

Avaliação do potencial da produção agrícola irrigada da palma forrageira (*Opuntia sp.*) em região semiárida

Este trabalho objetivou realizar para a bacia hidrográfica da região do médio curso rio Paraíba, avaliar e mapear o potencial da produção agrícola irrigada para a palma forrageira. Utilizando o SPRING foi elaborado o mapa de potencial de irrigação dos solos e de capacidade de retenção dos solos e gerado o mapa parcial através do cruzamento matricial. Utilizando dados de pluviosidade média anual foi elaborado o mapa da condição climática. Após utilizando o LEGAL foi gerado o mapa de potencial de produção agrícola através do cruzamento matricial entre o mapa parcial e o de cenário climático. Para cultura da palma forrageira foi identificada condição climática Plena (C1) em 68,34% do total da bacia; a condição climática plena com período chuvoso prolongado (C2) em 9,40%, e a condição climática moderada por excesso hídrico (C3) em 3,92%, a condição climática Moderada por deficiência hídrica (C4) em 18,34%, a condição inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) não ocorreu na bacia. O potencial de produção agrícola irrigada para a cultura da palma forrageira não apresentou potencial Muito Alto (MA) e Alto (A), o potencial Médio (M) em 10,54%, Baixo (B) em 9,45%, e o potencial Muito Baixo (MB) em 80,01% da bacia.

Palavras-chave: Geotecnologias; Irrigação; Produção agrícola; Classificação técnica.

Evaluation of the potential of irrigated agricultural production of forage palm (*Opuntia sp.*) in a semi-arid region

This work aimed to evaluate and map the potential of irrigated agricultural production for forage palm for the watershed of the region of the middle course of the Paraíba River. Using SPRING, a map of soil irrigation potential and soil retention capacity was prepared and a partial map was generated through matrix crossing. Using average annual rainfall data, the climate condition map was prepared. After using LEGAL, the agricultural production potential map was generated through the matrix crossing between the partial map and the climate scenario. A full climatic condition (C1) was identified in 68.34% of the basin's total; the full climatic condition with prolonged rainy season (C2) in 9.40%, and the climatic condition moderated by water excess (C3) in 3.92%, the climatic condition Moderate by water deficiency (C4) in 18.34%, the unfit condition due to severe water deficit (C5) did not occur in the basin. The potential of irrigated agricultural production for the culture of forage cactus did not present Very High (MA) and High (A) potential, the Medium (M) potential at 10.54%, Low (B) at 9.45%, and the Very Low potential (MB) in 80.01% of the basin.

Keywords: Geotechnologies; Irrigation; Agricultural production; Technical classification.

Topic: Engenharia Agrícola

Received: 05/12/2021

Approved: 06/01/2022

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Paulo Roberto Megna Francisco 
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4160342080398080>
<https://orcid.org/0000-0002-5062-5434>
paulomegna@gmail.com

Guttemberg da Silva Silvino 
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7469382161768585>
<http://orcid.org/0000-0002-9199-2732>
guttembergs@gmail.com

Viviane Farias Silva 
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5011520274887172>
<http://orcid.org/0000-0002-5891-0328>
viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

Djail Santos 
Universidade Federal da Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/4087698885827491>
<http://orcid.org/0000-0003-2207-3115>
santosdjail@gmail.com

George do Nascimento Ribeiro 
Universidade Federal de Campina Grande
<http://lattes.cnpq.br/4583024225973273>
<http://orcid.org/0000-0003-4225-0967>
george@ufcg.edu.br

Gypson Dutra Junqueira Ayres 
Universidade Federal de Campina Grande
<http://lattes.cnpq.br/7793230346028662>
<http://orcid.org/0000-0002-1959-1424>
fgypsond@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0004

Referencing this:

FRANCISCO, P. R. M.; SILVINO, G. S.; SILVA, V. F.; SANTOS, D.; RIBEIRO, G. N.; AYRES, G. D. J.. Avaliação do potencial da produção agrícola irrigada da palma forrageira (*Opuntia sp.*) em região semiárida. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.1, p.49-59, 2022.
DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0004>

INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia* sp.) é um membro da família das Cactáceas, cultivada em todo o mundo, exceto na Antártica, em mais de 1.000.000 ha principalmente para a produção de frutas e forragem, além do uso como planta ornamental (AGÜERO et al., 2006; MARTINEZ et al., 2011).

Embora possua uma reconhecida gama de potencialidades, a palma forrageira tem sido cultivada no Semiárido Brasileiro quase exclusivamente para a produção de forragem (SANTOS et al., 2001; ARAÚJO et al., 2005; PINTO et al., 2011) e se tornou, ao longo das décadas, uma das principais alternativas para alimentação dos rebanhos, sobretudo em longos períodos de estiagem, quando as pastagens nativas e outras forrageiras, tais como as gramíneas e leguminosas de elevada exigência hídrica, estão sob fortes condições de estresse hídrico (ALBUQUERQUE, 2000).

A palma forrageira é bem adaptada às condições semiáridas suportando longos períodos de estiagem. Esta boa adaptabilidade é atribuída, sobretudo, à sua fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético do Metabolismo Ácido das Crassuláceas (SNYMAN, 2006). Para um bom desenvolvimento dessa cultura é recomendado solos argilosos de boa drenagem, adubação orgânica e/ou mineral, áreas com precipitação pluvial anual, média, entre 400 e 800mm, umidade relativa 40% e temperatura diurna/noturna de 25/15°C (NOBEL, 1995). Santos et al. (2006), afirmam que o bom desenvolvimento da palma ocorre em regimes cuja precipitação pluviométrica anual oscila entre 400 e 800mm.

A Paraíba tem como características climáticas marcantes, as irregularidades, tanto espacial quanto temporal do seu regime de chuvas. Essas condições climáticas interferem diretamente na produção de alimentos, fazendo com que haja a necessidade de se aumentar a produção e produtividade das culturas, mas para que haja esse aumento é indispensável que sejam aplicadas tecnologias já adaptadas para cada região, bem como, pesquisar novas tecnologias (MENEZES et al., 2010).

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

Os fenômenos terrestres vêm sendo, a cada dia, mais bem compreendidos com a adoção de uma abordagem multi e interdisciplinar, por meio da integração do estudo das diversas variáveis que controlam os sistemas naturais, mesmo que modificados em relação aos originais, como, por exemplo, os ecossistemas agrícolas (TORRADO et al., 2005).

As classificações técnicas, também chamadas de interpretativas, são caracterizadas por utilizarem um pequeno número de atributos para separar os indivíduos em classes e atenderem a um determinado objetivo. No caso da classificação técnica ou interpretativa para o uso e manejo das terras, esta consiste da previsão do comportamento dos solos, sob manejos específicos e sob certas condições ambientais (STEELE, 1967, citado por PEREIRA et al., 2004). É, normalmente, baseada em interpretação de estudos básicos (levantamentos taxonômicos) de solos (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 1999).

Conforme Rowntree (1990), a bacia hidrográfica oferece uma excelente estrutura para manejo e

planejamento dos recursos hídricos integrando com o desenvolvimento de políticas ambientais, sociais e econômicas. Portanto, este trabalho objetiva para a bacia hidrográfica do médio curso do rio Paraíba, avaliar e mapear o potencial da produção agrícola irrigada da palma forrageira utilizando técnicas de geoprocessamento.

METODOLOGIA

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 (Figura 1), 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.

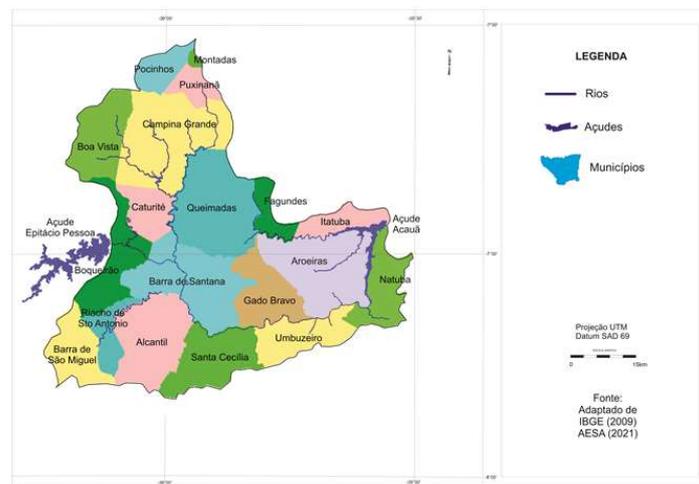


Figura 1: Localização da área de estudo. **Fonte:** IBGE (2009); AESA (2021).

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. A precipitação decresce do litoral para o interior da região (600 mm.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 mm.ano⁻¹, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m).

A vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila (FRANCISCO, 2010). Os solos predominantes na área de estudo, conforme Campos e Queiroz (2006) são Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e Vertissolo Cromado Órtico típico, Planossolo Nátrico Órtico típico (Figura 2).

Baseada nas potencialidades e limitações de solo e de clima para cultura agrícola e considerando o uso da terra na condição de sequeiro (sem irrigação) e um cenário pluviométrico, foi elaborado o mapa do potencial de produção agrícola entre o cruzamento matricial do potencial de irrigação e de capacidade de retenção de água dos solos.

Para tal, foi utilizado o mapa de potencial de irrigação dos solos elaborado por Francisco et al.

(2021) que utilizou a classificação do *Bureau of Reclamation* (BUREC, 1953) com adaptações desenvolvidas para as condições da região nordeste do Brasil por Cavalcanti et al. (1994), onde por este trabalho foi categorizado nas classes de acordo com a Tabela 1.

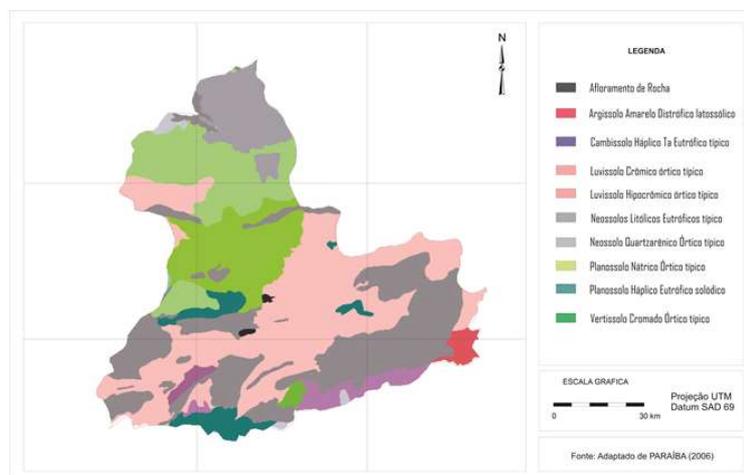


Figura 2: Mapa de solos da área de estudo. **Fonte:** Paraíba (2006).

Tabela 1: Classes do potencial de irrigação dos solos.

Classes de Irrigação

I 1	Terras aráveis, altamente adequadas para agricultura irrigada
I 2	Terras aráveis, com moderada aptidão para agricultura irrigada
I 3	Terras aráveis com aptidão restrita para agricultura irrigada
I 4	Terras aráveis de uso especial
I 5	Terras não-aráveis, mas em situação provisória
I 6	Terras não-aráveis

Também foi elaborado o mapa de capacidade de retenção de água dos solos baseado na metodologia do MAPA (2008) e de Francisco et al. (2011) utilizando as classes de capacidade de uso (PARAÍBA, 1978), onde foi possível classificar e elaborar o mapa categorizado conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação da Capacidade de retenção de água dos solos.

Classe	Condições do solo
T1 - Tipo 1	Com teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15
T2 - Tipo 2	Com solos com teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia
T3 - Tipo 3	Com solos com teor de argila maior que 35%
AP - Área Proibida	Sendo expressamente proibido o plantio de qualquer cultura que esteja em solos que apresentem teor de argila inferior a 10% nos primeiros 50 cm de solo; em solos que apresentem profundidade inferior a 50 cm; em solos que se encontra em áreas com declividade superior a 45%; e em solos muito pedregosos, isto é, solos nos quais calhaus e matacões ocupam mais de 15% da massa e/ou da superfície do terreno

Fonte: MAPA (2008).

Após, foi gerado o mapa parcial através do cruzamento matricial dos mapas de potencial de irrigação dos solos e de capacidade de retenção dos solos, utilizando o LEGAL do SPRING. As classes foram definidas pelo mais alto grau de limitação imposto e categorizado pelas classes definidas conforme a Tabela 3.

Os dados de precipitações climatológicas médias mensais e anuais foram adquiridos da base de dados coletado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), para o período de 109 anos entre 1912 a 2021 dos postos pluviométricos e selecionando-se os que possuem 30 ou mais anos de observações e procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no

preenchimento de falhas em cada série, sendo utilizada uma planilha eletrônica e elaborado o cálculo de pluviosidade. O mapa foi espacializado utilizando o software Surfer[®] 9 trial pelo método estatístico de interpolação por krigagem e após o mapa recortado utilizando os limites da bacia e importado ao SIG SPRING 5.5.

Tabela 3: Classes do cruzamento matricial entre o mapa parcial de potencial de irrigação e o de capacidade de retenção de água no solo.

Classes Irrigação	Capacidade retenção de água no solo			
	T1	T2	T3	AP
I1	MA1	MA2	MA3	MA4
I2	A1	A2	A3	A4
I3	M1	M2	M3	M4
I4	B1	B2	B3	B4
I5	MB1	MB2	MB3	MB4
I6	MB1	MB2	MB3	MB4

Legenda: I-Irrigação; T- Cap. Ret. Água no Solo; MA-Muito Alto; A-Alto; M-Médio; B-Baixo; MB-Muito Baixo.

Utilizando o mapa de pluviosidade média anual foi elaborado o mapa da condição climática para a cultura da palma forrageira. A discriminação da condição climática foi adaptada de Francisco et al. (2018) e da proposta de Varejão et al. (2002). As classes foram definidos em 5 critérios determinadas de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4: Classes de condição climática para a palma forrageira.

Legenda	Condição Climática	Pluviosidade (mm)
C1	Plena	600-800
C2	Plena com período chuvoso prolongado	800-850
C3	Moderada por excesso hídrico	> 850
C4	Moderada por deficiência hídrica	400-600
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	< 400

Fonte: Francisco et al. (2018).

Após foi elaborada uma linguagem no LEGAL do SPRING para geração do mapa de potencial de produção agrícola através do cruzamento matricial entre o mapa parcial e o mapa de cenário climático, conforme a categorização das classes descritas na Tabela 5.

Tabela 5: Classes do potencial de produção agrícola das culturas.

Potencial Parcial	Condição climática				
	C1	C2	C3	C4	C5
IT1	MA1	MA2	MA3	MA4	MB5
IT2	A1	A2	A3	A4	MB6
IT3	M1	M2	M3	M4	MB7
IT4	B1	B2	B3	B4	MB8
IT5-IT6	MB1	MB2	MB3	MB4	MB9

Legenda: C-Condição climática; I-Irrigação; T- Cap. Ret. Água no Solo; MA-Muito Alto; A-Alto; M-Médio; B-Baixo; MB-Muito Baixo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 3, observa-se Terras aráveis com aptidão restrita da classe 3, com área de 44.264,00 ha representando 11,67% da área total. Terras aráveis de uso especial da classe 4 com área de 32.029,00 ha representando 8,44% do total. As Terras não aráveis da classe 6 apresentam área de 303.113,37 ha em 79,89% da bacia. Estas estão distribuídas em toda a região da bacia onde ocorre

diversidade de solos.

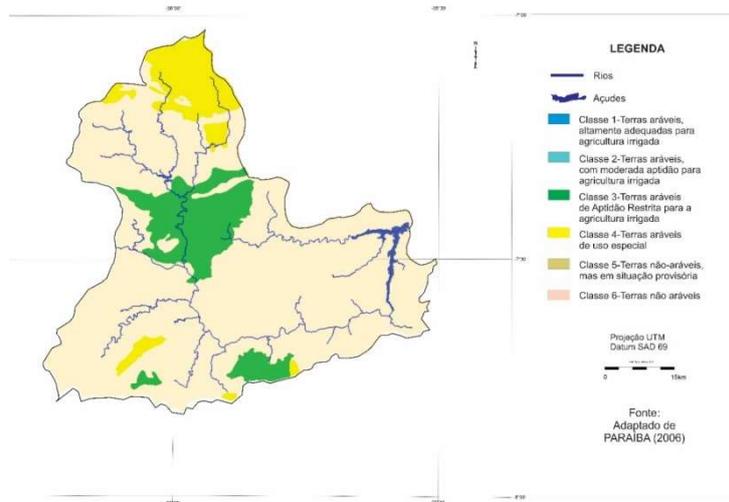


Figura 3: Potencial para irrigação da área de estudo. **Fonte:** Francisco et al. (2021).

Identifica-se 64.041,00 ha de terras do Tipo 1 (Figura 4) representando 16,88% da área total da bacia. As áreas de terras do Tipo 2 perfazem 71.135,00 ha, representando 18,75% da área total. As áreas de terras do Tipo 3 perfazem um total de 64.284,00 ha, representando 16,94% da área. As áreas identificadas como Proibidas totalizam 179.946,37 ha, representando 47,43% da área distribuídas pela bacia.

As áreas recomendadas para irrigação mapeadas por este trabalho (Figura 5) apresentam para a classe Média área de 44.250,12 ha representando 11,66% do total. A classe Baixa com 32.016,51 ha de área representando 8,44% do total localizada ao norte da bacia. A classe Muito Baixa em 79,90% da área com 303.139,74 ha distribuída por toda a bacia hidrográfica.

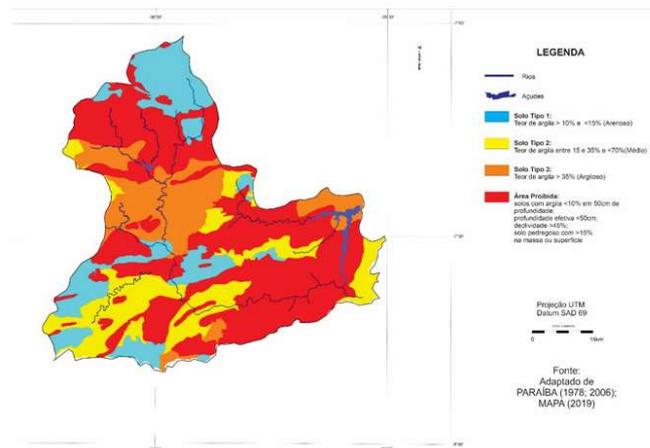


Figura 4: Capacidade de retenção de água no solo da área de estudo. **Fonte:** Paraíba (1978, 2006); MAPA (2019).

No mapa da condição climática para a cultura da palma (Figura 6), observa-se que 68,34% das terras são distribuídas em 259.282,53 ha, apresenta condição climática Plena (C1) localizada de norte a sul por toda a bacia. A condição climática plena com período chuvoso prolongado (C2), apresenta área de 35.663,31 ha (9,40%), localizadas ao leste da bacia, com maior predominância na divisa com Pernambuco nos municípios de Umbuzeiro e Natuba. A classe moderada por excesso hídrico (C3) com 14.867,10 ha representado 3,92% da área localizam-se nos municípios de Natuba e de Alcantil.

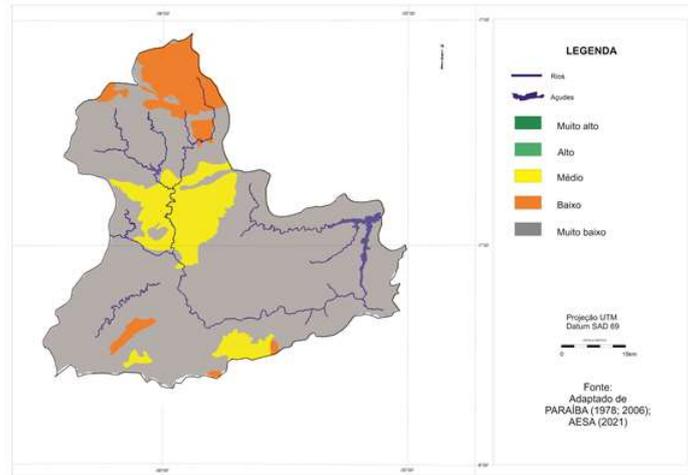


Figura 5: Recomendação para irrigação. **Fonte:** Paraíba (1978, 2006); AESA (2021).

Para a condição climática Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se 69.593,43 ha representando 18,34% do total das terras. Essas áreas apresentam-se a oeste da bacia em Boa Vista, Boqueirão e Barra de São Miguel. Observa-se que áreas inaptas por deficiência hídrica acentuada (C5) não ocorrem na bacia para a cultura da palma forrageira.

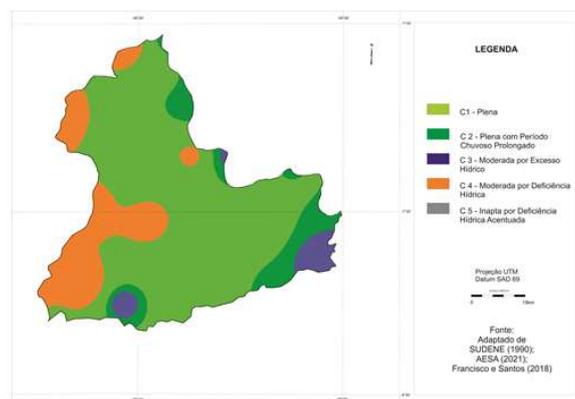


Figura 6: Condição climática para a palma forrageira. **Fonte:** Paraíba (1978, 2006); AESA (2021); Francisco et al. (2018).

Matos et al. (2016), avaliando a aptidão agroclimática do município de Barbalha-CE, região semiárida, similar à deste estudo, observaram que possui aptidão restrita para o cultivo da palma forrageira em decorrência das condições climáticas e hídricas não serem adequadas ao desenvolvimento da cultura. Resultado similar a este estudo. Portanto, o cultivo da palma forrageira nesta região requer um planejamento adequado, como a utilização de cultivares resistentes as temperaturas mais elevadas e suprimento hídrico através de irrigação nas épocas em que o solo apresenta déficit de umidade.

Para Andrade Junior et al. (2009), dentre os fatores climáticos, a chuva é o de maior importância, provoca os maiores prejuízos não só pela quantidade insuficiente, mas principalmente pela sua má distribuição espacial e temporal. A ocorrência de secas periódicas e veranicos em períodos que deveriam ser chuvosos, fenômenos que são relativamente frequentes, tornam a prática da agricultura de sequeiro nessa região uma atividade de altíssimo risco.

Conforme Marengo et al. (2004), é importante observar cuidadosamente o comportamento da

deficiência hídrica no planejamento agrícola, para obtenção de cultivos agrícolas mais seguros e economicamente viáveis. Na Figura 7, no mapa de potencial de produção agrícola irrigada da palma forrageira, observa-se que a classe Média abrange 31.156,65 ha (10,54%) com ocorrência das subclasses M1 e M2 (Tabela 6). Notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial Médio, e condição climática Plena, Plena com período chuvoso prolongado e por Moderada por deficiência.

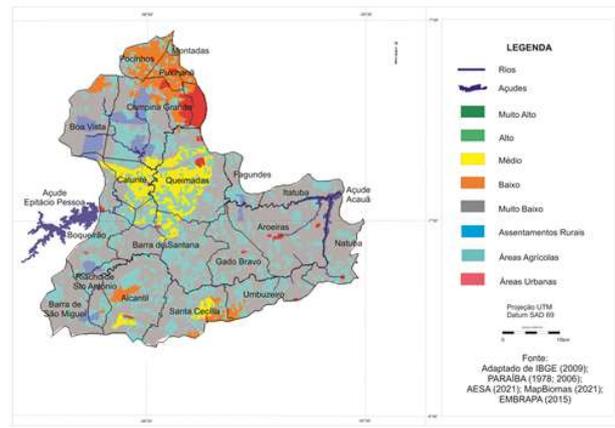


Figura 7: Potencial de produção agrícola para a palma forrageira. **Fonte:** Paraíba (1978, 2006); AESA (2021).

As áreas da classe Baixa contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 35.853,03 ha, representando 9,45% da área total, com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4. Estão localizadas ao norte da bacia em Pocinhos, Puxinanã e Campina Grande, e ao sul em Alcantil, Santa Cecília e Umbuzeiro.

Puxinanã tradicionalmente cultiva a palma forrageira e o sisal (RIBEIRO et al., 2008; CAVALCANTE, 2021), enquanto a produção pecuária tem como principais rebanhos os animais caprinos, equinos, ovinos, suínos e bovinos (IBGE, 2017). A região de Campina Grande e Boqueirão é tradicionalmente pastoril, onde tem predominando a criação de caprinos. Outrora com produção expressiva de algodão e na atualidade cultiva palma e culturas alimentares (FRANCISCO, 2010).

Tabela 6: Classes de potencial de produção agrícola para a palma forrageira.

Classe	Subclasse	Área (ha)	%
Muito Alta	MA1/MA2	-	-
Alta	A1/A2	-	-
Média	M1	30.785,31	8,11
	M2	371,34	0,10
	M3/ M4/M5/M6	-	-
	M7	886,50	0,23
Baixa	M8	7.610,85	2,10
	B1	28.618,20	7,54
	B2	3.674,97	0,97
	B3	-	-
Muito Baixa	B4	3.559,86	0,94
	MB1	200.718,00	52,90
	MB2	31.311,21	8,25
	MB3	13.504,14	3,56
	MB4	58.365,99	15,38
	MB5/MB6/MB7/MB8/MB9	-	-
Total		379.406,37	100,00

As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 303.899,34 ha, representando 80,01% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3 e MB4, predominando a subclasse MB1 (52,90%). Esta classe ocorre em quase toda a bacia por apresentarem inaptidão dos solos ao plantio e irrigação da cultura.

Para a cultura da palma forrageira, os resultados deste mapeamento do potencial de produção agrícola irrigado estão de acordo com os dados do IBGE (2017) de produção. No mapeamento da produção da cultura observa-se que os menores valores estão localizados a oeste da bacia, seguindo as linhas de pluviosidade necessária a produção localizados em solos de potencial muito baixo para a cultura.

Estes resultados indicam a experiência dos agricultores quanto à produção e está de acordo com a aptidão agrícola de risco climático recomendado pelo MAPA (2019). Observa-se que algumas áreas estão localizadas próximo ao açude Epitácio Pessoa e nas margens a jusante, podendo caso necessário o uso da irrigação, desde que sigam as recomendações da época de plantio e da cultivar mais adequada, como também o manejo adequado para a irrigação.

Bezerra et al. (2014), realizando o zoneamento de aptidão climática da cultura da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o Estado da Paraíba, constataram que a mesorregião da Borborema, região onde consta a bacia hidrográfica estudada neste trabalho, é a que propicia as melhores condições climáticas para o cultivo desta cactácea. Além do padrão de precipitação predominante estar dentro da faixa de aptidão plena para o cultivo da palma forrageira, outros fatores climáticos também converge para esta condição, tais como a temperatura.

Embora possua uma reconhecida gama de potencialidades, a palma forrageira tem sido cultivada no Semiárido Brasileiro quase exclusivamente para a produção de forragem (SANTOS et al., 2001; ARAÚJO et al., 2005) e de acordo com Bezerra et al. (2014) se tornou, ao longo das décadas, uma das principais alternativas para alimentação dos rebanhos, sobretudo em longos períodos de estiagem, quando as pastagens nativas e outras forrageiras, tais como as gramíneas e leguminosas de elevada exigência hídrica, estão sob fortes condições de estresse hídrico.

CONCLUSÃO

O uso das técnicas de geoprocessamento proporcionou resultados satisfatórios no mapeamento das áreas. Para cultura da palma forrageira foi identificada condição climática Plena (C1) em 68,34% do total da bacia; a condição climática plena com período chuvoso prolongado (C2) em 9,40%, e a condição climática moderada por excesso hídrico (C3) em 3,92%, a condição climática Moderada por deficiência hídrica (C4) em 18,34%, a condição inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) não ocorreu na bacia.

O potencial de produção agrícola irrigada para a cultura da palma forrageira não apresentou potencial Muito Alto (MA) e Alto (A), o potencial Médio (M) em 10,54%, Baixo (B) em 9,45%, e o potencial Muito Baixo (MB) em 80,01% da bacia. .

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, S. G. D.. **Cultivo da palma forrageira no**

sertão do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semiárido,

2000.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, F. A. M.; LIMA, M. G.; AMARAL, J. A. B.. Zoneamento de aptidão climática para o algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.175-184, 2009.

ARAÚJO, L. F.; MEDEIROS, A. N.; PERAZZO NETO, A.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H.. Protein enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus - indica* Mill) using *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.161-168, 2005.

BEZERRA, B. G.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LAURENTINO, G. Q.; SILVA, L. L.. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia sp.*) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.7, p.755-761, 2014.

BUREC. Department of the Interior of United States. Bureau of Reclamation Manual. **Irrigated Land use: land classification**. 1953.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H.. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, n.1, p.11-33, 1987.

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.

MARTÍNEZ, A. C.; MARTÍNEZ, C. J.; SANDOVAL, G.. Revalorization of cactus pear (*Opuntia ssp.*) wastes as a sources of antioxidants. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.782-788, 2011.

CAVALCANTE, G. T. O.. **Diagnóstico dos principais indicadores socioambientais do sisal no recorte geográfico de Pocinhos/PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAÚJO FILHO, J. C. A.; SILVA, F. B. R.. **Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste**. Embrapa, 1994.

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

FRANCISCO, P. R. M.; MORAES NETO, J. M.; SILVA, V. F.; SANTOS, D.; RIBEIRO, G. N.. Potencial de irrigação da região do médio curso do rio Paraíba. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 7. **Anais**. Goiânia, 2021.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M.; SÁ, T. F.. Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, p.1043-1055, 2011.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.. **Aptidão Climática do Estado da Paraíba para as Principais Culturas Agrícolas**. Campina Grande, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal**. 2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. 2008.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R.; SAULO, C.; NICOLINI, M.. Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEP-NCAR Reanalyses: characteristics and temporal variability. **Journal of Climate**, v.17, n.12, p.2261-2280, 2004.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; BORGES, V. E.; MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; DANTAS NETO, J.. Zoneamento agroclimático da palma forrageira para o município de Barbalha-CE. **Revista Espacios**, v.38, n.23, p.27, 2017.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B.; LIMA, R. A. F.. 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.

NOBEL, P. S.. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTABARRIOS, E.. **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 1995

PARAÍBA. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba**. 1978.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. **PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas**. 2006.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F.. **Avaliação da aptidão agrícola das terras**: proposta metodológica. Jaguaruina: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

PINTO, T. F.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; MEDEIROS, G. R.; AZEVEDO, P. S.; OLIVEIRA, R. L.; TREVIÑO, I. H.. Use of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) replacing corn on carcass characteristics and non-carcass components in Santa Inês lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1333-1338, 2011.

AGÜERO, J. A. R.; AGUIRRE, J. R.; BANUET, R. A. V.. Reproductive biology of *Opuntia*: a review. **Journal of Arid Environments**, v.64, p.549-585, 2006.

RIBEIRO, G. N.; TEOTIA, H. S.; MARACAJÁ, V. P. B. B.; BARROS, D. F.. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no agreste paraibano: municípios de Pocinhos e Puxinanã. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.231-244, 2008.

ROWNTREE, K.. Political and administrative constraints on integrated river basin development: an evaluation of the Tana and Athi Rivers Development Authority. **Applied geography**, v.10, n.1, p.21-41, 1990.

SAMPAIO, C. B. V.; WEILL, M. A. M.; DOURADO, C. S.; SAMPAIO FILHO, C. V.. Classificação do potencial de terras para irrigação na região do alto da bacia do rio Itapicuru. In: REUNIÃO SULAMERICANA PARA MANEJO E SUSTENTABILIDADE DA IRRIGAÇÃO EM REGIÕES ÁRIDAS E SEMIÁRIDAS, 2. **Anais**. Cruz das Almas, 2011.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.;

ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N..

Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.12-17, 2001.

SNYMAN, H. A.. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica*

and *O. robusta* plants. **South African Journal of Botany**, v.72, p.434-441, 2006.

SILVA, M. A. V.; BARROS, A. H. C.. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos.** Recife: Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2002.

TORRADO, P. V.; LEPCSH, I. F.; CASTRO, S. S.. Conceito e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.4, p.145-192, 2005.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).
The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157205169476206593/>