



Potencial de irrigação e de expansão para o estado da Paraíba *Irrigation Expansion Potential for the Paraíba State*

Paulo Roberto Megna Francisco¹, Djail Santos², Viviane Farias Silva¹, George do Nascimento Ribeiro³

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG-CTRN), Paraíba, Brasil

² Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Paraíba, Brasil

³ Universidade Federal de Campina Grande (CDSA- UEAB), Paraíba, Brasil

Contato: paulomegna@gmail.com

Palavras-Chave

irrigação agrícola
terras irrigáveis
uso da água

RESUMO

A adoção e a aplicação de metodologias atualizadas de classificação de terras para a irrigação podem permitir o planejamento do uso da terra com vistas ao desenvolvimento sustentável. Este trabalho objetivou mapear terras irrigáveis e avaliar áreas com potencial de expansão para o Estado da Paraíba. Para o mapeamento do potencial de terras para irrigação foi utilizado o SPRING 5.4 e arquivo digital da classificação conforme Bureau of Reclamation com adaptações desenvolvidas para as condições da região nordeste adotando quatro classes de terras consideradas aráveis e duas consideradas não-aráveis. Para a classificação e mapeamento dos municípios das áreas irrigadas e com potencial de irrigação, foi adotada a metodologia da Agência Nacional das Águas dos indicadores municipais de área irrigada e fertirrigada atual e área adicional irrigável. Os resultados apresentaram Terras aráveis de aptidão restrita para a agricultura irrigada distribuídas em área total de 520.200 ha (9,23%) e Terras aráveis de uso especial em 738.000 ha (13,09%). Terras aráveis de aptidão restrita para a agricultura irrigada ocorreram distribuídas em todo o Estado com área total de 520.200 hectares representando 9,23%, e Terras aráveis de uso especial observou-se em 738.000 ha (13,09%). A classe de 0-100 apresentou potencial de expansão de irrigação em 9.799 ha. Na classe de 100-1.000 o potencial de expansão de área adicional irrigável apresentou 12.363 ha. A classe de 1.000-2.000 apresentou adicional irrigável de 3.620 ha. Para a classe de 2.000-3.000 o potencial de expansão de adicional irrigável foi de 2.407 ha (35%). Na classe de 3.500-5.000 apresentou um potencial de expansão de adicional irrigável de 179 ha. A classe de 5.000-10.000 o potencial de expansão adicional irrigável foi de 2.200 ha.

Key-word

agricultural irrigation
irrigable land
water use

ABSTRACT

Adopting and applying up-to-date land classification methodologies for irrigation can enable land use planning for sustainable development. This work aimed to map irrigable lands and evaluate areas with potential for expansion to the State of Paraíba. SPRING 5.4 and digital file of the classification according to the Bureau of Reclamation were used to map the potential of land for irrigation, with adaptations developed for the conditions of the northeast region, adopting four classes of land considered arable and two considered non-arable. For the classification and mapping of the municipalities in the irrigated areas with potential for irrigation, the methodology of the National Water Agency of the municipal indicators of the current irrigated and fertigated area and additional irrigated area was adopted. The results showed arable land of restricted suitability for irrigated agriculture distributed over a total area of 520,200 ha (9.23%) and arable land of special use in 738,000 ha (13.09%). Arable land with restricted aptitude for irrigated agriculture was distributed throughout the state with a total area of 520,200 hectares representing 9.23%, and arable land for special use was observed in 738,000 ha (13.09%). The 0-100 class presented the potential for irrigation expansion in 9,799 ha. In the 100-1,000 class, the potential for expansion of additional irrigable area was 12,363 ha. The 1,000-2,000 class had an additional irrigable of 3,620 ha. For the 2,000-3,000 class the potential for additional irrigable expansion was 2,407 ha (35%). In the 3,500-5,000 class it presented an additional irrigable expansion potential of 179 ha. In the 5,000-10,000 class the potential for additional irrigable expansion was 2,200 ha..

Informações do artigo

Recebido: 20 de junho, 2021

Aceito: 11 de novembro, 2021

Publicado: 22 de dezembro, 2021

Introdução

Globalmente, a produtividade obtida com a prática da agricultura irrigada é 2,7 vezes maior do que a obtida pela agricultura tradicional de sequeiro, que é dependente das irregularidades das chuvas. A estimativa de potencial para acréscimo na área mundial dominada por sistemas de irrigação, que atualmente é de 304 milhões de hectares, é cerca de 180 milhões de hectares se considerar a possibilidade de incorporação das áreas potenciais brasileiras para desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada, que representam um adicional, à atual área irrigada, com cerca de 25 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2013).

A seca é hoje a que causa maior impacto, e a deficiência hídrica associada aos períodos de longa estiagem constitui uma das principais causas das quebras de safras (MAPA, 2008). Em regiões afetadas pela escassez contínua de água, como no Semiárido brasileiro, a irrigação é fundamental, ou seja, uma parte importante da agricultura só se viabiliza mediante a aplicação artificial de água (ANA, 2021).

O Estado da 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 (MENEZES et al., 2010; GUEDES FILHO et al., 2010).

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas. Embora possa apresentar excelentes resultados de forma isolada, essa prática é geralmente implementada em meio a outras melhorias no pacote tecnológico do produtor rural, ou seja, tende a ser acompanhada ou antecedida por aperfeiçoamentos em outros insumos, serviços, máquinas e implementos – melhorias que em conjunto resultam em diversos benefícios (ANA, 2021).

A adoção e a aplicação de metodologias atualizadas de classificação de terras para a irrigação podem permitir o planejamento do uso da terra com vistas ao desenvolvimento sustentável. Essas ações poderiam minimizar a degradação das terras e/ou da baixa taxa de retorno econômico, que afetam em muitos casos o pleno sucesso dos projetos irrigados (AMARAL, 2005). Para Sousa et al. (2013), a classificação de terras para irrigação é feita com base nas potencialidades e limitações dos solos. Essas informações são necessárias para a delimitação das terras de classes aptas, eliminando as áreas inaptas nas condições econômicas prevalentes.

O dimensionamento dos recursos naturais é fundamental para qualquer projeto de desenvolvimento e no caso para atividade hidroagrícola a importância é ainda maior principalmente sobre o aspecto qualitativo (PARAÍBA, 1980).

A metodologia clássica de avaliação do potencial de terras para irrigação no Brasil, até o final do século passado, era a do Bureau of Reclamation – BUREC (CARTER, 2002), como exemplo, o Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1980).

Atualmente a Agência Nacional de Águas desenvolveu o Atlas de Irrigação (ANA, 2021), visando suprir a carência de informações sobre a agricultura irrigada, bem como disponibilizar novos dados secundários, contudo sua limitação se dá devido a escala de trabalho de 1:2.500.000.

Portanto, este trabalho propõe mapear terras irrigáveis e avaliar áreas com potencial de expansão para o Estado da Paraíba.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

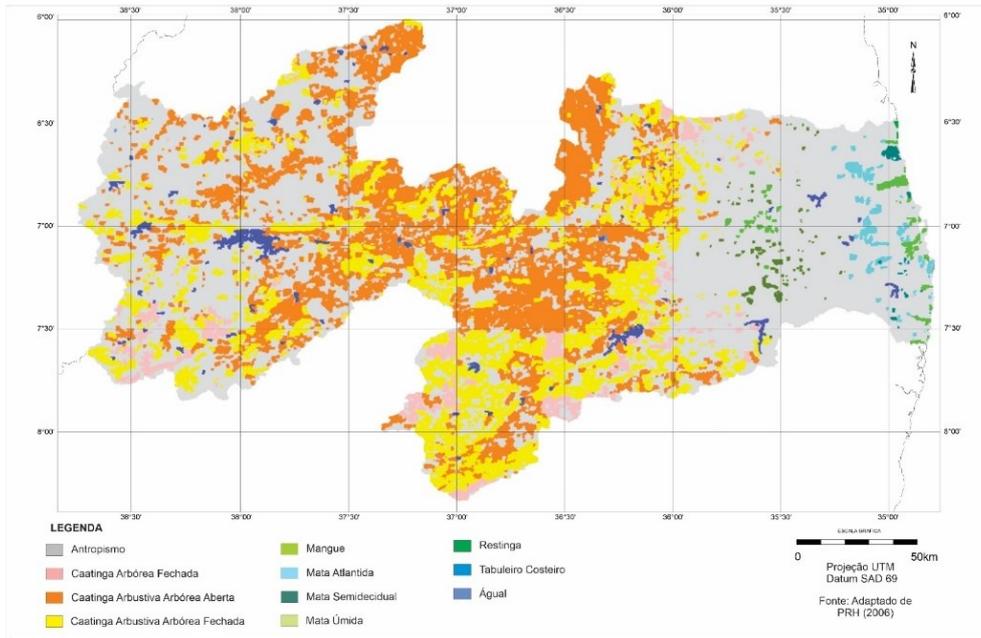
O Estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, apresenta uma área de 56.372 km², que corresponde a 0,662% do território nacional. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18" S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45" W. Ao norte, limita-se com o Estado do Rio Grande do Norte; a leste, com o Oceano Atlântico; a oeste, com o Estado do Ceará; e ao sul, com o Estado de Pernambuco (FRANCISCO, 2010).

O relevo apresenta-se de forma geral bastante diversificado, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos do Estado: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal (Figura 1) caracterizam-se por formações florestais definidas, como Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada, Caatinga Arbórea Fechada, Tabuleiro Costeiro, Mangues, Mata-úmida, Mata semidecidual, Mata Atlântica e Restinga (PARAÍBA, 2006).

O clima caracteriza-se por temperaturas médias elevadas (22 a 30 °C) com baixa amplitude térmica anual, em função da baixa latitude e elevações (<700 m). A precipitação varia de 400 a 800 mm anuais, nas regiões interiores semiáridas, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar os 1600 mm (VAREJÃO-SILVA et al., 1984). De acordo com Francisco et al. (2015a) os meses com temperaturas mais baixas são junho, julho e agosto, enquanto os meses mais quentes são outubro, novembro e dezembro no estado como um todo, sendo esses os meses com os menores índices de precipitação pluviométrica, pois é o período mais seco da região.

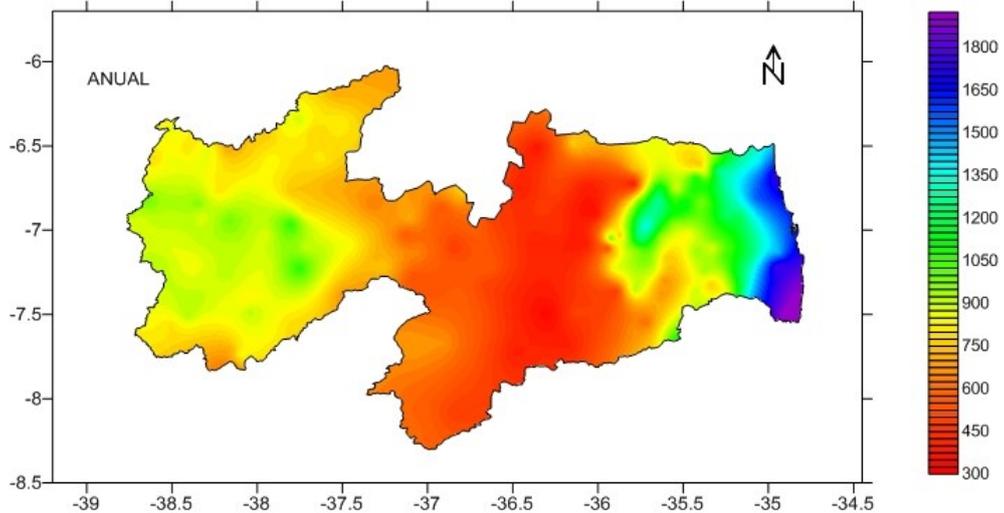
De acordo com Francisco et al. (2015b) a distribuição da precipitação pluviométrica (Figura 2) ocorre de forma irregular e com grande variação durante todo o ano e sua distribuição anual demonstra a alta variabilidade espacial de precipitação no setor central do Estado com menores valores em torno de 300 a 500 mm; no Sertão e Alto Sertão em torno de 700 a 900 mm; no Brejo e Agreste de 700 a 1.200 mm; e no Litoral em média de 1.200 a 1.600 mm. O Estado da Paraíba é caracterizado por dois regimes de chuvas, um de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú; e o outro de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral (FRANCISCO; SANTOS, 2017), onde é caracterizado pelas irregularidades espaciais e temporais (NOBRE; SHUKLA, 1996).

Figura 1. Uso atual e cobertura vegetal do Estado da Paraíba



Fonte: adaptado de PARAÍBA (2006)

Figura 2. Pluviosidade anual média (mm)



Fonte: Francisco e Santos (2017)

Conforme Francisco et al. (2015c), o Estado da Paraíba apresenta, de acordo com a classificação climática de Köppen, quatro tipos diferentes de clima. O clima Aw, que caracteriza a região do Litoral norte como Tropical com estação seca no inverno, o clima Am no Litoral norte e Sul do Estado, o tipo climático As domina em sua maioria nas regiões de parte do Litoral, Brejo, Agreste e em pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão. O tipo climático BSh é predominante na área do Cariri/Curimataú, e boa parte da área do Sertão (Figura 3). De acordo com Francisco et al. (2013) as classes predominantes de solos área de estudo (Figura 4) estão descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da

Paraíba (PARAÍBA, 1978), e 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.

De uma forma geral os solos predominantes são os Luvisolos crômicos, Neossolos Litólicos, Planossolos Solódicos, Neossolos Regolíticos Distróficos e Eutróficos distribuídos pela região do sertão e nos cariris, os Vertissolos na região de Souza, e os Argissolos Vermelho Amarelo e os Neossolos Quartzarênicos no litoral do Estado (FRANCISCO, 2010).

Figura 3. Classificação climática de Köppen

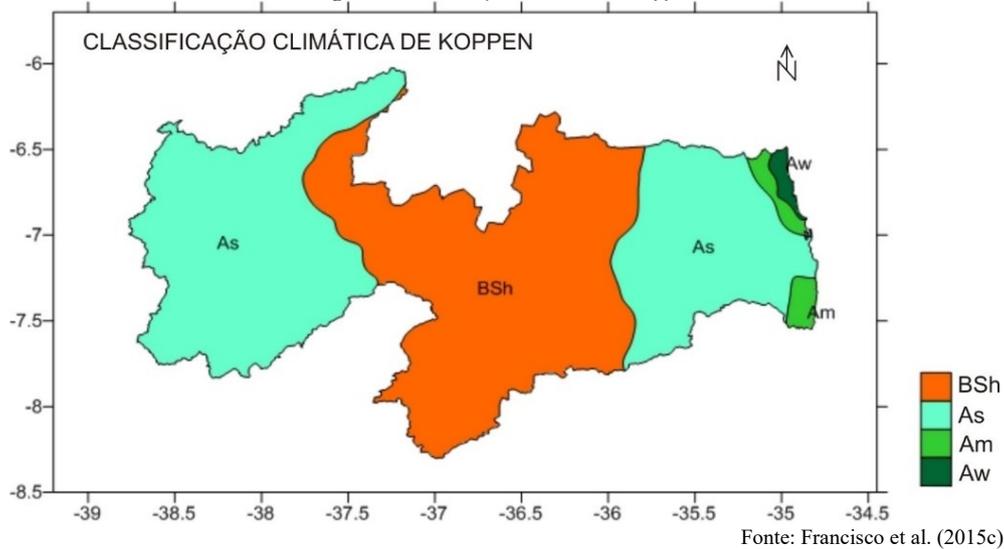
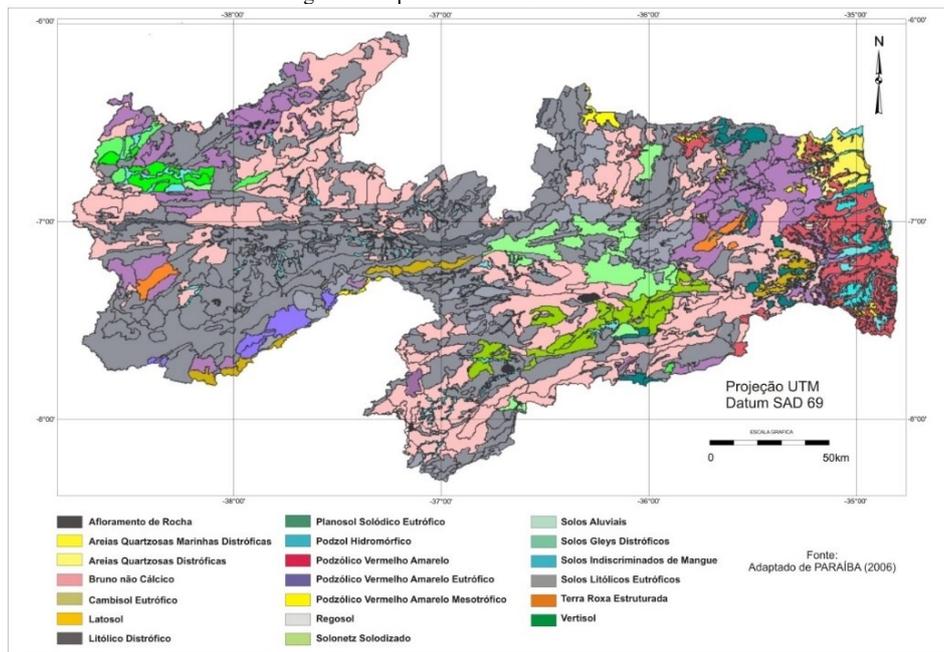


Figura 4. Mapa de solos do Estado da Paraíba



Fonte: Francisco et al. (2013)

Mapeamento do potencia de irrigação

Para o mapeamento do potencial de terras para irrigação foi importado ao SIG SPRING 5.4 na base de dados na projeção UTM/SAD69 de Francisco et al. (2016), o arquivo digital fornecido pela AESA (2012) da classificação utilizada por PARAÍBA (2006) conforme *Bureau of Reclamation* (USA, 1953) e com adaptações desenvolvidas para as condições da região nordeste do Brasil por Cavalcanti et al. (1994) adotando para a classificação e o mapeamento quatro classes de terras consideradas aráveis e duas consideradas não-aráveis.

Na classificação foram consideradas: terras aráveis, a vocação cultural ou capacidade de pagamento decresce progressivamente das classes de 1 para a 4. As terras da classe 4, denominadas de uso especial, são aquelas de uso restrito e que podem ter uma deficiência excessiva ou várias deficiências combinadas. As terras não-aráveis são aquelas definidas pelas classes 5 e 6. A concepção do sistema admite que na classe 5 estejam incluídas terras com valor potencial que possam passar para uma classe arável ou para classe 6 em definitivo, após estudos agrônômicos, de engenharia civil ou de economia.

A classe 6 inclui as terras que não apresentam as condições mínimas exigidas para seu enquadramento em outra classe e, portanto, são inadequadas para cultivos irrigados convencionais.

Neste trabalho foram utilizados dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2021) do Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada onde consta os Indicadores Municipais - Área irrigada e fertirrigada atual e área adicional irrigável para cada município do Estado. Com o uso de planilha eletrônica foram realizados a classificação dos municípios e os cálculos das áreas irrigadas e com potencial de irrigação. Para a elaboração dos mapas de distribuição das áreas irrigadas e com potencial de irrigação foi utilizado o SIG SPRING e um software para design gráfico e edição.

Resultados e Discussão

Classe de terras aráveis de aptidão restrita

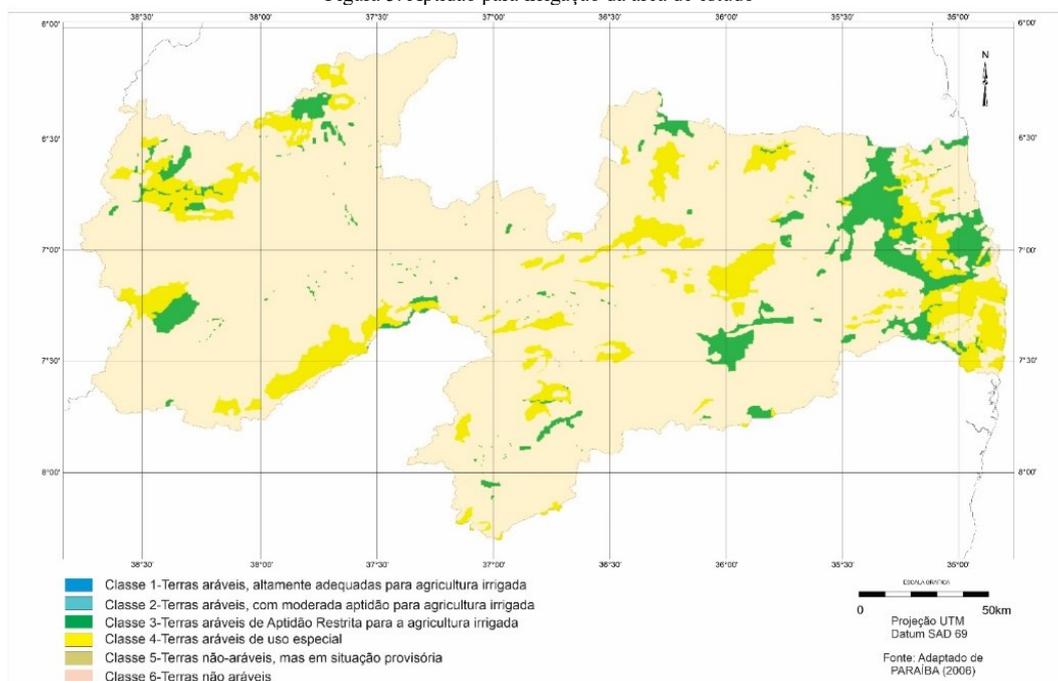
Pelos resultados obtidos, observa-se que as Terras aráveis de aptidão restrita para a agricultura irrigada ocorrem distribuídas em todo o Estado da Paraíba (Figura

5), com área total de 520.200 hectares (ha) representando 9,23% do total da área (Tabela 1). Estas ocorrem total ou parcialmente nos municípios localizados na região do Sertão em São José de Caiana, Uiraúna, Vieirópolis e Caturité, na região do Cariri nos municípios de Barra de Santana, Campina Grande, Umbuzeiro, Sta. Cecília e Araruna, e na região do Brejo em Cacimba de Dentro e Mulungu, estes ocorrem principalmente sob Argissolos e Vertissolos. Observa-se também pequenas áreas distribuídas ao longo da drenagem dos principais rios localizadas em Neossolos Flúvicos e/ou próximos a açudes. Para os Vertissolos, de acordo com Cavalcante et al. (2005), concorrem a forte susceptibilidade à erosão, grande pedregosidade e pequena profundidade destes. Os Neossolos Flúvicos são solos de grande importância, no que diz respeito à exploração agrícola e pecuária da região semiárida, porém com auxílio da irrigação podem ser utilizados para o cultivo intensivo de forrageiras e diversas outras culturas. As áreas de cotas regionais mais baixas, onde se acumulam as águas provenientes das circunvizinhanças e os solos já possuem Na⁺ trocável. Estes fatores reunidos concorrem para que estes solos sejam muito susceptíveis à salinização.

Tabela 1. Aptidão para irrigação

Municípios em destaque	Classe	Área (ha)	(%)
S. J. de Caiana/Uiraúna/Vieirópolis/Caturité/ Barra de Santana/Campina Grande/Umbuzeiro/ Sta. Cecília/Araruna/Cacimba de Dentro/Mulungu	Terras aráveis de aptidão restrita	520.200	9,23
Monte Horebe/Serra Grande/Bonito de Sta. Fé/Manaíra/ S. J. de Princesa/Mãe D'água/Princesa Isabel/Tavares	Terras aráveis de uso especial	738.000	13,09
	Terras não aráveis	4.379.000	77,68
Total		5.637.200	100

Figura 5. Aptidão para irrigação da área de estudo



Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); AESA (2012)

Na região do Litoral esta classe ocorre total ou parcialmente em Jacaraú, Juripiranga, Pedras de Fogo, Sapé, Mari, Cruz do Espírito Santo, Lucena, Araçagi, Santa Rosa, Itapororoca, Curral de Cima, Pedro Régio, Araçagi e Rio Tinto, sob Argissolos Vermelho Amarelo. Cavalcante et al. (2005) afirmam que nestes solos, as práticas agrícolas racionais (adubações, medidas conservacionistas e irrigação) aumentam consideravelmente a produtividade.

A área mapeada representa 9,23% do total, proporção maior que o nacional, pois, de acordo com Christofidis (1999), no meio rural do Brasil, tem-se que a área total de solos aptos à irrigação é estimada em 29,6 milhões de hectares – 13,5 milhões de hectares nas áreas de várzeas e 16,1 milhões de hectares em terras altas – o que representa cerca de 3,5% do território nacional.

Mesmo com estas condições dos solos destas áreas, também ocorre a influência da pluviosidade, pois observa-se que, o Estado da Paraíba é caracterizado por dois regimes de chuvas, um de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú; e o outro de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral (BRAGA; SILVA, 1990; SILVA, 1996).

Conforme Francisco e Santos (2017), de acordo com a distribuição espacial e temporal das precipitações, observa-se a alta variabilidade da precipitação, tanto espacial como temporal.

No mês de janeiro, observam-se chuvas mais significativas e de forma isolada nas regiões do Sertão e Alto Sertão da Paraíba. No mês de fevereiro, esta distribuição já se torna mais homogênea. Os meses de março e abril são os meses mais chuvosos em praticamente todo o Estado da Paraíba, e nos meses de maio a agosto têm-se os maiores totais e que se concentram na faixa leste, principalmente no Litoral Sul. Setembro é considerado o mês mais seco e, no restante do ano, as chuvas ocorridas são de forma isolada.

Classe de terras aráveis de uso especial

Na classe de Terras aráveis de uso especial observa-se 738.000 ha (13,09%) localizados em municípios que apresentam solos com esta aptidão, onde provavelmente não ocorre pluviosidade suficiente durante o ano para armazenamento desta água para posterior uso na irrigação. Estes municípios são Baraúna, Pedra Lavrada, Cubati, Olivedos, Pocinhos, Puxinanã, Coxixola,

Monteiro, Livramento e Parari, localizados nas regiões do Seridó e Cariri, áreas com pluviosidade menor.

Conforme PARAÍBA (1978), outro fator que pode colaborar com a irrigação, é que a maioria dos rios que se localizam nestas áreas são intermitentes, de regime temporário, permitindo na estação seca a utilização de seus leitos, onde também possuem seus cursos interceptados por barragens que exercem importante papel nas áreas de sua influência.

Classe de terras não aráveis

A classe de Terras não aráveis para a agricultura irrigada apresenta-se em 77,68% do Estado em 4.379.000 ha distribuída por toda a área nos demais municípios. Isto é devido às condições dos solos quanto à textura, profundidade efetiva, drenagem, capacidade de armazenamento e principalmente a baixa ocorrência e distribuição das chuvas nestas áreas.

Na região do Litoral, os municípios de Marcação e Baía da Traição, de acordo com o mapeamento da aptidão a irrigação, apresentam Terras não aráveis, mas conforme se pode observar a partir da Figura 6 que ocorre a irrigação principalmente em áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

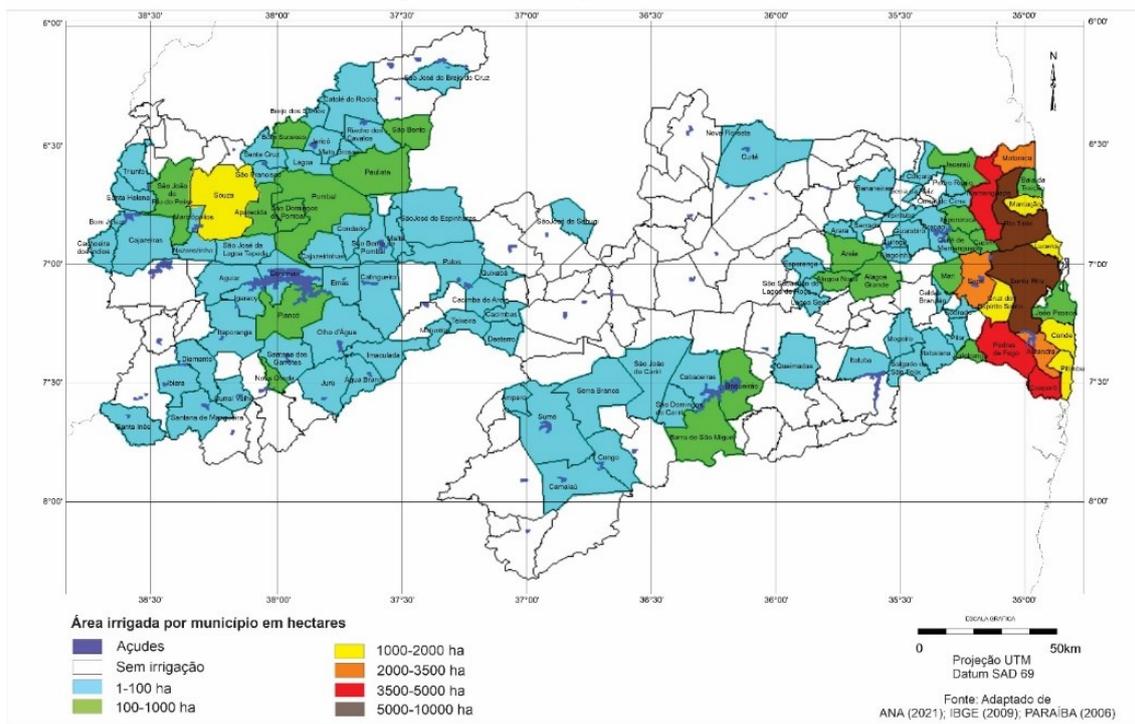
Estas terras ocorrem em Neossolos Quartzarênicos, que conforme Cavalcante et al. (2005), as principais limitações à sua utilização agrícola, são a muito baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, determinada pela sua textura arenosa, que inclusive dificulta as práticas de adubação que visam a ser feitas.

Potencial de expansão irrigável

Na Figura 6, da área total irrigada no Estado, e pela Tabela 2, pode-se observar que na classe de 0-100 ha irrigados apresenta 2.419 ha onde constam 84 municípios, e em maior destaque Araçagi no Litoral, e Coremas no Sertão devido a localização do Açude Coremas-Mãe D'água.

Para Araçagi observa-se que, pela sua localização em solos com maior aptidão e maior pluviosidade de 1.200 mm anual (Figura 2), a irrigação apresenta-se incipiente, portanto, com possibilidade de aumento de área com uso de irrigação. De acordo com ANA (2021), a área irrigada com água de mananciais é mais relevante na Paraíba em 6,0%.

Figura 6. Área total irrigada da área de estudo



Fonte: Adaptado de ANA (2021); PARAÍBA (2006); IBGE (2009)

Tabela 2. Classes de área irrigada e potencial por município

Qtde	Municípios em Destaque	Uso da irrigação (ha)	Área Total (ha)	Área com Potencial (ha)
75		sem uso	0	0
28	Aroeiras/Natuba	sem uso	0	5.799
84	Araçagi/Coremas	0-100	2.419	9.799
22	Pombal/Paulista/Boqueirão/São Bento/São José do Rio do Peixe	100-1000	8.566	12.363
6	Sousa/Conde	1000-2000	7.909	3.620
3	Alhandra/Mataraca/Sapé	2000-3500	6.526	2.407
3	Caaporã/Pedras de Fogo/Mamanguape	3500-5000	11.237	179
2	Rio Tinto/Santa Rita	5000-10000	15.933	2.200
223	Total		52.590	36.367

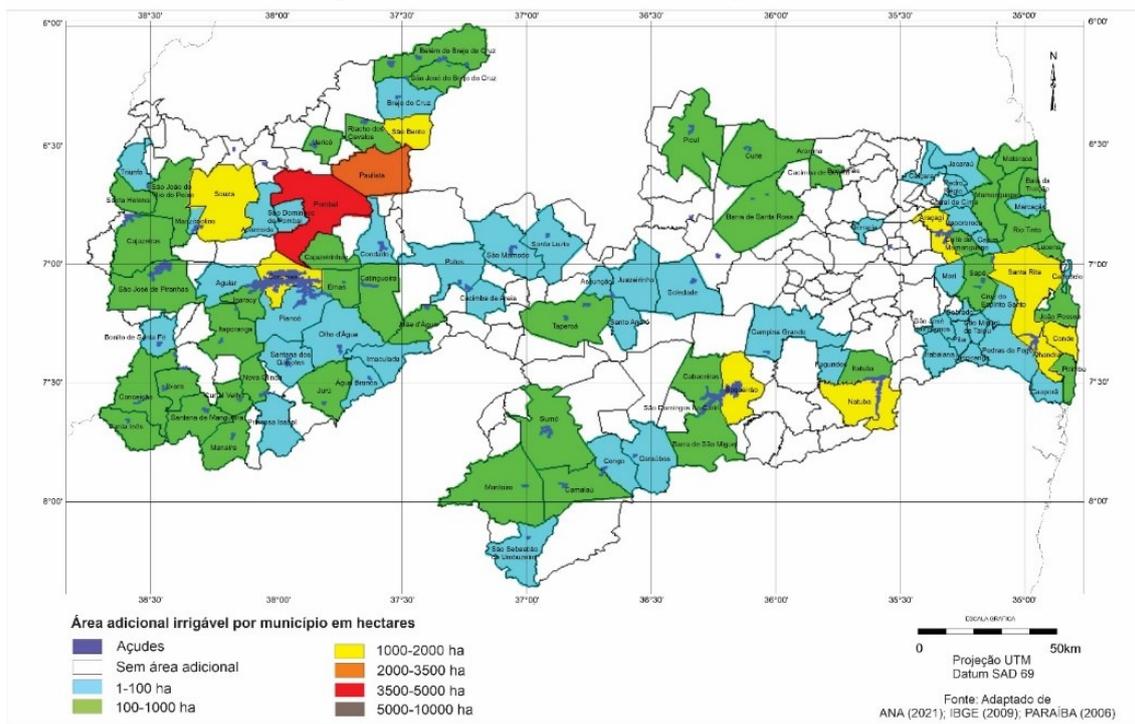
Para a classe de 100-1.000 ha apresenta 8.566 ha irrigados distribuídos em 22 municípios, com destaque para Pombal, Paulista, São Bento e São José do Rio do Peixe na região do Sertão e Boqueirão localizado no Cariri (Figura 6). Observa-se também que, no caso destes municípios, por estarem localizados próximos a reservatórios como açudes de grande porte de água, onde a possibilidade do potencial de expansão de adicional irrigável é de 12.363 ha (Figura 7).

Na classe de 1.000-2.000 ha por município (Figura 6), apresenta um total de 7.909 ha irrigados onde constam 6 municípios em destaque, em Sousa localizado no Sertão e Conde na região do litoral. Conde por ocorrer

maior pluviosidade entre 1700 mm ao ano (Figura 2), mesmo apresentando em sua maioria Terras aráveis de uso especial, e Sousa por estar localizado em Vertissolos que apresentam alguns problemas quando seco e úmido, duro e pegajoso, respectivamente, mas por estar próximo e ao longo do Projeto de Irrigação Várzeas de Sousa (PIVAS).

Na Figura 7, pode-se observar que, o potencial de expansão de adicional irrigável é de 3.620 ha, onde os municípios de Coremas, Sousa e São Bento se destacam devido a presença do PIVAS, do açude Coremas-Mãe D'água e a presença dos rios Piancó, Piranhas e Espinharas.

Figura 7. Potencial de expansão de adicional irrigável da área de estudo



Fonte: Adaptado de ANA (2021); PARAÍBA (2006); IBGE (2009)

De acordo com ANA (2021), para a área do Projeto de Irrigação Várzeas de Sousa, localizado nos municípios de Sousa e Aparecida, com um total de 6.336 ha com uma área já implantada de 4.404 ha, apresenta somente 1.606 ha em produção de culturas como coco em 40% e banana em 26% da área, e com uso de sistema de irrigação de aspersão em 42%, e localizada em 58% da área total.

A classe de 2.000-3.500 (Figura 6) apresenta 6.526 ha irrigados onde constam 6 municípios, e com maior destaque para os municípios de Alhandra onde ocorre sob Argissolos, Mataraca localizados na região do Litoral sob Neossolo Quartzarênico, e Sapé localizados na região do agreste em Luvisolos, todos indicadas como Terras não aráveis. Observa-se um potencial de expansão de adicional irrigável em 2.407 ha, em torno de 35% de possibilidade de expansão de área, isto devido a localização geográfica quanto a distribuição da pluviosidade em torno de 1700 mm anual.

A classe de 3.500-5.000 (Figura 6) apresenta 11.237 ha irrigados onde constam 3 municípios, Mamanguape, Pedras de Fogo e Caaporã, onde ocorre sob Argissolos, localizados na região do Litoral totalizando um potencial de expansão de 179 ha.

Observa-se que ocorre somente em 2 municípios, Rio Tinto e Santa Rita a classe de 5.000-10.000 ha com área de 15.933 ha irrigados localizados na região do Litoral sob a ocorrência de Argissolos. Estas áreas apresentam um potencial de expansão adicional irrigável de 2.200 ha devido a ocorrência de maior pluviosidade. De acordo com o MAPA (2010) e Paixão et al. (2011) existem

9 usinas de cana de açúcar distribuídas pelos municípios de Mamanguape, Santa Rita, Rio Tinto, Pedras de Fogo, Caaporã e Sapé. Faria et al. (2008) afirmam que, a irrigação complementar ou suplementar da cana-de-açúcar é, hoje, uma das alternativas tecnológicas em busca da verticalização da produção dessa cultura no litoral da Paraíba.

Entretanto, neste setor, o desperdício de água é ainda mais vexatório, pois aproximadamente 95% dos quase 3 milhões de hectares que são irrigados atualmente no Brasil utilizam os métodos menos eficientes, como espalhamento na superfície, aspersão convencional e pivô central (CHRISTOFIDIS, 1999).

Pela Figura 6 e pela Tabela 2, pode-se observar que 75 (33,63%) dos municípios do Estado não utilizam o uso de irrigação para produção agrícola, 28 municípios não utilizam, mas apresentam área potencial em 5.799 ha e se destacam Aroeiras e Natuba, localizados próximos a drenagem do rio Paraíba.

Christofidis (2013) afirma que, a incorporação de áreas dominadas pelo método de irrigação localizada (gotejamento, microaspersão, etc.) elevou-se de 112.730 (1996), para 327.866 hectares (2006). Na região Nordeste, houve a expansão da área atendida com sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) de 55,2 mil hectares, em 1996, para uma superfície da ordem de 103 mil hectares, em 2006. ANA (2021) observa que o potencial de instalação da irrigação (total e efetivo) deve ser analisado com cautela, sendo útil para o planejamento geral, zoneamentos e o monitoramento do setor.

De acordo com ANA (2021) o Estado da Paraíba apresenta somente um potencial efetivo de área adicional irrigável de 0,03%. No entanto, por este trabalho observa um potencial de 0,64%, resultado superior devido à escala de trabalho e o nível de informações dos solos.

Para ANA (2021), essa projeção indica a incorporação dessas áreas disponíveis utilizando-se os métodos mais eficientes no uso da água – irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e a aspersão por pivô central – deverão ser responsáveis por cerca de 75% desse crescimento, com destaque para a fruticultura. Numa previsão de horizonte para 2040 é prevista uma maior participação dos pivôs centrais e da irrigação localizada (concentrada na tipologia outras culturas e sistemas) nas demandas da agricultura irrigada.

Conforme ANA (2021), os polos de agricultura irrigada (nacional, regionais ou locais) são unidades territoriais cruciais para o planejamento do setor e a implementação dos instrumentos das políticas de irrigação e de recursos hídricos. A delimitação dessas áreas e o detalhamento de seus atributos dão foco para a gestão e servem como vitrines para o desenvolvimento de outras iniciativas.

Neste contexto, o Projeto de Irrigação Várzeas de Sousa (PIVAS) (Figura 8), localizado no município de Sousa, estende-se por uma área total de 6.335,74 hectares, distribuídos em 178 lotes de pequenos irrigantes; 18 lotes empresariais; lotes destinados a pesquisa, experimentação e extensão rural; 1.879,39 ha destinados às áreas

ambientais e de infraestrutura e corredores da fauna, e um lote destinado ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária para o assentamento de 141 famílias. As principais lavouras exploradas em 2010 no projeto eram banana pacovan, banana nanica, coco anão, romã, arroz vermelho e sorgo granífero (ECONORDESTE, 2018) (Figura 9).

A cultura da cana-de-açúcar teve sua expansão no Nordeste brasileiro no período de 1970 a 1975, com recursos do programa do álcool (Proálcool), principalmente nos tabuleiros costeiros, por se tratar de uma região mais favorecida por chuvas em determinados períodos do ano (FARIAS et al., 2008).

A cana-de-açúcar é o produto agrícola mais produzido na Paraíba, conforme Pesquisa da Produção Agrícola Municipal em 2013 (IBGE, 2014). De acordo com o levantamento, apresentou em 2013 um aumento de 3,9% em relação a 2012. O valor da produção de cana-de-açúcar em 2013 foi de R\$ 386 milhões. A área destinada à colheita do produto foi de 122.070 hectares.

No Estado da Paraíba, 122,1 mil hectares estão destinados ao cultivo de lavouras de cana-de-açúcar, representando em média 1,5% da área total do país, com produtividade média de 54,8 toneladas ha⁻¹ (CONAB, 2019). Nos últimos anos houve um crescente aumento na área plantada e na produção da cana, causado, sobretudo pelo aumento das exportações de açúcar e álcool (Figura 10).

Figura 8. Várzeas de Sousa



Fonte: Google Earth (2021)

Figura 9. Imagens da área das Várzeas de Sousa



Fonte: Flickr (2013)

Figura 10. Imagens da área de plantio de cana-de-açúcar



Fonte: ASPLANPB (2021)

De acordo com a Revista Cultivar (2021), o último levantamento desta cultura, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), a estimativa de produção da Paraíba para a safra 2020/2021 foi de 6,77 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

Alguns componentes climáticos influenciam diretamente no crescimento, na produção e na qualidade da cana-de-açúcar, a exemplo da radiação solar e também da disponibilidade hídrica adequada e bem distribuída, seguida de meses relativamente secos, a fim de obter alto rendimento de sacarose (EMBRAPA, 2012). A dinâmica atual da produção de cana-de-açúcar sofre a limitação da extensão da principal área física produtora, além de dificuldades de topografia, clima, fertilidade do solo e baixo nível tecnológico de produtores de menor porte

(PAIXÃO; FONSECA, 2011). Neste contexto, a irrigação complementar ou suplementar da cana-de-açúcar é, hoje, uma das alternativas tecnológicas em busca da verticalização da produção dessa cultura no Litoral Norte da Paraíba (FARIAS et al., 2008).

No entanto, dada a importância destas terras irrigáveis identificadas, e considerando-se o valor que representam para a economia estadual, correspondendo em geral, às melhores terras agrícolas, impõem-se a necessidade de um uso e manejo adequado das mesmas, no sentido de se evitar o deterioramento.

Por se tratar de uma atividade relativamente complexa, a irrigação deve ter sua expansão no Estado através de uma ação coordenada e sistemática, obedecendo as alternativas técnicas da análise integrada dos recursos de solo e água.

Conclusão

Embora apresente limitações relativas à escala de trabalho, o uso de técnicas do geoprocessamento permitiu estimar e mapear o potencial de irrigação e sua expansão.

Terras aráveis de aptidão restrita para a agricultura irrigada ocorreram distribuídas em todo o Estado com área total de 520.200 hectares representando 9,23%, e Terras aráveis de uso especial observou-se em 738.000 ha (13,09%).

A classe de 0-100 apresentou potencial de expansão irrigação em 9.799 ha. Na classe de 100-1.000 o potencial de expansão de área adicional irrigável apresentou 12.363 ha.

A classe de 1.000-2.000 apresentou adicional irrigável de 3.620 ha. Para a classe de 2.000-3.000 o potencial de expansão de adicional irrigável foi de 2.407 ha (35%).

Na classe de 3.500-5.000 apresentou um potencial de expansão de adicional irrigável de 179 ha. A classe de 5.000-10.000 o potencial de expansão adicional irrigável foi de 2.200 ha.

Contribuição dos autores

Os autores desse artigo declaram que contribuíram de forma igualitária na sua elaboração.

Referências

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2012. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.
- ASPLAN. **Balanco final da safra 2018/19 de cana-de-açúcar mostra que a Paraíba manteve média de produção.** 2021. Disponível em: <https://asplanpb.com.br/2019/06/05/balanco-final-da-safra-2018-19-de-cana-de-acucar-na-paraiba-mostra-reducao-da-producao-em-relacao-ao-periodo-anterior/>. Acesso em: 10 de abril de 2021.
- AMARAL, F. C. S. DO. **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na Região Semi-Árida.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 218p. Convênio Embrapa Solos / CODEVASF.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada.** 2. ed. Brasília: ANA, 2021. 130p.
- BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6. Salvador. Anais... Salvador, 1990. p.200-205.
- CARTER, V. H. **Classificação de terras para irrigação.** Brasília, DF: Bureau of Reclamation, 2002. 143p.
- 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, p.1-10, 2005.
- CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. **Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste (para compatibilização com os recursos hídricos).** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 38p.
- CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil.** Brasília, ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999. 334p.
- CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v.22, n.1, p.115-127, 2013.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** v.1, Brasília: 2019. 58p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/26522_a59699997ccd7d2a58a5c9a29371b267. Acesso em: 12 de abril de 2021.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas.** Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 86p.
- FARIAS, C. H. DE A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. A.; DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.356-362, 2008.
- FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas.** 122f. Dissertação (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. Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.28, n.1, p.30-35, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R.; MATOS, R. D.; BANDEIRA, M. M.; SANTOS, D. Análise e Mapeamento dos Índices de Umidade, Hídrico e Aridez através do BHC para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.4, p.1093-1108, 2015.
- FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. DE; SANTOS; D.; BANDEIRA; M. M.; SILVA, L. L. DA. Variabilidade da temperatura média do ar no estado da Paraíba. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC' 2015. Fortaleza, 2015a
- FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. DE; MATOS, R. M. DE; SANTOS; D. Variabilidade espaço-temporal das precipitações anuais do período úmido e seco no Estado da Paraíba. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC' 2015. Fortaleza, 2015b
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, D.; MATOS, R. M. DE. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.4, p.1006-1016, 2015c.
- FRANCISCO, P. R. M.; PEDROZA, J. P.; BANDEIRA, M. M.; SILVA, L. L. DA; SANTOS, D. Mapeamento da insolação do estado da Paraíba utilizando krigagem. **Revista de Geografia**, v.33, n.1, p.248-262, 2016.
- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Climatologia do Estado da Paraíba.** 1ª ed. EDUFPG: Campina Grande, 2017. 75p.
- FLICKR. Várzeas de Sousa. 6 de dezembro de 2013. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/egbertoaraujo/9773159596/in/photostrea> m/. Acesso em: 04 de abril de 2021.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COSTA FILHO, J. F.; FRANCISCO, P. R. M.; CAMPOS, V. B. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Areia, Paraíba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n.1, p.37-47, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso: 12 de março de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 abril de 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Instrução Normativa N° 2, de 9 de outubro de 2008.

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.

ECONORDESTE. Agência de Conteúdo. 2018. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br/distritos-irrigados-de-sousa-sofrem-com-a-estiangem-prolongada/>. Acesso em: 19 de outubro de 2021.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the Tropical Atlantic and South America. **Journal Climate**, v.10, p.2464-2479, 1996.

PAIXÃO, M. C. S.; FONSECA, M. B. da. A produção de etanol de cana no Estado da Paraíba: alternativas de sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.24, p.171-184, 2011.

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

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto de Planejamento. **Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba**. FIPLAN-SUBIN-UFPB/CCA-CEPED, 1980. 287p.

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

Revista Cultivar. Pesquisa sobre evolução da cana-de-açúcar é realizada na Paraíba. 2021. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/pesquisa-sobre-evolucao-da-cana-de-acucar-e-realizada-na-paraiba>. Acesso em: 11 de abril de 2021.

SILVA, S. T. DA. **A Influência do El Niño-Oscilação Sul na distribuição espacial da precipitação no estado da Paraíba**. 63f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1996.

SOUSA, A. R. DE; SILVA, A. B. DA; ACCIOLY, L. J. DE O.; LIMA E SÁ, V. A. DE; NUNES FILHO, J.; SIQUEIRA, S. M. Avaliação do potencial das terras do município de Aliança-PE para uso com irrigação. **In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 34, 2013, Florianópolis. Anais...Florianópolis, 2013.

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

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