,00	57,00	30,00	96,00	6,00	14,00	27,00	13,00	43,00	65,00	8,00	74,00	46,00	14,00	19,00	19,00	19,00	17,00	12,00
L' - Comprimento do canal principal (km)	17,55	17,66	10,31	19,66	3,10	6,70	8,80	5,26	7,57	9,98	4,31	1,41	11,48	5,62	8,63	8,31	5,03	6,66	4,71
Ev - Equivalente vetorial em linha reta (km)	13,88	14,63	8,92	13,81	2,79	5,39	7,06	4,39	6,27	8,21	3,56	1,22	9,42	4,72	6,83	7,23	4,44	5,12	4,12
P1 - Ponto mais alto da bacia	606,0	638,0	498,0	605,0	618,0	612,0	625,0	514,0	558,0	637,0	519,0	628,0	549,0	635,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
P2 - Ponto mais baixo da bacia (m)	450,0	436,0	253,0	344,0	402,0	253,0	403,0	319,0	341,0	377,0	309,0	306,0	153,0	306,0	314,0	314,0	314,0	314,0	314,0
Hm - Amplitude altimétrica máxima (m)	443,5	395,9	416,8	407,9	216,0	329,3	337,5	365,2	315,1	389,9	296,9	300,1	314,0	303,1	332,9	341,4	303,2	385,0	233,0
Número de rios ou canais (N)	140,0	112,0	59,00	190,0	13,00	27,00	53,00	25,00	85,00	128,0	15,00	142,0	91,00	27,00	37,00	29,00	37,00	32,00	23,00
Dh - Densidade hidrográfica (canais/km ²)	2,91	2,73	2,86	2,88	3,16	3,40	3,32	3,20	3,26	3,02	3,29	3,23	3,13	3,25	3,45	3,14	4,20	3,42	3,39
Dd - Densidade de drenagem (km/km ²)	1,64	1,56	1,55	1,65	1,46	1,76	1,63	1,66	1,84	1,63	1,54	1,77	1,65	1,68	1,77	1,62	1,70	1,50	1,91
Rr - Relação de relevo da bacia (m/km)	105,8	94,21	129,8	92,01	122,6	127,2	113,7	159,2	114,5	123,4	143,0	252,8	92,68	127,8	113,3	118,4	135,2	149,1	107,3
IC - Índice de circularidade	0,34	0,42	0,42	0,30	0,66	0,50	0,43	0,46	0,40	0,46	0,58	0,32	0,50	0,52	0,38	0,35	0,52	0,47	0,36
Is - Índice de sinuosidade	20,91	17,16	13,48	29,76	10,00	19,55	19,77	16,54	17,17	17,74	17,40	13,48	17,94	16,01	20,86	13,00	11,73	23,12	12,53
Classe de Is	Reto	Muito Reto	Muito Reto	Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Muito Reto	Reto	Muito Reto
Cm - Coeficiente de manutenção	609,4	640,6	645,0	604,7	686,6	567,8	614,6	601,5	543,7	613,6	651,4	563,9	605,0	593,5	565,2	616,6	586,6	667,8	522,3
Kc - Coeficiente de compacidade	1,70	1,53	1,53	1,81	1,22	1,40	1,52	1,46	1,56	1,47	1,31	1,75	1,40	1,38	1,61	1,69	1,38	1,46	1,67
F - Fator de forma	0,25	0,19	0,26	0,35	0,53	0,27	0,32	0,41	0,76	0,63	0,36	0,29	0,33	0,37	0,23	0,18	0,45		0,40
Ir - Índice de rugosidade	727,	617,9	646,3	674,6	314,5	579,9	549,2	607,2	579,5	635,4	455,7	532,2	519,0	510,6	589,0	553,6	516,8	576,4	446,1
Ct - Coeficiente de torrencialidade (n/km ²)	4,77	4,26	4,43	4,77	4,60	5,98	5,40	5,31	5,99	4,93	5,05	5,72	5,18	5,47	6,09	5,08	7,17	5,12	6,49

No intuito de verificar a forma da bacia, bem como a sua propensão a possíveis enchentes, alguns índices são levados em consideração, sendo eles o índice de compacidade (Kc), índice de circularidade (Ic), e o fator de forma (Kf) (PEREIRA et al., 2015; GUIMARÃES et al., 2019).



Em relação ao coeficiente de compacidade, que relacionada a forma da bacia com um círculo, pode-se observar variação entre 1,22 e 1,70, indicando que a maioria das microbacias apresentam tendência mediana e baixa a grandes enchentes, onde apenas a microbacia 5 apresenta tendência alta. Quanto mais irregular for a forma da bacia, e quando mais próximo de 1, mais se aproxima de um círculo (COLLISCHONN, 2013). Quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais sujeita a enchentes (VILLELA & MATTOS, 1975).

Associado ao coeficiente de compacidade está o fator de forma, que de acordo com Villela e Mattos (1975), mesmo quando duas bacias possuem o mesmo tamanho e uma delas apresenta um menor valor para F, isso implica que ela é mais alongada e está menos sujeita a enchentes. De modo geral as microbacias de Itaporanga apresentam média de 0,37 para o F, estando em sua maior parte classificadas como não sujeitas (Tabela 4), apenas a microbacia 9 apresenta valor alto para Kf, mas que em consideração ao valor de Kc, é classificada como não sujeita.

O coeficiente de torrencialidade também é um fator associado a propensão a inundação de bacias, para as microbacias apresentam os valores entre 4,26 e 7,17, semelhantes aos encontrados por Andrade e Machado (2018), entre 4,03 e 7,23, os considerando assim baixos e medianos. Diferente do encontrado por Freire et al. (2019), para bacia hidrográfica do açude São Gonçalo de 2,18 n/km², sendo um indicativo que ela tem tendência para ocorrência de inundações.

A densidade hidrográfica das microbacias, apresentam média de 3,22 canais/km², e de acordo com a classificação de Lollo (1995) é considerada média, resultado semelhante ao encontrados por Andrade e Machado (2018), onde ambos estão propícios ao surgimento de novos corpos d'água. Quando a densidade hidrográfica apresentar valores acima de 2 canais/km², as microbacias têm grande capacidade de gerar novos cursos d'água, pois existe maiores chances de uma partícula de água que cai na superfície do solo encontrar rapidamente um canal e escoar (LANA et al., 2001).

Outro fator de relevância é a densidade de drenagem, a mesma para o município de Itaporanga varia de 1,46 a 1,91 km/km², com média de 1,66 km/ km². Segundo Villela e Mattos (1975), é classificado como boa. Esse resultado implica em uma série de avaliações, como uma baixa disposição a enchentes, resultado também apresentado por Andrade e Machado (2018), com valores entre 2,00-2,24 km/km². Densidade de drenagem reflete a propriedade de transmissibilidade do terreno e, conseqüentemente, a suscetibilidade à erosão (MILANI & CANALI, 2000). Valores altos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas impermeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de alta intensidade (CARVALHO et al., 2009).

A sinuosidade do canal principal é um fator controlador da velocidade e de escoamento e indica a maior ou menor propensão para acúmulos de sedimentos (NOVAES et al., 2004), para o caso de Itaporanga a maior parte é classificada como muito reto (Tabela 5), isso implica em boa velocidade de escoamento e baixa propensão para acúmulo de sedimentos.



O coeficiente de manutenção tem o objetivo de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (ANDRADE & MACHADO, 2018). O resultado para as microbacias do município de Itaporanga, demonstram que para um quilômetro quadrado existe uma média de 605,30 m de canal.

A relação de relevo das microbacias apresenta-se elevada (média de 127,51 m/km), o que pode ser resultado da elevada declividade do município. A alta declividade em diversos pontos do município é também demonstrada na considerável amplitude Altimétrica das microbacias. Estes elevados valores tendem a favorecer o escoamento rápido (ANDRADE & MACHADO, 2018).

Segundo Andrade e Machado (2018), valores extremamente altos do índice de rugosidade ocorrem quando ambos os valores da amplitude altimétrica e da distância média dos interflúvios são altos, ou seja, quando as vertentes são longas e íngremes. A média encontrada para as microbacias de Itaporanga é de 559,61. O parâmetro foi superior ao encontrado na Bacia do Rio do Peixe-boi caracterizada por Pereira et al. (2015), que detectaram um valor de 22,75 para esse índice, o que segundo os autores, foi pouco representativo e define menor risco de degradação da bacia, uma vez que apresenta pouca variação em seu relevo, com poucos desníveis entre a cabeceira e a seção de referência associados à densa rede de drenagem.

Conclusão

O uso das técnicas de geoprocessamento proporcionou resultados satisfatórios no mapeamento das microbacias hidrográficas da área de estudo.

Com os resultados obtidos foi possível concluir que as ferramentas e tecnologias do geoprocessamento são opções viáveis e de grande valia para o auxílio, gestão e manutenção da administração dos recursos hídricos em âmbito municipal, além de permitir a sistematização e agilidade no cálculo dos parâmetros morfométricos, bem como no ganho de informação ao aperfeiçoar a comparação dos resultados.

A extração de microbacias através de MDE em âmbito municipal permitiu a divisão em unidades bem distintas com características próprias, o que de certo modo facilita a compreensão de cada unidade em particular, mostrando assim que, a divisão em microbacias é uma excelente forma de administrar os recursos hídricos.

Com a aplicação das equações de morfometrias e a caracterização geral pôde-se concluir que em sua grande maioria as microbacias do município de Itaporanga–PB, apresentaram uma baixa tendência e suscetibilidade a enchentes e inundações.



Referências Bibliográficas

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2021. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 24 de março 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 de março de 2022.
- ANDRADE, L. A.; MACHADO, C. C. C. Diagnóstico geoambiental integrado do município de Areia – Paraíba, como subsídio para o planejamento e gestão ambiental: caracterização hidrológica e morfométrica das microbacias dos rios Mamanguape e Araçagi inseridas no município de Areia-PB. Areia, 2018. Cooperação Técnica UFPB/PMA.
- BOLFE, E. L. et al. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de acurácia. Revista *Árvore*, v.28, n.1, p.85-90, 2004
- CARVALHO, W. M. DE C.; VIEIRA, E. DE O.; ROCHA, J. M. J.; PEREIRA, A. K. DOS S.; CARMO, T. V. B. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Córrego do Malheiro, no município de Sabará -MG. Revista *Irriga*, v.14, n.3, p.398-412, 2009.
- CASTRO, E. J. M.; MACEDO, A. O.; SILVA, A. L. R.; TALHARI, T. F.; BEZERRA, D. S.; BRITO, F. S. Uso de geotecnologias para gestão de recursos naturais: caso do macrozoneamento ecológico econômico do maranhão. Revista *Ceuma Perspectivas*, v.30, n.1, p.49, 2018.
- CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. Revista *Geográfica Venezolana*, n.esp., p.256-264, 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. A morfologia de bacias de drenagem. *Notícias Geomorfológicas*, v.18, n.36, p.130-142, 1978.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, v.18, n.9, p.35-64, 1969.
- COSTA FILHO, J. FRANCISCO, P. R. M.; ANDRADE, M. V.; SILVA, L.; DANTAS, L. M. Estimativa do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) na Microrregião de Sousa-PB utilizando imagens do CBERS-21. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracaju. *Anais...Aracaju*, 2007.
- ECKERT, S.; CORCINI NETO, S. L. H.; BOFF, D. S. Iniciativas e práticas ambientais das pequenas e médias empresas do Vale do Caí-RS. *GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v.4, n.1, p.108-123, 2015
- FERRARI, J. L.; SILVA, S. F.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F. Análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte Alegre, ES. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.2, p.181-188, 2013.
- FLORENCIO, B. A. B.; QUEIROZ, A. T. Diagnóstico Ambiental em Área Urbana: bacia hidrográfica do Córrego Cajubá (Uberlândia/MG). 24f. PIBIC. Faculdade Católica de Uberlândia, 2011.



- FREIRE, J. N.; PEREIRA, M. C. S.; PERUZZO, J. P.; SILVA, L. D. R.; SILVINO, G. S. Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do açude São Gonçalo, semiárido nordestino. In: ENID, 2019. Anais..UFPB, 2019.
- GUIMARÃES, H. S. et al. Aplicação do SIG na caracterização morfológica da bacia hidrográfica do Açude Cachoeira dos Alves, Semiárido Brasileiro. In: FRANCISCO, P. R. M.; SÁ, T. F. F.; BRAGA JÚNIOR, J. M. Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação. v. 3. Campina Grande: Epgraf, 2018. p. 88-98.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 20/10/2021.
- LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfológica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. REM: Revista Escola de Minas, v.54, n.2, p.121-126, 2001.
- LOLLO, J. A. O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas. Tese (Doutorado em Geotecnia). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1995.
- MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Influência da altitude na precipitação média anual nas sub-bacias pertencentes à bacia do rio Uruguai. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015. Anais...2015.
- MILANI, J. R.; CANALI, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfológica. Revista RA'EGA, n.4, p.139-152, 2000.
- PEREIRA, B. W. F. et al. Geotecnologias com apoio de índices morfológicos para a caracterização da bacia hidrográfica do rio peixe-boi, nordeste paraense. Enciclopédia Biosfera, v.3, p.1351-1372, 2015.
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfológica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. Revista Ambiente & Água, v.7, n.3, p.195-211, 2012.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v.63, n.11, p.1117-1142, 1952.
- TAMBOSI, L.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. Estudos Avançados, v.29 n.84, p.151-162, 2015.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4a. ed. Editora UFRGS, 1993.
- UGOZ, J. E. L.; BERTOLINI, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e Aproveitamento da Água das Chuvas: o caminho para uma escola sustentável. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v.6, n.1, p.26-39, 2017.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO AGRÍCOLA NO BREJO PARAIBANO

Haile Silvino Guimarães

Engenheiro Agrônomo, hailesguimaraes@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7282-3127>

João Pedro Chaves da Silva Rodrigues

Engenheiro Agrônomo, joaopedro.csr@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8215-1181>

Guttemberg da Silva Silvino

Professor Associado, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, guttembergs@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9199-2732>

Fabiana Donato Soares Lisboa

Mestre em Ciência do Solo, UFPB/CCA/DSER/PPGCS, fdslisboa@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7413-7451>

Maria Cristina dos Santos Pereira

Técnico Administrativo, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, mariacristina@yahoo.com.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7586-053X>

Maurício Javier De León

Professor Adjunto, UFPB/CCA/DSER/Campus II Areia, mjleon@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9084-2751>

Introdução

O Nordeste brasileiro, caracterizado pelo clima semiárido em grande parte de sua extensão territorial, é considerado causador de grandes prejuízos, principalmente no setor agrícola, devido às irregularidades na distribuição temporal e espacial das precipitações (SILVA et al., 2011). O sucesso da



produção agrícola, sobretudo em áreas que não são irrigadas, depende muito do regime pluviométrico local, sendo fundamental a adequação da época de plantio ao nível de umidade favorável ao desenvolvimento de variadas culturas (FERNANDES et al., 2009).

A produção agrícola no semiárido do Nordeste brasileiro, especificamente no estado da Paraíba, depende vigorosamente de precipitações pluviométricas, como consequência, grandes prejuízos são causados à agricultura do estado, devido a suas variações (MENEZES et al., 2010). O uso da irrigação torna viável a produção agrícola em regiões semiáridas, como no caso do Nordeste brasileiro, que apresenta grande limitação de recursos hídricos (AMARAL, 2005).

Em face dessa exigência crescente e com o avanço da ciência computacional, as técnicas de modelagem que relacionam as propriedades físico-hídricas do solo com os componentes de entrada e saída de água no sistema solo-planta incorporando as condições de umidade do solo e o manejo do uso da terra (ÁVILA et al., 2010), apresentaram, nas duas últimas décadas, excelentes resultados no processo de automação de tomadas de decisão no nível da gestão agrícola.

Com o levantamento e mapeamento dos solos é possível obter informações necessárias para caracterização e distribuição de solos de uma determinada área, favorecendo a tomada de decisão em áreas agrícolas (LEPSCH, 2011). Dessa forma, prover informações relacionadas ao levantamento pedológico permite realizar planejamento para irrigação e drenagem, além de uso, manejo e conservação do solo, tornando assim o levantamento de solos um instrumento extremamente útil para avaliação do potencial e das limitações de uma determinada área (EMBRAPA, 2016; IBGE, 2015).

O balanço hídrico do solo também permite o fornecimento de dados precisos aos agricultores, indicando-lhes a melhor época de plantio, por meio da divulgação de dados da umidade do solo e do déficit hídrico em forma de boletins e mapas temáticos da região da área em estudo, possibilitando assim o desenvolvimento agrícola com a diminuição dos riscos e das suas vulnerabilidades agrícolas (SENTELHAS, 2010).

Desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), o balanço hídrico climatológico determina o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. O mesmo como unidade de gerenciamento permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA & SANTOS, 2009).

Nesse sentido, o Zoneamento Agroclimático é uma das principais ferramentas de fundamental importância para o planejamento das atividades agrícolas e também para a tomada de decisões. Este tipo de zoneamento é capaz de propiciar uma redução das probabilidades de riscos e perdas na produção (PEREIRA et al., 2002).

Os principais componentes do balanço hídrico para definir a demanda e disponibilidade hídrica é a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP),



armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), de acordo com Pereira et al (2002). A evapotranspiração é o processo inverso da precipitação, onde se contabiliza a perda de água que foi evaporada do solo juntamente com a soma da a transpiração das plantas (MENDONÇA et al., 2003).

Vislumbrando esse cenário, o trabalho teve como objetivo analisar as condições hídricas da Fazenda Olho D'Água, localizada no município de Areia - PB, por meio dos dados de Armazenamento de água no solo e dos dados climáticos como temperatura do ar e variáveis do balanço hídrico climatológico.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi conduzido área experimental da Fazenda Olho D'Água, município de Areia-PB, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, com área total de 93,8520 ha, inserida na microrregião do brejo paraibano (Figura 1). O clima predominante, segundo Köppen, é do tipo As' – quente e úmido com verão seco e estação chuvosa iniciando em janeiro/fevereiro com término em setembro, onde a precipitação pluviométrica média anual é de 1.400mm. A temperatura média anual varia entre 23 e 24°C, com variações mensais mínimas (FRANCISCO, 2010).

A área experimental foi selecionada em virtude do detalhamento da classificação do solo na Escala 1:7.000, e todos as análises físico-hídricas foram realizadas nas classes de solo mais representativas. Vale salientar que o Argissolo Vermelho-Amarelo representa (23,7%) da fazenda Olho D'água, sendo o solo mais representativo da área experimental e também do município de Areia (HENRIQUES, 2012).

A hidrografia da propriedade é composta por pequenos riachos e nascentes, os principais riachos são o Olho D'água, cuja nascente encontra-se no interior da área, e o Jardim, que passa pelo açude local, abastecido pelo escoamento superficial e drenagem das áreas mais elevadas circundantes (HENRIQUES, 2012).

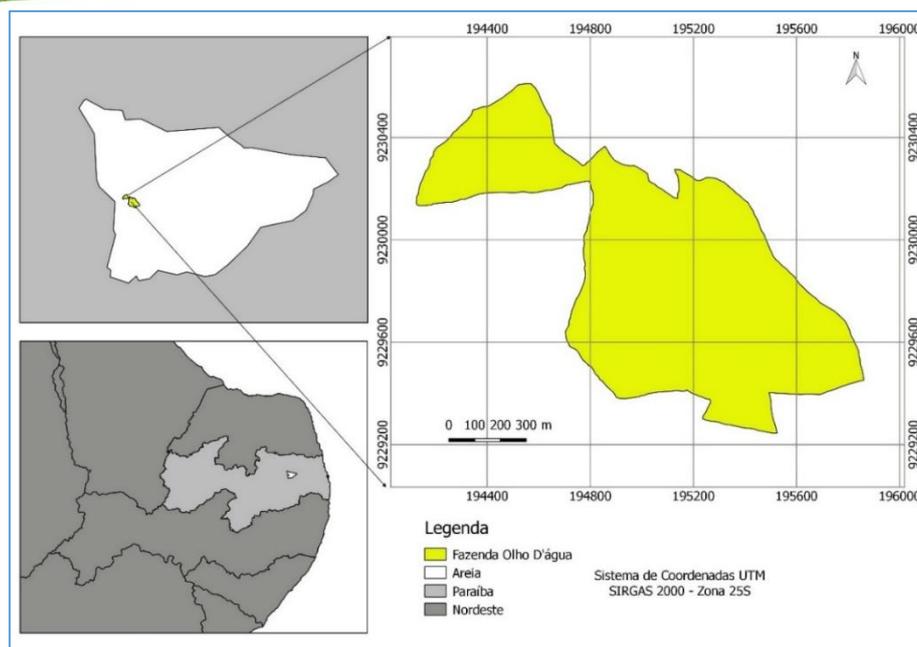


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. Fonte: adaptado IBGE (2019).

Amostragem e análises físicas do solo

O trabalho de campo foi composto da realização de ensaios de infiltração da água no solo, com o objetivo de determinar a capacidade de infiltração máxima I_0 (mm/dia), em função das características do solo e de coleta de amostras de solo, com o objetivo de determinar a capacidade máxima de retenção de água não gravitacional CAD (mm), na parcela de solo contida no primeiro metro de profundidade. As amostras foram coletadas na camada de 0 – 20 cm de profundidade. Em seguida, as mesmas foram processadas e submetidas a análise de textura pela metodologia de (BOUYOUCUS, 1951) modificada por (DAY, 1965).

Para a determinação dos parâmetros Capacidade de Campo (C_c), Ponto de Murchamento (P_m) e Densidade Aparente (D_a), foram coletadas amostras de solo pelo método usual para caracterização analítica completa para a profundidade de 20 cm, com a utilização de um trado especial, seguindo a metodologia de Bernardo (1995).

Obtenção e análise dos dados climatológicos

Os dados climatológicos de temperatura média do ar e do total de chuva (P) foram obtidos no site do INMET (2019). O período de análise dos dados foi de 1974 a 2018.

Os critérios usados para a classificação dos anos considerados mais chuvosos e menos chuvosos foram a partir dos totais mensais de chuva, calculando a média anual pluviométrica dos dados obtidos. A partir desta identificação foram elaboradas análises gráficas para cada ano, sendo



escolhido três anos, 1986 (mais chuvoso), 2003 (habitual) e 1993 (menos chuvoso). Em seguida foram realizadas análises do balanço hídrico normal para cada ano (WOLLMANN, 2011).

Balanço hídrico climatológico

A partir da obtenção e organização dos dados foi realizada a elaboração do cálculo do balanço hídrico climatológico por meio do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) e do programa em planilha “bh_sentelhas.xls” do EXCEL© desenvolvido por Rolim et al. (1998). Alguns procedimentos foram adotados para a elaboração do BHC normal tais como:

- Localização – latitude: -06°57’;
- Preenchimento das médias mensais de temperatura do ar (°C) e da precipitação (mm);
- Capacidade de água disponível (CAD) foi utilizado o valor de 44,1mm para o Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, considerando uma variação do armazenamento (ARM) de água do solo, além do percentual de perda de água acumulada, ou seja, o negativo acumulado (ROLIM & SENTELHAS, 1999).
- Para a obtenção da estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) adotou-se a proposta de Thornthwaite (1948), utilizando-se apenas de dados da temperatura média do ar e da latitude da área de estudo (ROLIM & SENTELHAS, 1999).
- Os gráficos obtidos por meio do balanço hídrico normal representam o extrato das deficiências hídricas (DEF) e dos excedentes hídricos (EXC), a variação do ARM, e do CAD, os valores de ETP, evapotranspiração real (ETR) e da precipitação (P) (ROLIM & SENTELHAS, 1999).

Resultados e Discussão

Para os resultados do balanço hídrico registra-se média de 1391,6mm de chuva, 23.2°C de temperatura média do ar, com um total de 1154,10mm de evapotranspiração (ETP), 456,2mm de excedente hídrico (EXC) e 218,7 de déficit hídrico (DEF). Os meses de março, maio, junho e julho são os que apresentam maior concentração de chuvas, sendo o mês julho o mais chuvoso com 209,5mm.

Os meses de junho (116,5mm), julho (137,3mm), apresentam maior excedente hídrico. Observa-se que a partir do mês de fevereiro ocorre um aumento de excedentes hídricos, tendo o mês de julho como pico e uma queda a partir do mesmo. O município apresenta déficit hídrico que vai do mês de setembro a janeiro, nos meses de setembro (2 mm), outubro (43,2mm), novembro (68,9mm), dezembro (67,2mm) e janeiro (37,4mm), como se observa na Figura 2.

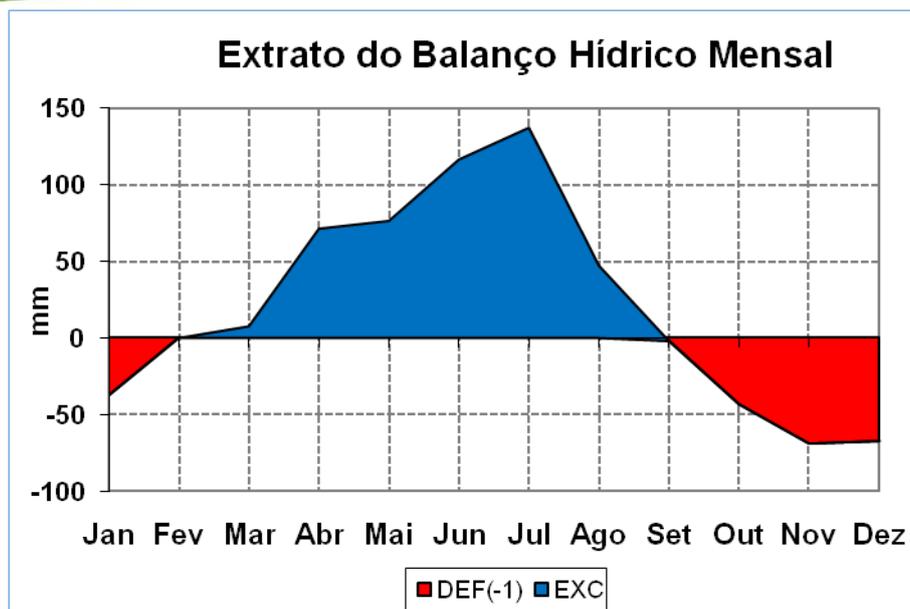


Figura 2. Extrato do balanço hídrico climatológico normal, acumulado no período de 1974 à 2018.

Hernandez et al. (1995; 2000) afirmam que, para a Região inserida na da Bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, caracterizam o clima como de inverno seco e ameno e verão quente e úmido. Inserida na região noroeste paulista, a bacia apresenta as maiores taxas evapotranspiratórias do Estado e sujeita a veranicos que podem limitar as produtividades devido às deficiências hídricas prolongadas por até oito meses durante o ano. Hernandez et al. (2003) concluíram que são altas as probabilidades de ocorrência dos veranicos críticos para as culturas agrícolas, sendo o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação é uma atividade de alto risco, devido a frequência e intensidade do período de estiagem, a mesma evidência encontrada por Lima e Santos (2009) para a região de Fernandópolis, também na região noroeste do Estado de São Paulo.

Os valores da precipitação, evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) da área de estudo, estão representados na Figura 3. Observa-se que de fevereiro a agosto os valores de ETP e ETR são similares, em razão de ocorrer excedente hídrico nesses meses, porém existe diferença nos valores dos meses de setembro a janeiro pois ocorre déficit hídrico nos mesmos. Pode-se observar que a variável média da ETR é de 77,9mm, onde os maiores valores são encontrados nos meses de fevereiro (103,3mm) e março (112,4mm) e os menores valores em novembro (36,8mm) e dezembro (48,2mm). A variável média da ETP é de 96,18mm, com os maiores valores em dezembro (115,46mm) e janeiro (115,47mm), e os menores valores encontrados nos meses de julho (72,20mm) e agosto (74,02mm).

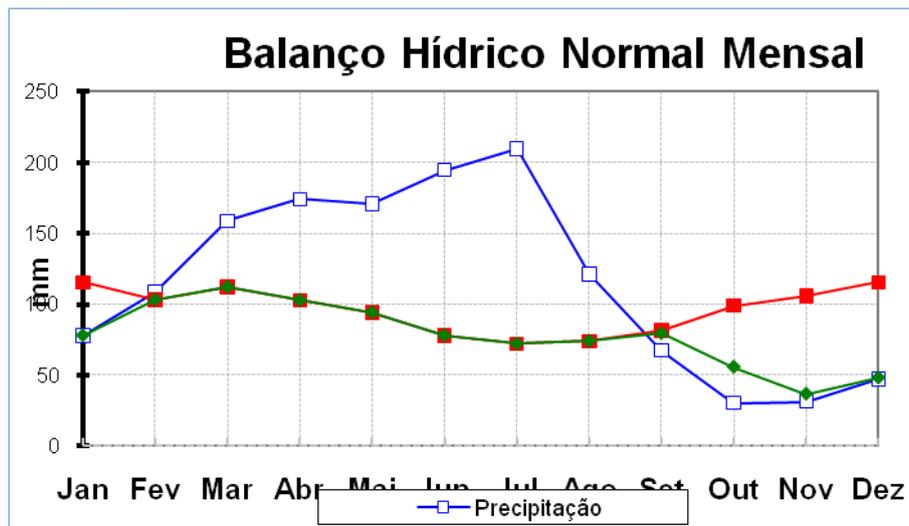


Figura 3. Avaliação hídrica da precipitação (mm), evapotranspiração real (ETR) e evapotranspiração potencial (ETP), acumulado.

A Figura 4 representa a retirada de água do solo, o período de déficit hídrico e o excedente hídrico. Observa-se que os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro são os mais críticos apresentando alto déficit hídrico.

É possível identificar e caracterizar a partir dos dados obtidos pelo balanço hídrico climatológico normal que o município de Areia-PB, apresenta um considerável excedente hídrico, onde em quase todo período do ano podem ser desenvolvidas culturas sem o uso de irrigação, com exceção do período de setembro a janeiro, quando a capacidade de armazenamento da água do solo está baixa, chegando até -70 mm no mês de novembro.

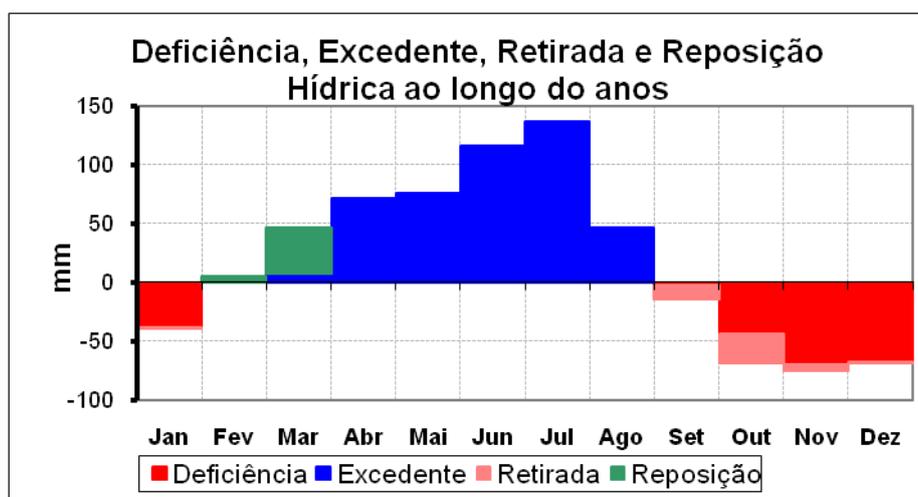


Figura 4. Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica ao longo dos anos de 1974 à 2018.

Desse modo ao longo dos 44 anos de informações coletadas foi possível caracterizar e determinar os anos padrões habituais, anos mais chuvosos e menos chuvosos por meio dos totais pluviométricos mensais. Observa-se na Figura 5 os dados de precipitação ao longo dos anos (1974 a 2018) e a delimitação dos anos padrões conforme a média anual, outro para menos da média e outro acima da média, determinando assim os anos padrões, os anos menos chuvosos e os anos mais chuvosos.

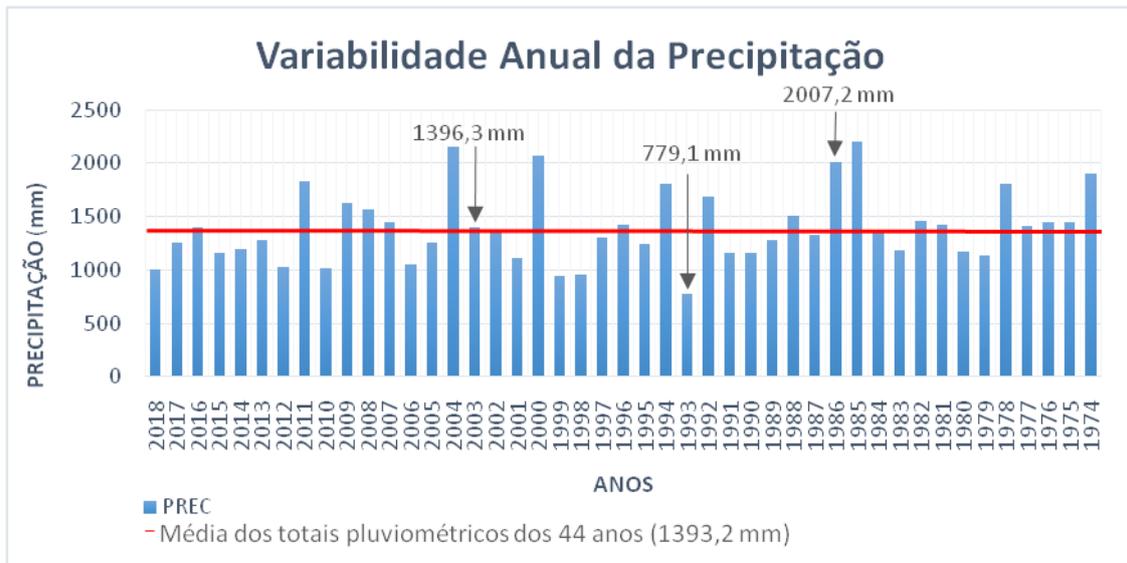


Figura 5. Variabilidade anual da precipitação no município de Areia no período de 1974 à 2018.

O município de Areia apresenta uma média pluviométrica de 1393,2mm. O ano representativo de 2003 apresenta um total pluviométrico de 1401,9mm, sendo considerado como o ano habitual da série de dados por apresentar uma distribuição pluviométrica regular durante o ano e estar próximo da média. O selecionado como o mais chuvoso é o ano de 1986, apresentando um total pluviométrico de 2007,2 mm, sendo escolhido por apresentar uma melhor distribuição das chuvas e um dos anos em que mais choveu na série de 44 anos, ficando muito acima da média normal do município. O ano selecionado como o menos chuvoso é 1993, apresentando um total pluviométrico de 779,1mm, ficando muito abaixo da média normal do município.

A variabilidade mensal da precipitação nos três anos selecionados e a média mensal da série histórica são apresentados na Figura 6, representando o ano de 2003 (habitual), onde a distribuição das chuvas é quase homogênea ao longo do ano, Figura 7, representando o ano mais chuvoso (1986) e Figura 8, representando o ano menos chuvoso (1993).

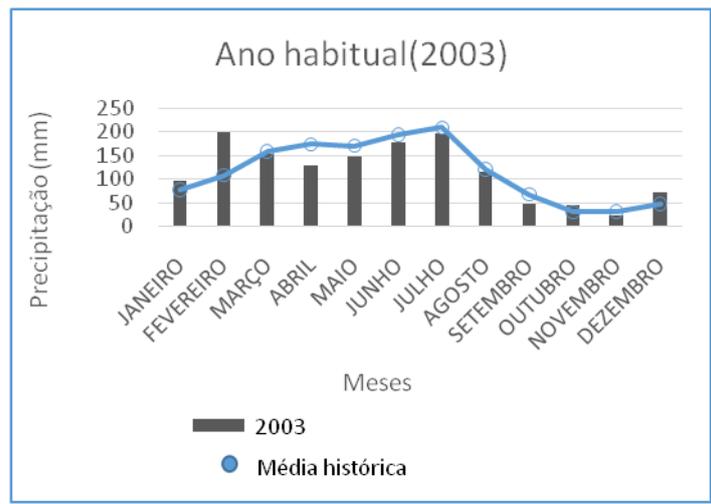


Figura 6. Pluviometria mensal do ano habitual (2003).

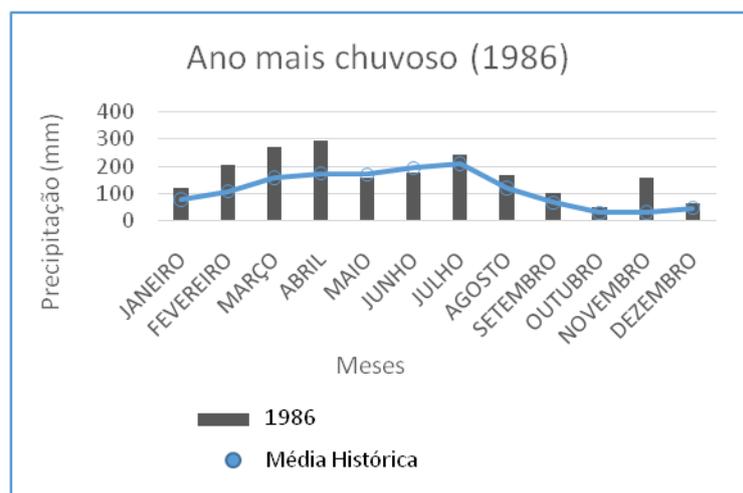


Figura 7. Pluviometria mensal do ano mais chuvoso (1986).

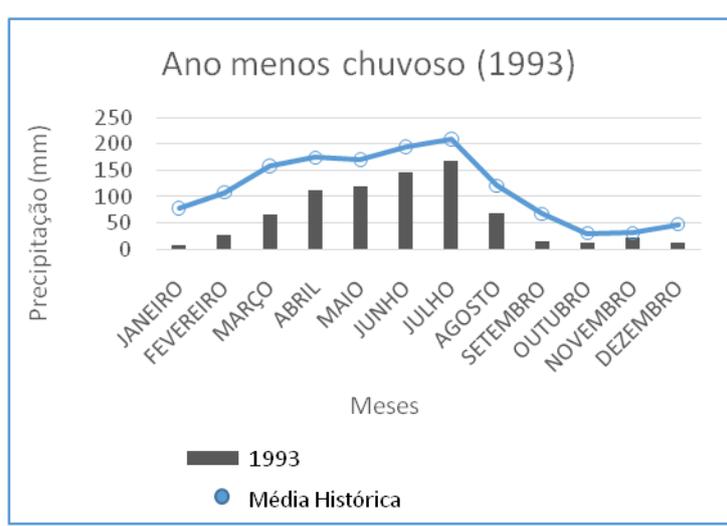


Figura 8. Pluviometria mensal do ano menos chuvoso (1993).

Os resultados do balanço hídrico climatológico normal de 1974 a 2018, na área de estudo, demonstram que na maior parte do ano (fevereiro a julho) não possui deficiência hídrica, e na outra (agosto a janeiro) possui deficiência hídrica, porém esse resultado se torna diferente quando se analisa três anos distintos selecionados (ano habitual, ano mais chuvoso e ano menos chuvoso).

O ano de 2003 apresenta melhor distribuição das chuvas (Figura 9), ficando próximo da média normal pluviométrica histórica, seu balanço hídrico climatológico normal apresenta uma deficiência hídrica significativa no mês de janeiro (-33,3mm), setembro (-41,7mm), outubro (-85,7mm) e dezembro (54,5mm).

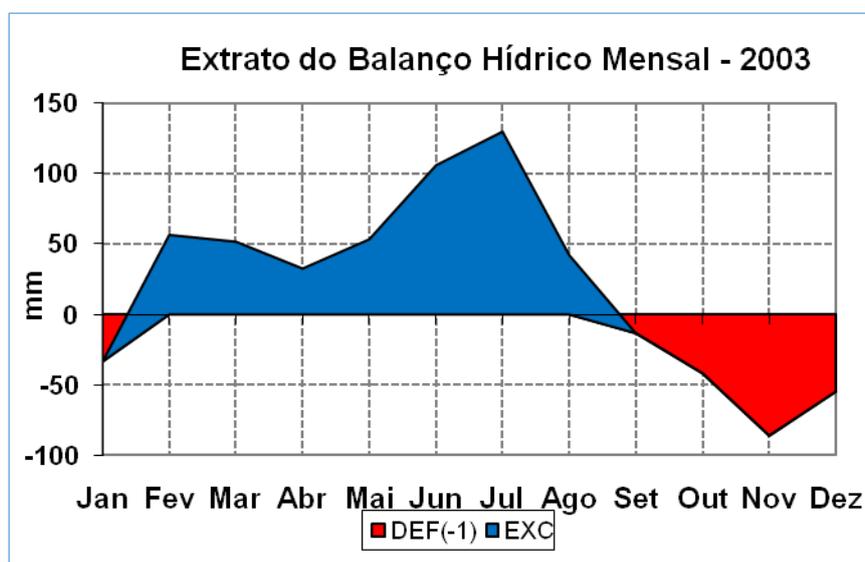


Figura 9. Extrato do balanço hídrico climatológico normal para o ano mais chuvoso (1986).

O ano de 1986 apresenta uma melhor distribuição das chuvas (Figura 10) e representa anos mais chuvosos do período de 1974 à 2018. O BHC apresenta pequena deficiência hídrica nos meses de outubro (-12,4mm) e dezembro (-13,1mm).

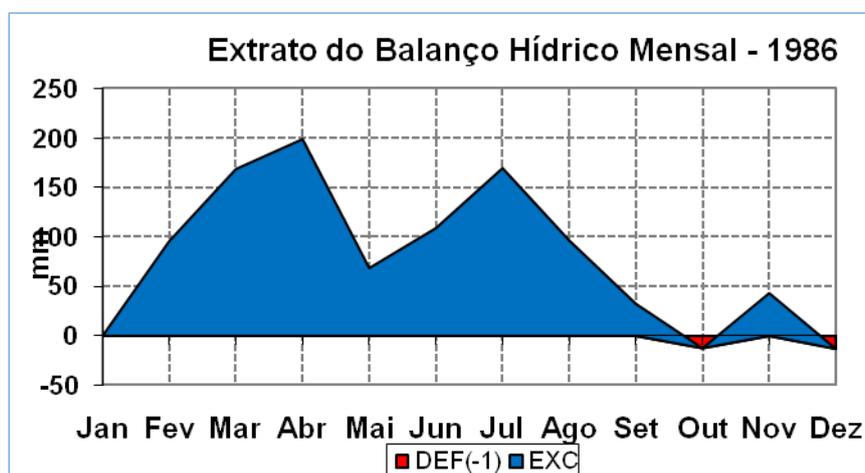


Figura 10. Extrato do balanço hídrico climatológico normal para o ano mais chuvoso (1986).

O ano de 1993 choveu menos entre os anos de 1974 e 2018, apresentando os meses de déficit hídrico, janeiro (-103,5 mm), fevereiro (-80,5mm), março (-52,5mm), agosto (-0,3mm), setembro (-40,2mm), outubro (-84,7mm), novembro (-85,4mm), dezembro (-108,6mm), sendo que os meses de abril e maio apresentam valores de DEF e EXC igual a zero. Apenas os meses de junho (63,2mm) e julho (97,8mm) apresentaram EXC hídrico, conforme a Figura 12.

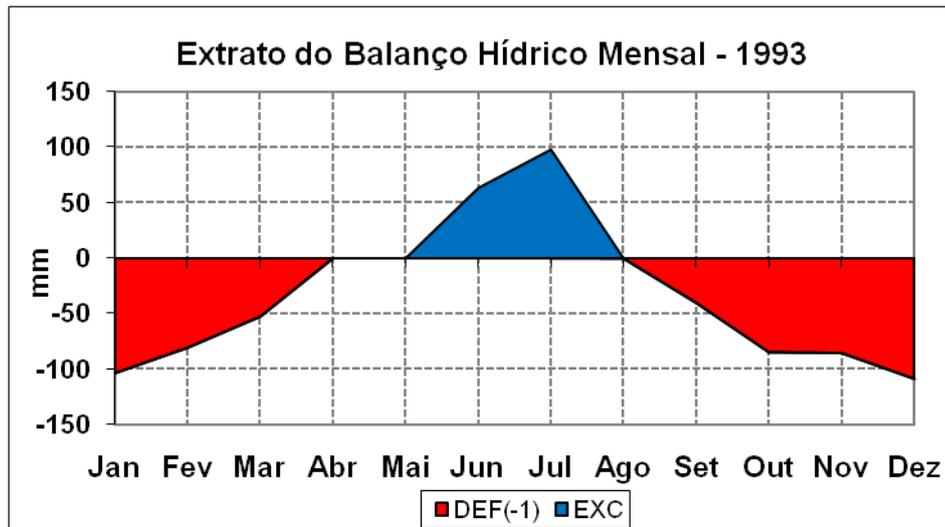


Figura 11. Gráfico do extrato do balanço hídrico climatológico normal para o ano mais chuvoso (1993).

A baixa pluviosidade do ano de 1993, bem como a grande ocorrência de chuvas no ano de 1986, tornam esses anos atípicos, e por esse motivo levam a crer que possivelmente esses anos sofreram influência de outros fenômenos.

Observa-se na Figura 12 que a retirada de água do solo começa a ocorrer no mês de setembro a janeiro, tendo o mês de setembro o maior valor de retirada (-25,99mm), e mesmo que tenha ocorrido chuva considerável nos meses de dezembro (71,5mm) e janeiro (97,5mm), não foi o bastante para repor a água do solo nestes meses, devido estes meses apresentarem deficiência hídrica. A reposição hídrica ocorreu no mês de fevereiro (+ 43,96mm), onde a deu-se início ao período de excedentes hídricos.

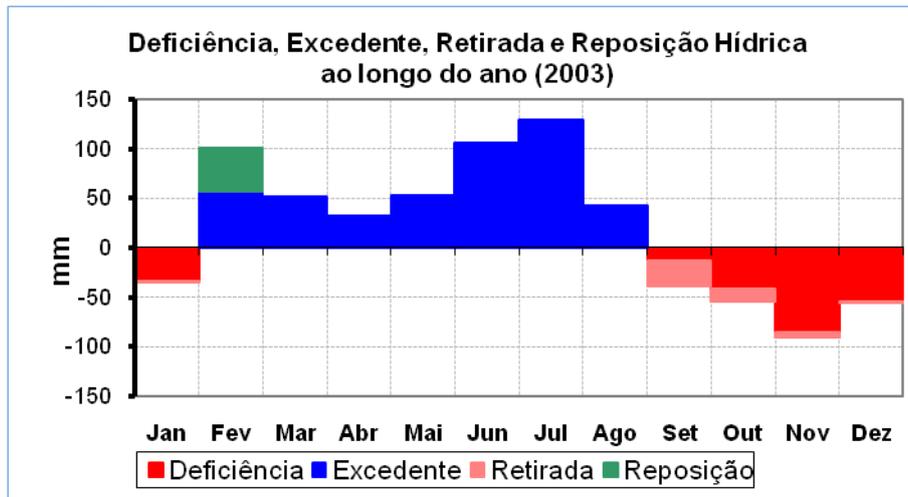


Figura 12. Balanço hídrico normal representando deficiência (DEF), excedente (EXC), retirada e reposição hídrica no ano habitual (2003).

No ano de 1986 (Figura 13) a retirada de água do solo ocorre nos meses de outubro (-25,36mm) e dezembro (-25,87mm), separadamente, onde nesses meses ocorre deficiência hídrica. A reposição hídrica ocorre no mês de novembro (+25,36mm), janeiro (+10,58mm) e fevereiro (+15,27mm), quando se observa excedente hídrico.

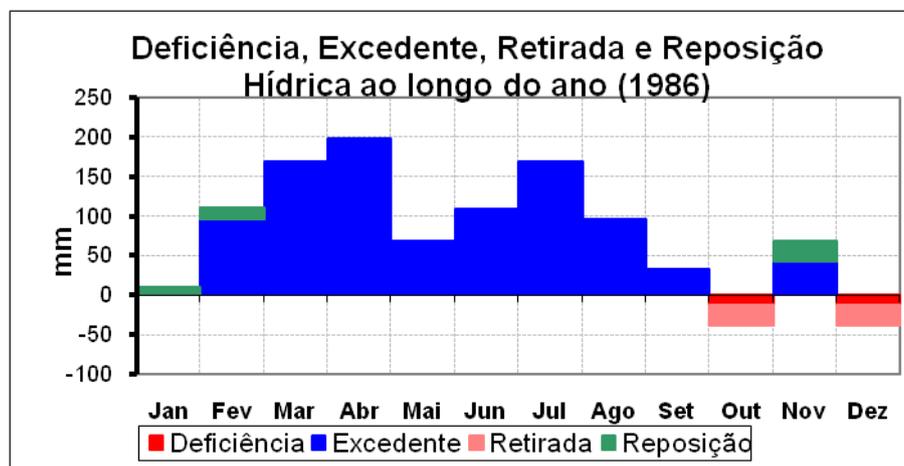


Figura 13. Balanço hídrico normal representando deficiência (DEF), excedente (EXC), retirada e reposição hídrica no ano mais chuvoso (1986).

Na Figura 14, pode-se observar que a retirada de água do solo apresenta início no mês de agosto até janeiro, tendo o mês de setembro em que ocorreu a maior retirada de água do solo (-31,66mm), ou seja, na maior parte do ano ocorre retirada de água do solo, por consequência de que a maior parte do ano ocorre deficiência hídrica, tendo apenas os meses de abril, maio e junho como meses que realizam reposição hídrica.

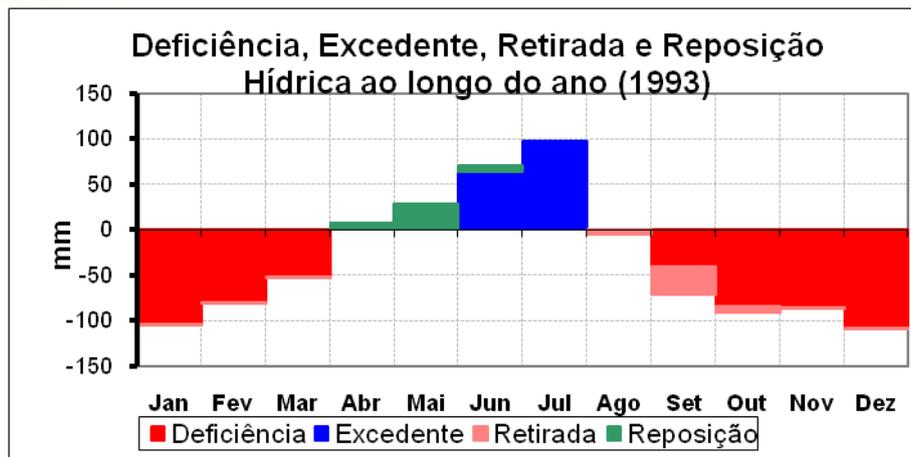


Figura 14. Balanço hídrico normal representando deficiência (DEF), excedente (EXC), retirada e reposição hídrica no ano menos chuvoso (1993).

De acordo com Guimarães (2019), a capacidade de armazenamento (CAD) representa a quantidade de água que o solo pode reter e varia de acordo com o solo, solos arenosos possuem uma CAD menor que solos argilosos. A CAD não varia, pois é uma propriedade física do solo, porém o armazenamento mensal (ARM) pode variar de acordo a deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), como se pode observar nas figuras 15, 176 e 17.

Na Figura 15 pode-se observar que durante todo o ano o solo permanece com água armazenada, sendo que durante a maior parte do ano o solo permanece no ponto de capacidade de campo, ou seja, com a CAD máxima (44,1mm). Porém, de setembro a janeiro a CAD diminui, ficando próximo do ponto de murcha sendo necessário o uso de irrigação ou outras técnicas agrícolas, dependendo das necessidades hídricas que determinada cultura exige.

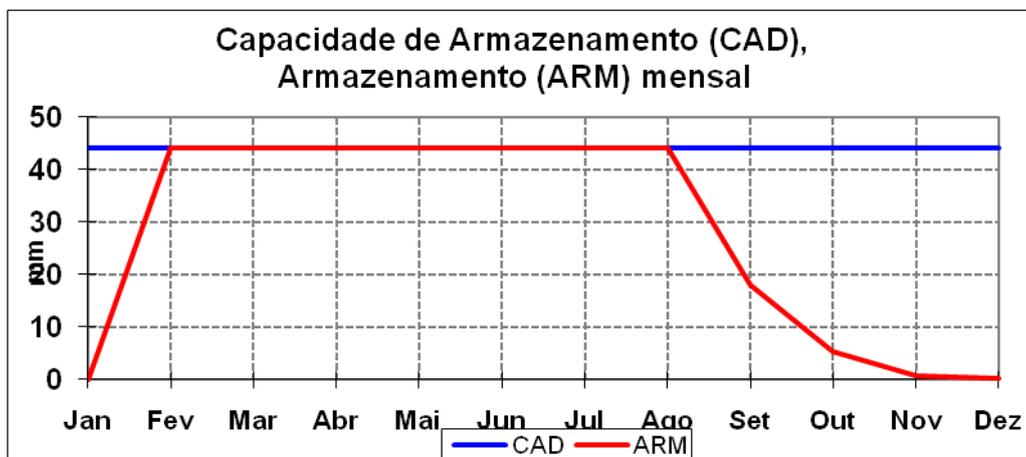


Figura 15. Balanço hídrico normal representando capacidade de armazenamento (CAD) e armazenamento mensal (ARM).

No ano de 1986, de fevereiro à setembro, além do mês de novembro o solo apresenta CAD máxima (44,1mm), sendo que nos meses de janeiro, outubro e dezembro o armazenamento não continua na capacidade de campo, porém com uma quantidade de água armazenada considerável para a maioria das culturas, não sendo necessário o uso de irrigação, Figura 16.

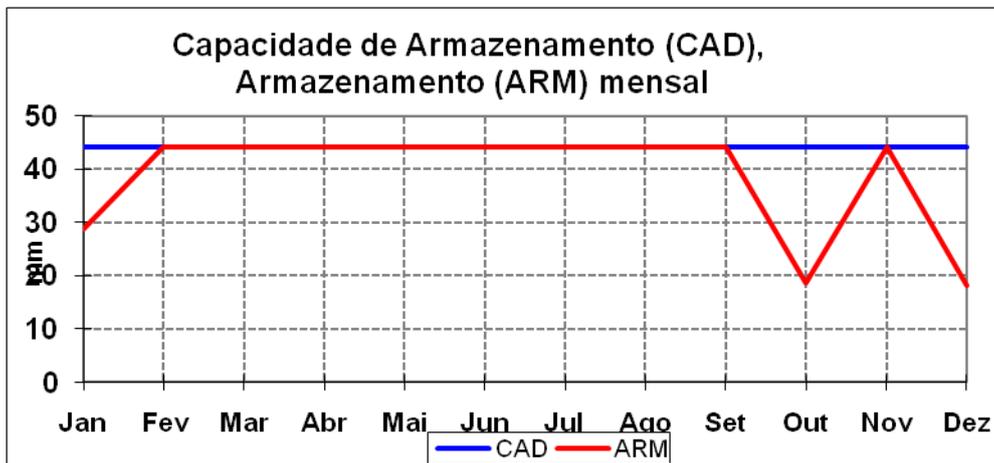


Figura 16. Balanço hídrico normal representando capacidade de armazenamento (CAD) e armazenamento mensal (ARM).

Na Figura 17 ocorre o oposto do que na Figura 16, onde nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro o solo encontra-se em ponto de murcha e apenas nos meses de junho e julho encontra-se na capacidade de campo, sendo necessário o uso de técnicas agrícolas como a irrigação na maioria do ano para suprir as necessidades hídricas da maioria das culturas.

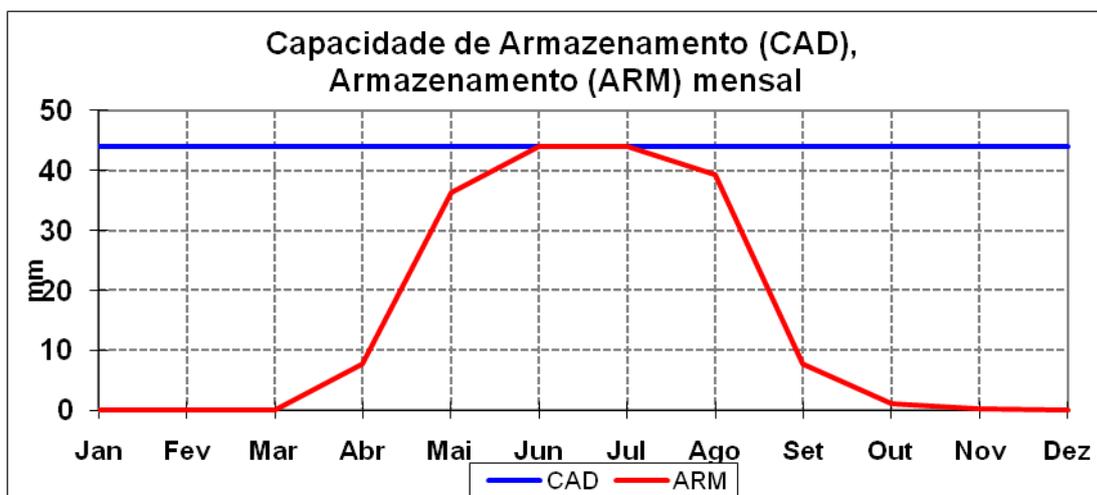


Figura 17. Balanço hídrico normal representando capacidade de armazenamento (CAD) e armazenamento mensal (ARM).



Conclusão

Pode-se concluir que os resultados do balanço hídrico climatológico normal no período de 44 anos (1974 a 2018), definiram que o município de Areia-PB apresentou uma distribuição regular de chuvas, sendo registrado nos meses de fevereiro à setembro valores de excedentes hídricos, e nos meses de outubro à janeiro registrados valores de deficiência hídrica. Esses resultados indicaram uma possibilidade elevada para o sucesso na agricultura, quer seja na introdução ou implementação de áreas agrícolas, com culturas de ciclo curto, sem que haja necessidade de irrigação.

A decisão da escolha dos 3 anos, habitual (2003), mais chuvoso (1986) e menos chuvoso (1993) foi importante para análise e caracterização das condições específicas do clima da área de estudo, permitindo verificar a predominância de excedentes hídricos na maior parte do ano, exceto no ano menos chuvoso (1993).

Os resultados obtidos podem contribuir para implementação de um planejamento agrícola no município de Areia.

Referências Bibliográficas

- AMARAL, F. C. S. do. Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na Região Semiárida. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218p. Convênio Embrapa Solos/CODEVASF.
- ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.12, p.1257-1266, 2010.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6 ed. Viçosa: UFV – imprensa Universitária, 1995. 657p.
- BOYOUCOUS, G. J. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, v.43, p.43-438. 1951.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. *Agronomy*, v.9, p.545-567, 1965.
- EMBRAPA. Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos). Embrapa Solos - Rio de Janeiro, 2016.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; DA PAZ, R. L.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 48p.
- GUIMARAES, H. S. Estimativa do balanço hídrico como ferramenta para planejamento agrícola no brejo paraibano. Trabalho de graduação (Curso de Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2019.



- HENRIQUES, T. M. M. Caracterização e mapeamento de solos em Brejo de Altitude na Propriedade Jardim, Área Experimental do CCA/UFPB em Areia-PB. Dissertação (Mestrado). 2012.
- HERNANDEZ, F. B. T. et al. Aproveitamento hidroagrícola no Estado de São Paulo - Projeto piloto de conservação dos recursos de solo e água e irrigação coletiva nas microbacias hidrográficas dos córregos Sucuri, Bacuri e Macumã em Palmeira d'Oeste-SP. Ilha Solteira: UNESP/Governo Federal, 2000. 191p. (3 volumes). Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/noroeste.htm>.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F., BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira, FEIS/UNESP, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).
- HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V. de; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'oeste, estado de São Paulo. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v.23, n.1, p.21-30, 2003.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- LEPSCH, I. F. 19 lições de Pedologia. Oficina de Textos. São Paulo, 2011.
- LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 89f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis. Fernandópolis, 2009.
- MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.275-279, 2003.
- MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. DE; LIMA, R. A. F. DE A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.2, p.181-186, 2010.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas - Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. Balanços hídricos e produtividade de culturas v 6.1 para Excel 7.0. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e a Agroindústria, 2, Campinas, 1999. Anais...Campinas, 1999.
- 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, v.6, n.1, p.133-137, 1998.
- SENTELHAS, P. C. Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potential evapotranspiration. Revista Ambiente e Água, v.3, p.28-42, 2010.
- SILVA, A. P. da; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. Soil Sci. Soc. Am. J., v.58, p.1775-1781, 1994.



THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1957. 311p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.

WOLLMANN, C. A. Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (*Rosaceae ssp.*) no Rio Grande do Sul. Tese (Doutorado em Geografia (Geografia Física)). Universidade de São Paulo. 2011.

VARASCHINI, A. A. C. Avaliação da fertilidade do solo na Agricultura de Precisão. Departamento de Estudos Agrários, 2012.

CURRICULUM DOS ORGANIZADORES

Paulo Roberto Megna Francisco: Atuou como Pesquisador de Desenvolvimento Científico Regional de Interiorização na Universidade Federal da Paraíba - UFPB - CCA/Areia. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Doutorando em Recursos Naturais (Concentração em Engenharia de Recursos Naturais). Possui Doutorado em Engenharia Agrícola (Concentração em Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2013), Mestrado em Agronomia - Manejo de Solo e Água (Concentração - Agricultura Sustentável e Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB - Areia (2010) e Graduação em Tecnologia Agrícola - Mecanização pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Bauru (1990). Tem experiência na Docência na área de Agronomia, com ênfase em Mecanização Agrícola, Máquinas e Implementos Agrícolas e Máquinas Agrozootécnicas. Atuando atualmente como pesquisador e colaborador em projetos junto à UFPB Campus de Areia e Campus de João Pessoa, UFCG - Campus de Campina Grande e Campus de Sumé. Tem experiência em classificação técnica e mapeamento de solos, aptidão agrícola, capacidade de uso do solo, geoprocessamento, cartografia, sensoriamento remoto, geoestatística, geração de balanço hídrico e índices climáticos. Prestou consultoria para o INCRA/PB na realização de PDAs. Atualmente é Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do CONTECC. Editor Chefe da Editora Portal Tecnológico-EPTEC.
paulomegna@gmail.com

Viviane Farias Silva: Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2013), mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2015) e doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2017). Pós Doutora em Recursos Naturais (2017-2019). Professora do Magistério superior da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal na área de ciências básicas, Engenharia e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande.
viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

Djail Santos: Engenheiro Agrônomo (UENP-Campus Luiz Meneghel, 1990), Mestre em Solos e Nutrição de Plantas (UFPA, 1993) e Doutor em Crop and Soil Science (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), com atuação na área de Manejo e Conservação de Solo e Água. Foi Diretor do CCA/UFPB por dois mandatos (2009-2013 e 2013-2017), Coordenador do PPG em Ciência do Solo (2020-2021), Coordenador do Curso de Agronomia (2006-2009) e Assessor de Pesquisa (2002-2006) do Campus II. É Docente Permanente do PPG em Ciência do Solo e do PPG em Agronomia, ministrando as disciplinas de Manejo e Conservação do Solo, e de Sistemas de Produção Orgânicos e Convencionais. Foi membro titular do Conselho Universitário (CONSUNI-UFPB) nos períodos de 2009-2017 e 2019-2021. 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: CNPq, PNPd/CAPES, SECAD/MEC (Conexões de Saberes), SESu/MEC (PROEXT) e INCRA/MDA (PRONERA). 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 e agricultura sustentável.
santosdjail@gmail.com

George do Nascimento Ribeiro: Possui graduação em Agronomia (2003) e mestrado em Manejo e Conservação 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).

george@ufcg.edu.br

Gypson Dutra Junqueira Ayres: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2005). Mestre em Engenharia Agrícola em Armazenamento e Construção Rural pela Universidade Federal de Campina Grande (2020). Doutorando em Engenharia Agrícola no PPGEA da UFCG. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Projetos no Banco do Brasil. Atualmente trabalha com temas vinculados a Construção Rural e Armazenamento, Automação e Monitoramento a Distância.

fgypsond@gmail.com

Guttemberg da Silva Silvino: Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Atualmente é Professor da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, lotado no Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias, Campus II - Areia-PB. Tem experiência na área de Engenharia, com ênfase em Recursos Hídricos. Atuando principalmente nos seguintes temas: Topografia, Geoprocessamento e Gestão de Recursos Hídricos. Possui experiência comprovada com o Sistema GNSS - Sistema Global de Navegação por Satélite que é a nova designação para o conjunto de Sistema de Posicionamento Global - GPS, desde 1996.

guttembergs@gmail.com



978-65-00-52790-2