



POTENCIAL DE EXPANSÃO DA IRRIGAÇÃO EM BACIA HIDROGRÁFICA DA REGIÃO DO MÉDIO CURSO DO RIO PARAÍBA

Paulo Roberto Megna Francisco

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

E-mail: paulomegna@gmail.com.

Viviane Farias Silva

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

George do Nascimento Ribeiro

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

Djail Santos

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

Gypson Dutra Junqueira Ayres

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

Resumo: Devido à Paraíba possuir uma porção significativa de seu território inserida em ambiente semiárido, o uso da irrigação desponta como uma importante tecnologia para aumentar a produção e a diversidade de culturas agrícolas. Contudo, o desenvolvimento de uma agricultura irrigada sustentável requer a disponibilidade de terras com características favoráveis a essa prática. Este trabalho objetivou identificar e avaliar o potencial de expansão da irrigação na região do médio curso do rio Paraíba utilizando geotecnologias. Foi utilizado arquivo do MapBiomas das áreas rurais e de assentamentos. As áreas urbanas foram identificadas através de um arquivo digital da Geoinfo. Para classificar e mapear as áreas irrigadas foram utilizados dados do IBGE. Na classificação da área irrigada e fertilizada atual e da área adicional irrigável foram utilizados dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Para a elaboração dos mapas foi utilizado o SIG SPRING 5.5 e realizado os cálculos das áreas. Com o uso de geotecnologias foi possível mapear as áreas com potencial de expansão a irrigação com rapidez e precisão. Por este trabalho foram identificadas áreas irrigadas e fertilizadas nos municípios de Boqueirão, Queimadas, Itatuba e Barra de São Miguel, e áreas de expansão adicional irrigável nos municípios de Boqueirão e Aroeiras. As áreas agrícolas identificadas e mapeadas apresentaram 21,42% dos estabelecimentos

produtivos. Na avaliação, constatou-se que não houve crescimento de área irrigada na bacia entre os anos de 1980 e 2017. As áreas irrigadas se concentram no entorno do rio Bodocongó, do rio Paraíba e próximo ao açude Acauã. No potencial de expansão de irrigação de adicional irrigável se deve levar em conta os fatores limitantes dos solos, devendo ser recomendado o uso de práticas conservacionistas.

Palavras-chave: Irrigação atual. Adicional irrigável. Áreas produtivas. Geotecnologias.

POTENTIAL FOR EXPANSION OF IRRIGATION IN HYDROGRAPHIC BASIN IN THE MEDIUM COURSE OF THE PARAÍBA RIVER

Abstract: Due to Paraíba having a significant portion of its territory inserted in a semi-arid environment, the use of irrigation emerges as an important technology to increase the production and diversity of agricultural crops. However, the development of sustainable irrigated agriculture requires the availability of land with characteristics favorable to this practice. This work aimed to identify and evaluate the potential for the expansion of irrigation in the region of the middle course of the Paraíba River using geotechnologies. A MapBiomass file for rural areas and settlements was used. Urban areas were identified through a Geoinfo digital file. To classify and map the irrigated areas, data from IBGE was used. In the classification of the current irrigated and fertirrigated area and the additional irrigable area, data from ANA were used. For the elaboration of the maps, the SIG SPRING 5.5 was used and the calculations of the areas were carried out. For this work, irrigated and fertirrigated areas were identified in the municipalities of Boqueirão, Queimadas, Itatuba, Barra de São Miguel, and areas of additional irrigable expansion were identified in the municipalities of Boqueirão and Aroeiras. The agricultural areas identified and mapped represented 21.42% of the productive establishments. In the evaluation, it was found that there was no growth in the irrigated area in the basin between the years 1980 and 2017. The irrigated areas are concentrated around the Bodocongó River, the Paraíba River and close to the Acauã reservoir. In the irrigation expansion potential of additional irrigable, the limiting factors of the soils must be taken into account, and the use of conservation practices must be recommended.

Keywords: Current irrigation. Additional irrigable. Productive areas. Geotechnologies.

Introdução

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).

O uso da irrigação viabiliza a produção agrícola, sobretudo em zonas áridas e semiáridas, tais como o Nordeste brasileiro. De modo geral, a escassez hídrica local representa uma significativa limitação para o desenvolvimento socioeconômico e compreende baixos níveis de renda e padrões insatisfatórios de nutrição, saúde e saneamento de parcela expressiva da sua população (AMARAL, 2005).

Instrumento relevante nesse cenário, a utilização da água em agricultura irrigada no Nordeste brasileiro ocorre desde a pequena propriedade agrícola, com alguns poucos hectares, até a empresarial (BASSOI *et al.*, 2017). O dimensionamento dos recursos naturais é fundamental para qualquer projeto de desenvolvimento. No caso particular de um projeto voltado para a atividade hidroagrícola, a importância desse recurso é ainda maior, principalmente sob o aspecto qualitativo (PARAÍBA, 1978).

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 isoladamente, 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).

Segundo especialistas, cerca de 110 milhões de hectares de solos aptos para expansão e desenvolvimento anual de agricultura em bases sustentáveis são encontrados no Brasil. E com base nos estudos desenvolvidos pelo Ministério do Meio Ambiente, citado por Christofidis (2013), o Estado da Paraíba apresenta 36.400 ha com potencial, dados validados pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2017).

Globalmente, a produtividade obtida com a prática da agricultura irrigada é 2,7 vezes maior do que a obtida pela agricultura tradicional de sequeiro, dependente das chuvas irregulares. 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 considerarem a possibilidade de incorporação das áreas potenciais brasileiras para desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada, que representam um adicional de 25 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2013).

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 à escala de trabalho de 1:2.500.000 em nível nacional.

A maioria das áreas irrigadas da superfície terrestre, desde as mais áridas às mais frias, é divisível em bacias hidrográficas. Conforme Barrow (1998), desde 1930 a bacia hidrográfica tem sido usada para manejo e planejamento, cujos desenvolvimentos encontram muitas formas e aplicações em várias partes do mundo. A bacia hidrográfica é uma ótima unidade para estudo e planejamento integrado em recursos naturais renováveis, conceituada como uma unidade física bem caracterizada, referindo-se a uma área de terra drenada por um determinado curso de água e limitada, perifericamente, pelo divisor de água (VALENTE, 1974).

Com o advento da informática e a evolução dos sistemas computacionais para estudos de análise ambiental, o uso de geotecnologias tem proporcionado excelentes resultados no processo de automação da maioria dos trabalhos executados convencionalmente e permite o

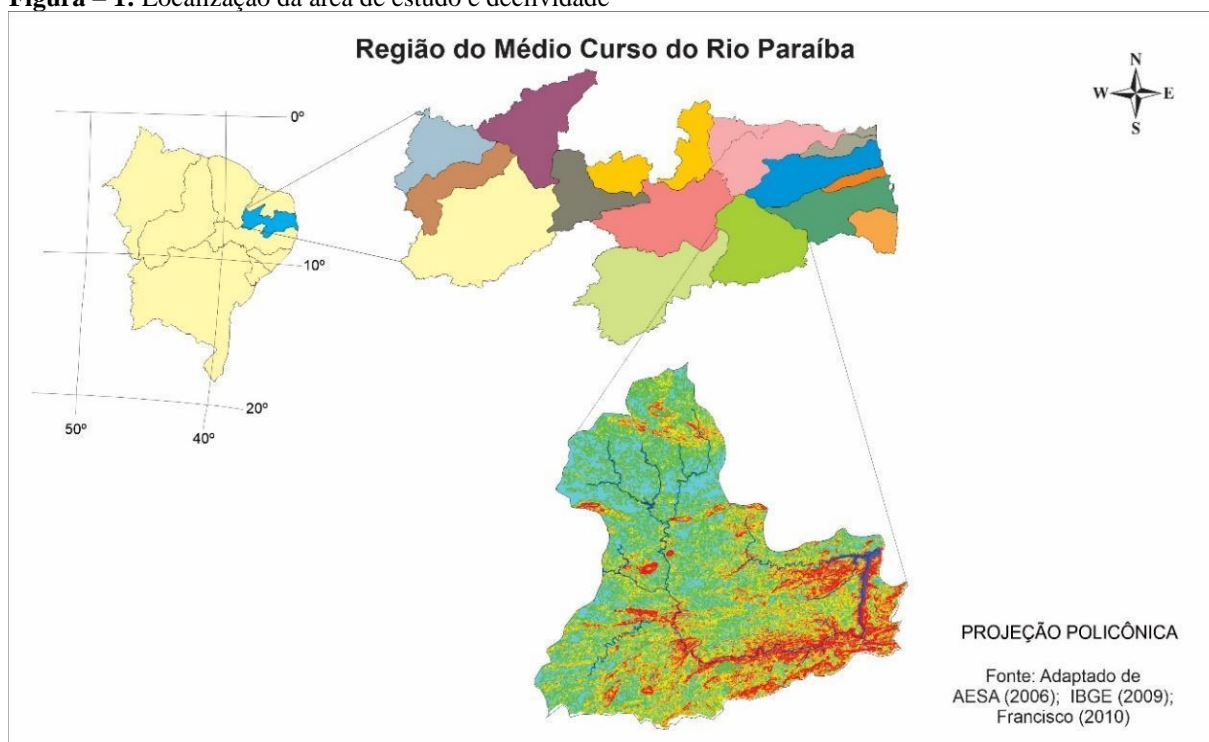
processamento de um grande volume de informações relevantes para tomadas de decisão (CARVALHO et al., 2009; CÂMARA; MEDEIROS, 1996; FERNANDES et al., 1998). Nesse sentido, o Sistema de Informações Geográfica é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador (FRANCISCO et al., 2011).

No contexto do Estado da Paraíba, que possui uma porção significativa de seu território localizada em ambiente semiárido, a irrigação apresenta-se como uma tecnologia capaz de aumentar a produção das culturas agrícolas. No entanto, para o desenvolvimento agrícola irrigado e de forma sustentável, é necessária a disponibilidade de terras com condições favoráveis a essa prática.

Portanto, por este trabalho objetiva-se a identificação e a avaliação do potencial de expansão da irrigação na região do médio curso do rio Paraíba através do uso de geotecnologias.

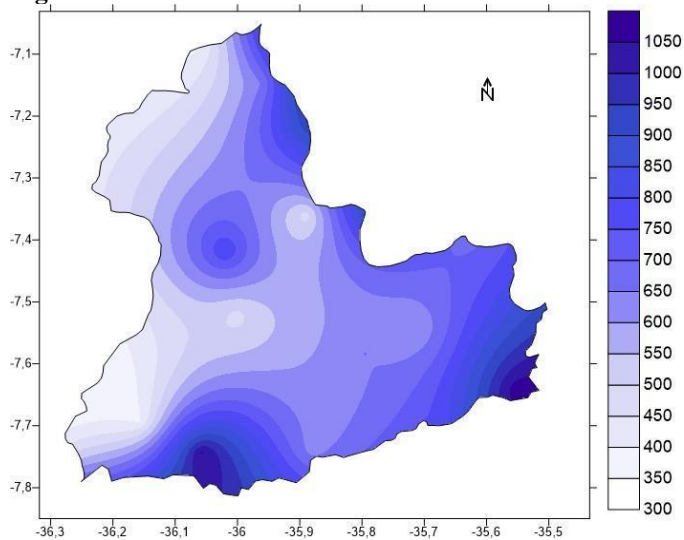
Materiais e métodos

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 6.^a maior bacia hidrográfica (Figura 1). A população é de 506.734 habitantes no território, composto 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 e declividade

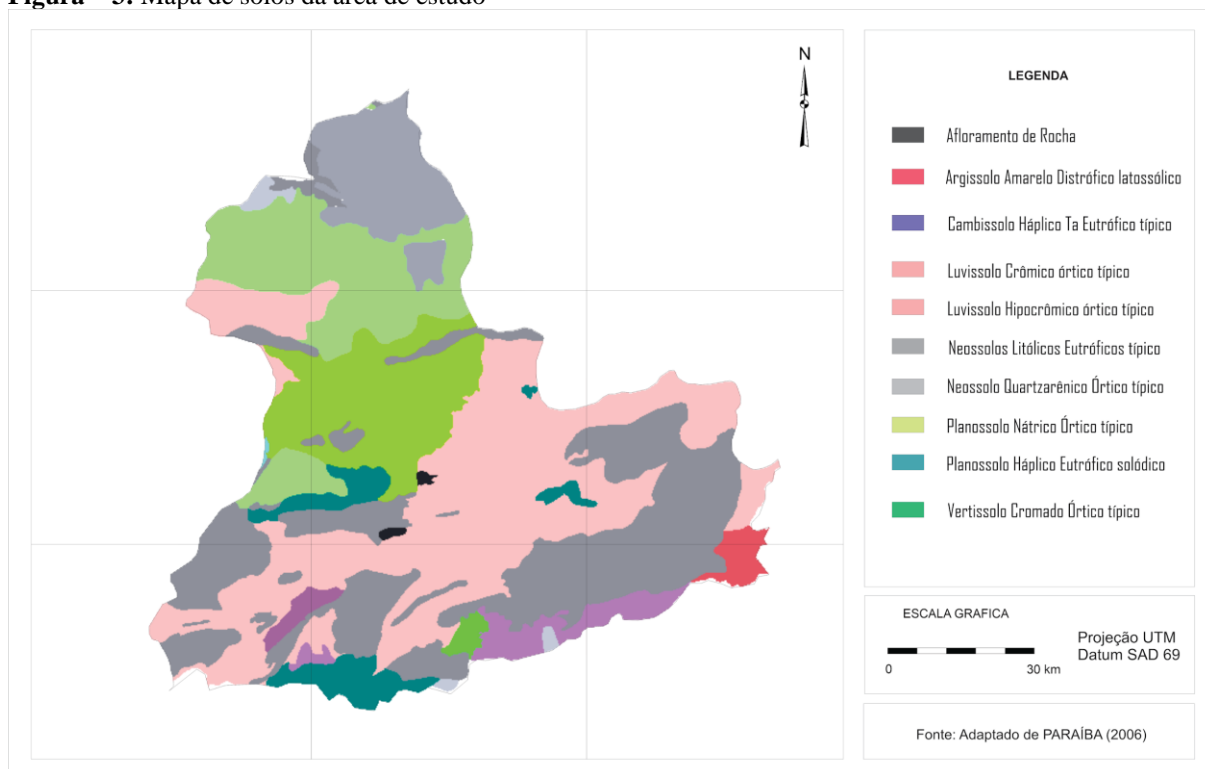
Fonte: Adaptado de Francisco (2010), Paraíba (2006) e IBGE (2009).

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 mm.ano^{-1}) devido, principalmente, à depressão do relevo (Figura 2). 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 700 m).

Figura – 2: Pluviosidade média anual

Fonte: Adaptado de Francisco e Santos (2017).

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 Cálcicos e os 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 3).

Figura – 3: Mapa de solos da área de estudo

Fonte: Adaptado de Paraíba (2006).

Para mapear e identificar as áreas foi utilizado um arquivo digital, disponibilizado pelo MapBiomas (2021), das áreas que constam no cadastro rural, de assentamentos rurais, áreas de quilombolas, indígenas e de reserva florestal, oficializados pelas devidas instituições. As áreas urbanas foram identificadas através de um documento disponibilizado pela Geoinfo das áreas urbanas do Brasil (EMBRAPA, 2015). Os arquivos digitais foram importados ao SIG SPRING¹ 5.5 e, após classificados, calculadas as respectivas áreas, sendo elaborado um mapa.

Para classificar e mapear as áreas irrigadas dos municípios da bacia foram obtidos dados do Censo Agropecuário, produzido pelo IBGE (2021), de estabelecimentos agrícolas e suas áreas irrigadas. Após importação e classificação no SIG, foi elaborado um mapa com suas áreas calculadas. As classes de áreas irrigadas em hectares (ha) adotadas foram: Sem irrigação (0); 1-50; 50-100; 100-150; 150-200; 200-250; 250-300; 300-350; 350-400; e 400-450.

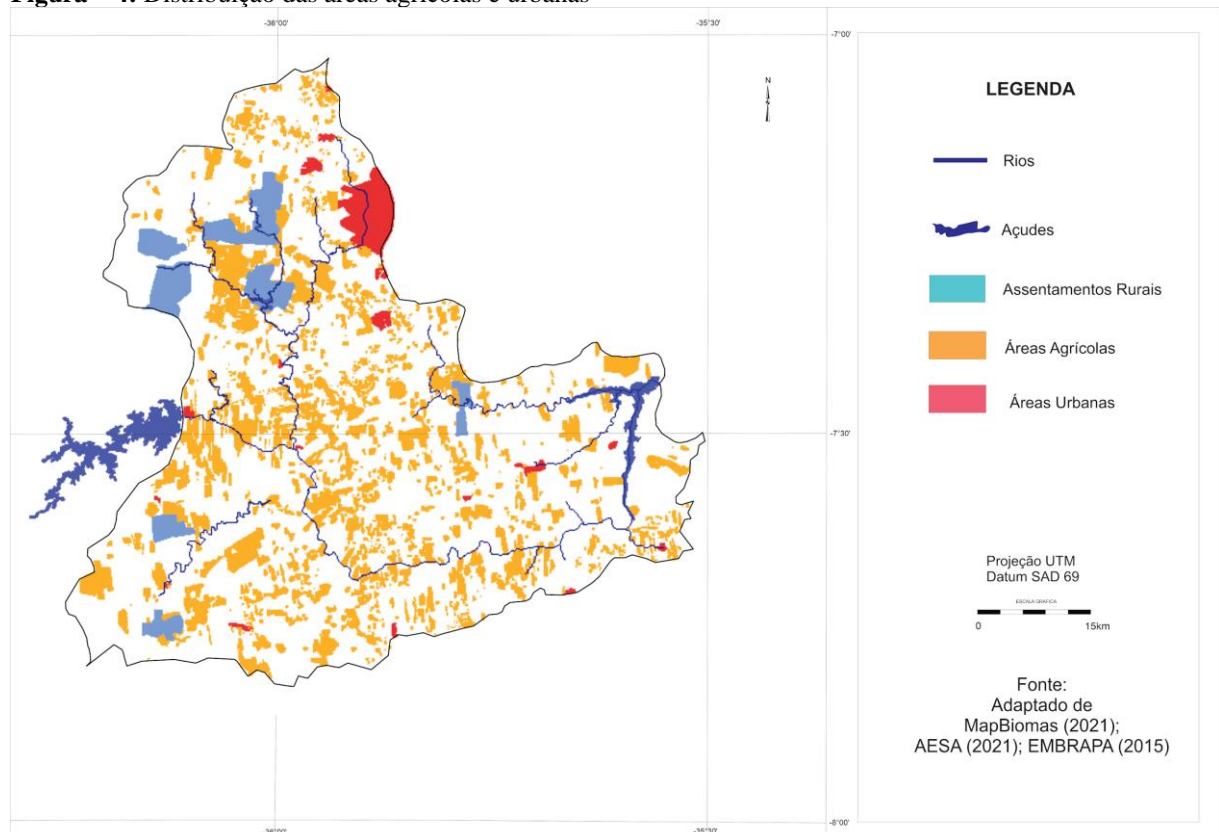
¹ O SPRING trabalha em ambiente UNIX e Windows, que administra tanto dados vetoriais como dados matriciais (raster), realizando e unificando a integração de dados num Sistema de Informação Geográfica. Este promove um ambiente de trabalho, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário.

Na classificação da área irrigada e fertirrigada atual e da área adicional irrigável para os municípios da bacia foram utilizados dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2021) e com o uso de planilha eletrônica foi realizada a classificação. As classes adotadas em hectares (ha) foram: Sem irrigação (0); 1-100; 100-1000; 1000-2000; 2000-3500; 3500-5000; e 5000-10000. Para a elaboração dos mapas foi utilizado o SIG e realizados os cálculos das áreas.

Resultados e discussão

As áreas agrícolas identificadas e mapeadas apresentam área total de 81.301,68 ha, representando 21,42% da área (Figura 4), distribuídas por toda a bacia. Observa-se que 15.665,75 ha são áreas de assentamentos e 65.635,93 ha são áreas agrícolas com 4.299 polígonos identificados. Observa-se que as áreas urbanas apresentam um total de 7.292,78 ha distribuídos por toda a bacia.

São identificados nove assentamentos rurais regularizados no INCRA SR-18, denominados: Vitória, José Antonio Eufasino, Pequeno Richard, Venâncio Tomé de Sousa, localizados no município de Campina Grande; o assentamento Novo Campo, localizado em Alcantil e em Riacho de Santo Antônio; Trinchira do Carnoió, em Boqueirão; Cachoeira Grande, nos municípios de Fagundes e Aroeiras; Serra do Monte, em Boqueirão e em Boa Vista; e José Jovem, em Boa Vista.

Figura – 4: Distribuição das áreas agrícolas e urbanas

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2021); AESA (2021); EMBRAPA (2015).

Observa-se que os assentamentos rurais localizados ao norte da bacia, em torno do município de Campina Grande (Figura 5), estão próximos às drenagens do rio Bodocongó, que é intermitente. De acordo com Magalhães *et al.* (2002), o rio Bodocongó apresenta 50 km de extensão, passa pelos municípios de Puxinanã, Campina Grande, Queimadas e Caturité, até desembocar no rio Paraíba, em Barra de Santana, com águas impróprias para irrigação irrestrita.

Figura – 5: Consórcio de milho e feijão em Campina Grande

Fonte: PMCG (2021).

A oeste da bacia, no exutório do açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, na drenagem, seguindo o rio Paraíba, observa-se uma maior concentração de áreas produtivas nesta região. Ao longo do rio Paraíba, há uma diminuição das áreas agrícolas devido ao clima e/ou tipos de solos com menor aptidão à irrigação. Eles dependem da pluviosidade que ocorre na bacia para produção agrícola, viabilizando o uso da irrigação somente aos proprietários que armazenam água em açudes, barragens e/ou outros sistemas de armazenamento para uso posterior.

Conforme Sousa *et al.* (2003), a produção agrícola é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas do local, que tem sido um dos principais fatores de sua limitação. Dependendo da disponibilidade e da qualidade dos solos, a capacidade produtiva do setor agrícola pode ser ainda mais limitante.

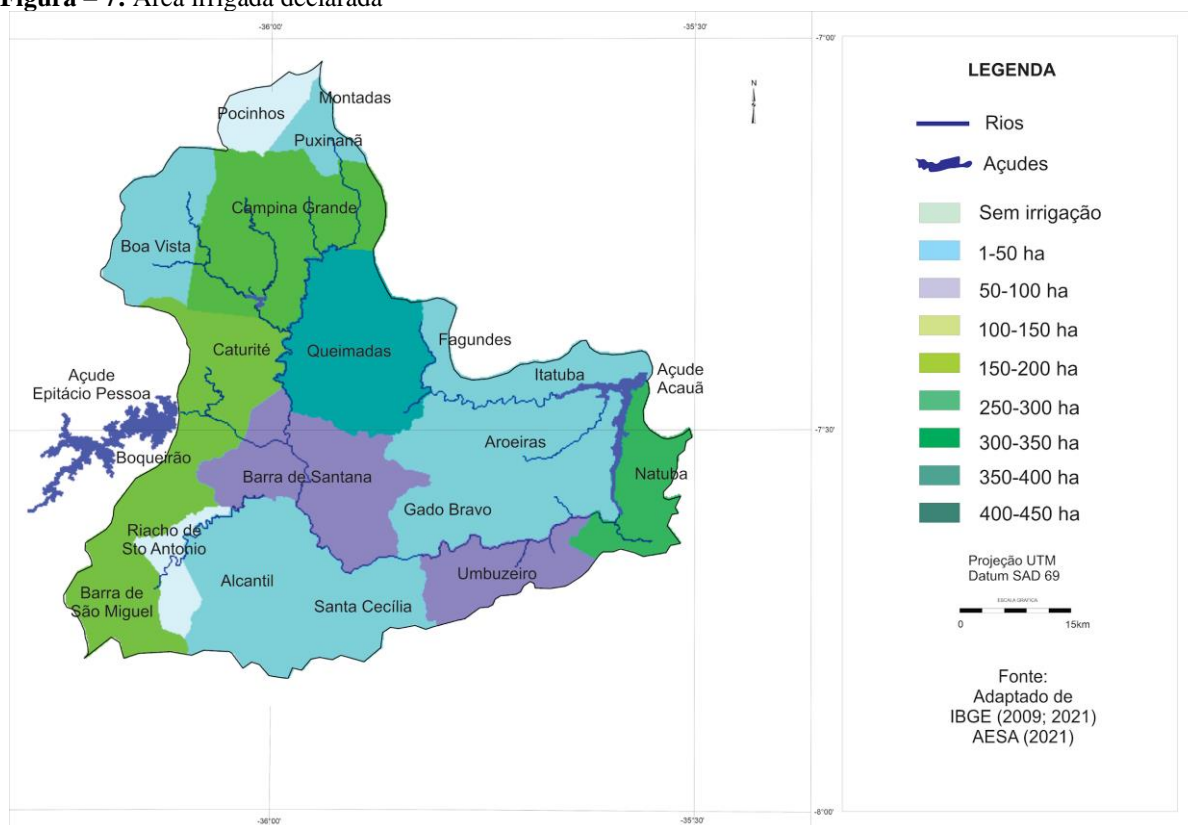
Entre os municípios de Fagundes e Aroeiras, ao leste da bacia, localiza-se o assentamento Cachoeira Grande (Figura 6), região de transição com pluviosidade entre 600 a 700mm, com áreas produtivas, mas com pouco ou nenhum uso da irrigação.

Figura – 6: Assentamento Cachoeira Grande



Fonte: O autor (2021).

Em relação ao uso da irrigação nas áreas declaradas de 345.622 ha, observa-se um total de 1.702 ha representando somente 0,49% do total (Tabela 1). O município de Queimadas, localizado próximo ao açude de Epitácio Pessoa, região de entrada do rio Paraíba na bacia, apresenta 436 ha, seguido por Natuba, localizado próximo à saída da bacia no açude Acauã com 315 ha, em seguida apresenta-se Campina Grande com 296 ha, Caturité, Boqueirão e Barra de São Miguel, com 148, 144 e 119 ha, respectivamente (Figura 7).

Figura – 7: Área irrigada declarada

Fonte: Adaptado de IBGE (2009; 2021); AESA (2021).

Para as áreas do município de Queimadas, toda sua extensão é considerada efetivamente irrigável, e que está condicionada às transferências hídricas feitas pelos municípios de Puxinanã, Campina Grande e Pocinhos (PARAÍBA, 1980). Com solos de alta fertilidade, mas com limitações severas à irrigação quanto à permeabilidade e moderada a severa quanto à drenagem.

Segundo Moreira e Targino (1997), a área irrigada representava, no ano de 1980, apenas 0,4% da área dos estabelecimentos rurais existentes no Estado (PARAÍBA, 1980). Valores similares foram encontrados, 0,49% do total da bacia em estudo. Observa-se que, após 37 anos, a área irrigada apresenta aumento de somente 2%, valor pouco expressivo em relação à área da bacia.

Tabela – 1: Área irrigada declarada

Município	Área dos estabelecimentos	Área irrigada	Município	Área Total
	hectares (ha)		%	%
Aroeiras	17.977	10	0,056	0,003
Alcantil	19.393	5	0,026	0,001
Barra de Santana	25.174	54	0,215	0,016
Boa Vista	34.597	35	0,101	0,010
Boqueirão	24.658	144	0,584	0,042
Barra de São Miguel	33.723	119	0,353	0,034
Campina Grande	28.722	296	1,031	0,086
Caturité	9.186	148	1,611	0,043
Fagundes	9.429	16	0,170	0,005
Gado Bravo	11.904	2	0,017	0,001
Itatuba	21.908	23	0,105	0,007
Montadas	2.140	2	0,093	0,001
Natuba	3.985	315	7,905	0,091
Queimadas	25.641	436	1,700	0,126
Pocinhos	43.679	-	-	-
Puxinanã	4.116	16	0,389	0,005
Riacho de Sto. Antonio	7.652	-	-	-
Sta. Cecília	13.669	6	0,044	0,002
Umbuzeiro	8.069	75	0,929	0,022
Total	345.622	1.702		0,492

Fonte: Adaptada de IBGE (2017).

Araújo (2010) identificou no entorno do açude Eptácio Pessoa que, 52,2% dos agricultores utilizavam a irrigação regularmente, independente da proibição, 32,2% não usavam, e 15,6% usavam ocasionalmente.

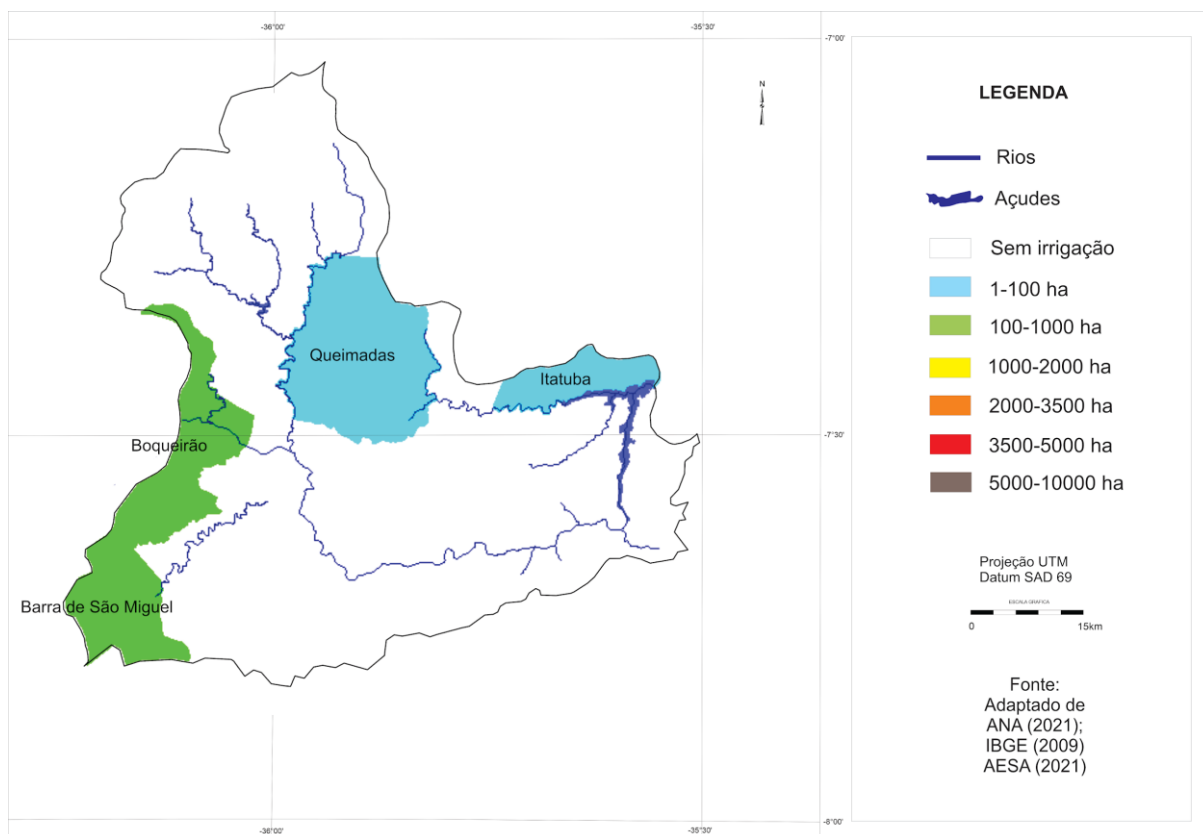
Conforme os dados obtidos e mapeados, observa-se na Figura 8 que, a classe de 1-100 apresenta 48.734,64 ha onde constam os municípios de Queimadas e Itatuba.

As áreas do município de Itatuba são compostas pelos Luvisolos Crômicos Órtico típico², conforme Cavalcante *et al.* (2005), e no caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como o controle da erosão. No município de Queimadas, estas áreas são compostas pelos Vertissolos, muito susceptíveis à salinização. São facilmente erodíveis e em alguns locais são muito rasos e

² Os Luvisolos Crômicos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de atividade alta e alta saturação de bases, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A. São solos intermediários para o Vertissolo, ou seja, com horizonte vértico em posição não diagnóstica para o Vertissolo ou com caráter vértico em um ou mais horizontes, dentro de 50 cm da superfície do solo.

não prestam para irrigação. Apesar da fertilidade ser alta, de modo geral, estes solos possuem baixos teores de matéria orgânica e nitrogênio. A principal limitação ao uso agrícola destes solos é a falta d'água, muito intensa em face do clima ter um longo período seco, com forte evaporação.

Figura – 8: Área irrigada da bacia



Fonte: Adaptado de ANA (2021); IBGE (2009); AESA (2021).

A classe de irrigação atual de 100-1.000 apresenta 37.508,24 ha, onde constam os municípios de Boqueirão e Barra de São Miguel, isto devido à localização próxima do Açude Epitácio Pessoa e a disponibilidade maior de água, de acordo com Francisco *et al.* (2021), mesmo apresentando em sua maioria terras aráveis de uso especial para a irrigação. Neste caso, a irrigação apresenta-se ainda incipiente, portanto, com possibilidade de aumento de área com uso de irrigação.

De acordo com a ANA (2021), a área irrigada com água de mananciais é mais relevante na Paraíba em 6,0%. A utilização dessas terras para a irrigação implica numa rigorosa seleção

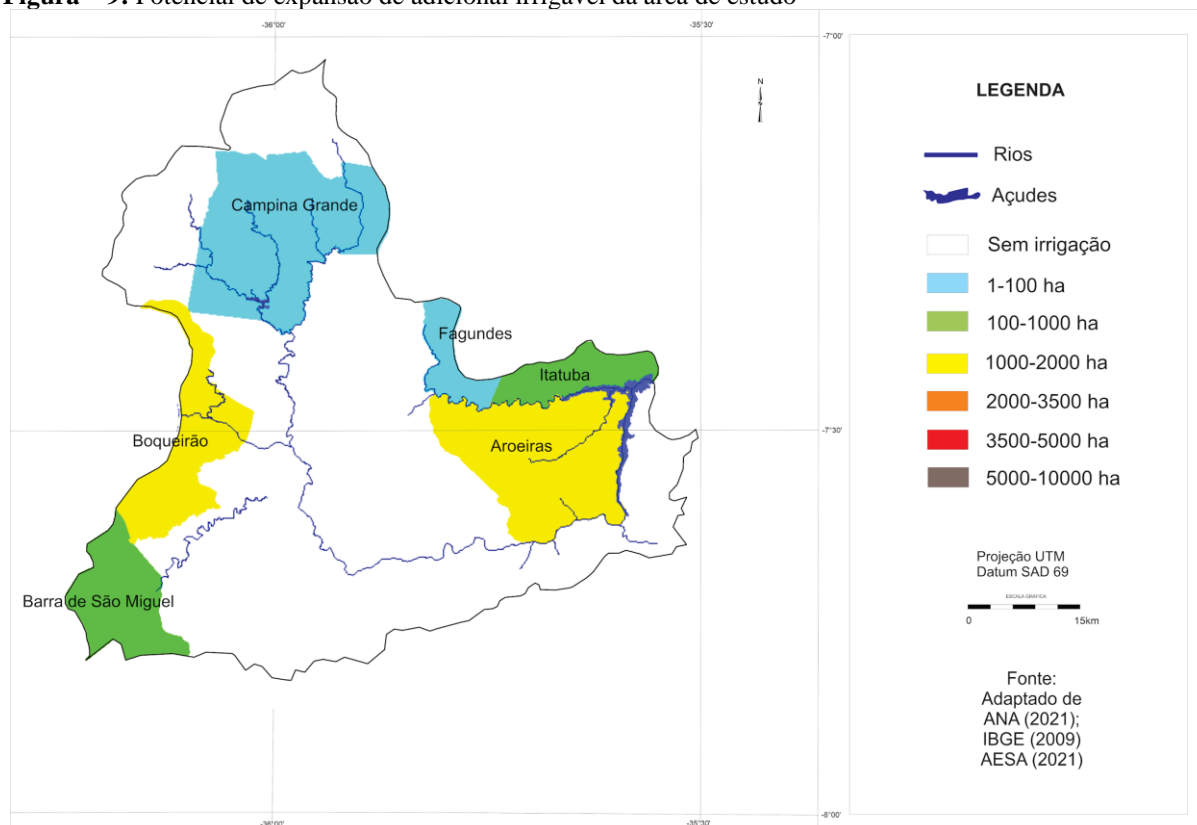
de áreas, e na adoção de práticas conservacionistas (CAVALCANTI *et al.*, 1994). São compostas pelos Luvisolo Crômico Órtico típico (TCo), Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe)³, Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo)⁴ e pelos Vertissolo Cromado Órtico típico (VCo)⁵ (CAMPOS; QUEIROZ, 2006). Para o Luvisolo, Cunha *et al.* (2008) recomendam que a irrigação, quando necessária, deve ser utilizada nas áreas dos solos menos rasos e de relevo plano a suave ondulado.

Na Figura 9, no mapa de potencial de expansão de adicional irrigável, observa-se um total de adicional de 136.527,88 ha. Estas incluem as terras inadequadas para irrigação convencional (PARAÍBA, 2006), mas de acordo com a ANA (2021), passíveis de expansão para a irrigação.

³ Os Neossolos são solos jovens com pouco desenvolvimento dos perfis devido a diversas causas. Solos com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, assente diretamente sobre rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matações) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm a superfície do solo.

⁴ Os Planossolos compreendem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial aluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção do lençol de água sobreposto (suspensão), de existência periódica e presença variável durante o ano.

⁵ Compreende solos constituídos por material mineral apresentando horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil, nunca suficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de umidade do solo, fendas profundas na época seca, e evidências de movimentação de massa do solo, sob a forma de superfície de fricção (*slickensides*). Podem apresentar micro relevo tipo gilgai e estrutura do tipo cuneiforme que são inclinadas e formam ângulo com a horizontal. Estas características resultam da grande movimentação de massa do solo que se contrai e fendilha quando seco e se expande, quando úmido, tornando-se muito plástico e muito pegajoso, devido à presença de argilas expansíveis ou mistura destas com outros tipos de argilas minerais.

Figura – 9: Potencial de expansão de adicional irrigável da área de estudo

Fonte: Adaptado de ANA (2021); IBGE (2009); AESA (2021).

Na classe de 1-100 do potencial de expansão de adicional irrigável, apresenta-se uma área de 50.984,69 ha localizada nos municípios de Campina Grande e Fagundes, representado pelo Luvissoilo Crômico Órtico típico (TCo) e pelo Planossolo Nátrico Órtico típico (SNo). Sá e Angelotti (2009) afirmam que os Luvissoilos Crômicos (TCo) e Hipocrômicos (TPo), órticos e típicos, ou com caráter litólico, vértico ou planossólico, são solos particularmente susceptíveis à erosão.

A classe de potencial de expansão para a irrigação de 100-1.000 apresenta área de 27.216,47 ha distribuídos nos municípios de Itatuba e Barra de São Miguel e estão representados pelos Luvissoilo Hipocrômico Órtico típico (TPo) e Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe).

De acordo com Cavalcante *et al.* (2005), os Neossolos apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações existentes, provocadas pelo relevo forte, ondulado, pedregoso, rochoso e reduzido de profundidade dos solos, além da deficiência de água que só permite a presença de culturas resistentes à estiagem. Só é possível a exploração destes solos pelos sistemas primitivos de agricultura já existentes. Francisco

(2010) comenta que os Neossolos Litólicos são solos mais rasos, pedregosos e rochosos, associados a afloramentos de rochas, predominantes em área de relevo forte, ondulado e montanhoso ao sul, acompanhando a calha do rio Paraíba.

Os municípios de Boqueirão e Aroeiras, identificados na classe de 1.000-2.000, ambos, respectivamente, com terras próximas aos açudes de Epitácio Pessoa e de Acauã, localizados próximos à drenagem do rio Paraíba, apresentam uma área de 58.326,69 ha. Estas terras compõem-se pelo Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (TPo), Neossolos Litólicos Eutróficos típico (RLe), Planossolo Háptico Eutrófico solódico (SXe) e pelo Vertissolo Cromado Órtico típico (VCo).

Para as áreas do município de Boqueirão, somente 850 ha são considerados efetivamente irrigáveis, face à disponibilidade hídrica da área, pois a maioria se localiza na periferia do açude público de Epitácio Pessoa, onde já existe considerável experiência de agricultura irrigada (PARAÍBA, 1980). Mas sabendo-se que os solos da área são de baixa permeabilidade, impõe-se a necessidade da participação técnica, visando o controle do processo de salinização.

Comparando-se os resultados de áreas declaradas dos dados providos do IBGE com os dados providos da ANA de irrigação atual e potencial de expansão, observa-se que ocorre discrepância: pelos dados da ANA, quase todos os municípios com áreas declaradas irrigadas, com exceção de Pocinhos e Riacho de Santo Antônio, no mapa de uso atual, são Boqueirão, Barra de São Miguel, Itatuba e Queimadas; o município de Campina Grande com 296 ha irrigados não está representado e o município de Queimadas está representado com somente até 100 ha, mas nos dados do IBGE constam 436 ha declarados.

Quanto à expansão da irrigação, o município de Aroeiras, com áreas distribuídas no braço norte do açude Acauã, apresenta potencial de expansão, mas o sistema de irrigação deverá ser implantado com cautela, pois estas áreas estão sob os Luvisolos e os Neossolos.

Como já dito, de acordo com Cavalcante *et al.* (2005), os Neossolos apresentam baixas condições para um aproveitamento agrícola racional, tendo em vista as limitações fortes existentes. Para os Luvisolos, os autores afirmam que, no caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como controle da erosão. Estas recomendações são sugeridas também aos municípios de Fagundes e Itatuba quanto ao potencial de expansão, localizados sob os Luvisolos.

Em relação ao município de Boqueirão e a expansão da irrigação recomendada pela ANA, estando estas áreas sob Vertissolo Cromado Órtico típico e Planossolo Nátrico Órtico

típico, observa-se a necessidade de controle, pois, conforme Cavalcante *et al.* (2005), há forte susceptibilidade à erosão, grande pedregosidade, pequena profundidade dos solos, elevados teores em sódio trocável e más condições físicas nos horizontes subsuperficiais, podendo ser inaptos para agricultura irrigada.

Para o melhoramento algumas práticas de manejo que favorecem a umidade disponível das terras são o uso do *mulching*, uso de cobertura morta, plantio em faixas, construção de cordões, terraços, ajuste do plantio à época de chuvas e a seleção de culturas adaptadas à falta de água (BRASIL, 1978).

Christofidis (2013) afirma que, na região Nordeste, houve a expansão da área atendida com sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) de 55,2 mil ha, em 1996, para uma superfície da ordem de 103 mil hectares, em 2006. A ANA (2021) observa que o potencial de instalação da irrigação (total e efetivo) deve ser analisado com cautela, para o planejamento geral, os zoneamentos e o monitoramento do setor.

Ainda de acordo com ANA (2021), o Estado da Paraíba apresenta somente um potencial efetivo de área adicional irrigável de 0,03%. 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 –, que 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 nas demandas da agricultura irrigada.

Conclusão

Pela metodologia utilizada foi possível mapear as áreas com potencial de expansão a irrigação com rapidez e precisão pelo uso do Sistema de Informação Geográfica.

Sabendo-se que para o desenvolvimento agrícola irrigado necessita-se de disponibilidade de terras com condições favoráveis a essa prática, observou-se que na bacia hidrográfica em estudo, os municípios de Boqueirão, Queimadas, Itatuba e Barra de São Miguel apresentaram áreas irrigadas e fertirrigadas; já nos municípios de Boqueirão e Aroeiras foram identificadas áreas de expansão adicional irrigável, como também as áreas agrícolas se apresentaram em 21,42% dos estabelecimentos produtivos. Na avaliação, constatou-se que não houve crescimento de área irrigada na bacia entre os anos de 1980 e 2017 e estas se concentram no entorno do rio Bodocongó, do rio Paraíba e próximo ao açude Acauã.

Neste contexto, pela bacia em estudo apresentar porção significativa de seu território em ambiente semiárido, recomenda-se no futuro utilizar dados atualizados onde poder-se-á aprimorar a identificação de novas áreas quanto a irrigação.

Devido a fatores limitantes dos solos nesta região, recomenda-se, na aplicação do potencial de expansão de irrigação de adicional irrigável, a utilização de práticas conservacionistas, como também a incorporação dessas áreas utilizando métodos mais eficientes no uso da água, como irrigação localizada por gotejamento e por microaspersão.

Referências

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado da Paraíba**. Paraíba, 2009. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/relatorioHidrologico_Anual_2008_2009.pdf. Acesso em: 22 ago. 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.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 1. ed. Brasília: ANA, 2017.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Brasília: ANA, p.130, 2021
- ARAÚJO, L. E. de. **Climatologia e vulnerabilidade socioeconômica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Paraíba – estudo de caso do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)**. 2010. 119 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- BARROW, C. J. River basin development planning and management: critical review. **World Development**, v. 26, n. 1, p.171-186, jan. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão Agrícola das terras da Paraíba**. Brasília: BINAGRI, 1978.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1996.
- CARVALHO, C. C. N.; ROCHA, W. F.; UCHA, J. M. Mapa digital de solos: uma proposta metodológica usando inferência fuzzy. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 46-55, fev. 2009.
- 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, out. 2005.
- CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R. (Org.); EMBRAPA. **Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.
- CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 115-127, jan./mar. 2013.

CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. O estado das águas no Brasil. Brasília: ANEEL, SIH, MMA, SRH, MME, 1999.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. CAVALCANTI, A. C. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geoinfo**. Áreas Urbanas no Brasil em 2015. Campinas, 2018. Disponível em: http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/layers/geonode%3Aareas_urbanas_br_15. Acesso em: 11 nov. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas**. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n. 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012.

FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. da. O uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola das terras de parte do setor leste da bacia do Rio Seridó, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 195-198, maio/ago. 1998.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Climatologia do Estado da Paraíba**. 1ª ed. Campina Grande: EDUEFG, 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; SILVA, V. F. S.; RIBEIRO, G. do N.; DANTAS NETO, J. Irrigação atual e potencial de expansão em região semiárida-Paraíba-Brasil. In: FRANCISCO, P. R. M.; DANTAS NETO, J. (Org.). **Água**: uso racional e sustentável. Campina Grande: EPTEC, 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, mar. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal 2017**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 out. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2021.

MAGALHÃES, N. F.; CEBALLOS, B. S. O. de; NUNES, A. B. de A.; GHEYI, H. R.; KONIG, A. Principais impactos nas margens do Baixo Rio Bodocongó-PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 128-135, abr. 2002.

MAPBIOMAS. **Mapbiomas 2021**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

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, fev. 2010.

MOREIRA, E; TARGINO, I. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Ed. Universitária, 1997.

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.

PARAÍBA. Governo da Paraíba. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral Fundação Instituto de Planejamento – FIPLAN. **Potencial e irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba**. Paraíba, 1980.

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.

PMCG. Prefeitura Municipal de Campina Grande. Produção agrícola: Cultivo consorciado entre algodão e grãos recebe adesão de agricultores da zona rural de Campina Grande. **Campina Grande**, 31 maio 2021. Disponível em: <https://campinagrande.pb.gov.br/producao-agricola-cultivo-consorciado-entre-algodao-e-graos-recebe-adesao-de-agricultores-da-zona-rural-de-campina-grande/>. Acesso em: 15 dez. 2021.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no semiárido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p.53-76

SOUSA, R. F. de; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. de N.; FERNANDES, M. de F.; SANTOS, M. J. dos. Aptidão agrícola do assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura do sorgo (*Sorghum Bicolor* - L. Moench). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, p. 1-16, jul. 2003.

VALENTE, O. F. Manejo de bacias hidrográficas. **Brasil Florestal**, v. 5, n. 18, p. 14-22, 1974.

Recebido em: 17/12/2021.

Aceito em: 20/10/2022.