

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO ALTO/MÉDIO CURSO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO APODI/MOSSORÓ-RN****HYDRIC AVAILABILITY IN THE HIGH/MEDIUM COURSE OF THE
APODI RIVER HYDROGRAPHIC BASIN/MOSSORÓ-RN****DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL ALTO/MEDIO CURSO DE LA
CUENCA HIDROGRÁFICA APODI/MOSSORÓ-RN**

Anny Catarina Nobre de Souza¹
Sérgio Domiciano Gomes de Souza²
Diógenys Henriques da Silva³
Maria Losângela Martins de Sousa⁴

Resumo: A água é um elemento vital para o planeta, desde o ciclo hidrológico até sua distribuição nos mananciais, repercute nas diversas formas de vida de maneira heterogênea. A realidade hídrica do semiárido do Nordeste brasileiro, dada suas condições geoambientais merece atenção, uma vez que esta porção sofre com a escassez hídrica e, ainda assim, se apresenta como a segunda região do país com maior população. Assim, o trabalho tem como objetivo analisar a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas no alto/médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró (BHRAM), no estado do Rio Grande do Norte (RN). No tocante a metodologia adotada, a pesquisa se divide em gabinete e campo. Nas atividades de gabinete, foi realizada uma revisão de literatura sobre semiárido do Nordeste brasileiro e suas condições geoambientais, o fenômeno da seca e disponibilidade hídrica; levantamento geocartográfico referente a Geodiversidade, hidrogeologia e coleta de dados quanto às águas subterrâneas dos municípios que estão inseridos na bacia hidrográfica. Em campo, buscou-se o reconhecimento da verdade terrestre, preenchimento de fichas e o registro fotográfico. Nesse sentido, torna-se coerente ressaltar a importância das águas superficiais para a população sertaneja da área em estudo, considerando que este contingente atua pressionando este recurso, bem como das águas subterrâneas, ainda que estejam limitadas à condição hidrogeológica do ambiente, no que reflete uma segurança hídrica. Contudo, atenta-se para o gerenciamento integrado das águas superficiais e subterrâneas, bem como o devido conhecimento para aproveitamento das potencialidades hidrológicas.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Condições geoambientais; Recursos Hídricos; Rio Apodi/Mossoró.

¹Estudante do curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), *Campus* Avançado de Pau dos Ferros (CAPF). Membro do Grupo de Estudos Análise Geoambiental e Estudos Integrados da Paisagem (GEAGEIP) e do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos (NEGECART). E-mail: anny-catarina13@hotmail.com.

²Estudante do curso de Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), *Campus* Avançado de Pau dos Ferros (CAPF). Membro do Grupo de Estudos Análise Geoambiental e Estudos Integrados da Paisagem (GEAGEIP) e do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos (NEGECART). E-mail: sergio_gsousa@hotmail.com.

³Estudante do curso de Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), *Campus* de Pau dos Ferros (CAPF). Membro do Grupo de Estudos Análise Geoambiental e Estudos Integrados da Paisagem (GEAGEIP) e do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos (NEGECART). E-mail: diogenyshenriques@outlook.com.

⁴Professora Adjunta do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais do Semiárido (PLANDITES), *Campus* Avançado de Pau dos Ferros (CAPF). Coordenadora do Grupo de Estudos Análise Geoambiental e Estudos Integrados da Paisagem (GEAGEIP) e pesquisadora do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos (NEGECART). E-mail: losangelaufc@gmail.com.

Abstract: Water is a vital element for the planet, from the hydrological cycle to its distribution in the springs, it affects different forms of life in a heterogeneous way. The water reality of the semiarid region of the Brazilian Northeast, given its geoenvironmental conditions, deserves attention, since this portion suffers from water scarcity and, even so, presents itself as the second region of the country with the largest population. In view of this, this paper aims to analyze the availability of surface and groundwater in the upper/medium course of the Apodi River Basin/Mossoró (BHRAM), in the state of Rio Grande do Norte (RN). Thus, with regard to the methodological path, the research is divided into desk and field. In desk activities, a literature review was conducted on the semiarid region of Brazilian Northeastern and its geoenvironmental conditions, the phenomenon of drought and water availability; geocartographic survey related to Geodiversity, hydrogeology and data collection regarding groundwater in the municipalities that are inserted in the hydrographic basin. In the field, we sought to recognize the terrestrial truth, fill in forms and photographic record. With that, it becomes coherent to emphasize the importance of surface waters for the backcountry population of the area under study, considering the human pressure on this resource; as well as the importance of groundwater, even though they are limited to the hydrogeological condition of the environment, as it reflects water security. In this way, attention is paid to the integrated management of surface and groundwater and due knowledge to take advantage of hydrological potential.

Keywords: Hydrographic basin; Geoenvironmental conditions; Water resources; Apodi/Mossoró River.

Resumen: El agua es un elemento vital para el planeta, desde el ciclo hidrológico hasta su distribución en los manantiales, reverbera en las diversas formas de vida de manera heterogénea. La realidad hídrica del semiárido del Nordeste brasileño, dada sus condiciones geoambientales merece atención, una vez que esta porción sufre con la escasez hídrica y, aun así, se presenta como la segunda región del país con mayor población. Así, el trabajo tiene como objetivo analizar la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas en el alto/medio curso de la Cuenca Hidrográfica del Rio Apodi/Mossoró (BHRAM), en el estado de Rio Grande do Norte (RN). En respecto a la ruta metodológica, la investigación se divide en gabinete y campo. En las actividades del gabinete, fue realizada una revisión de la literatura sobre semiárido del Nordeste brasileño y sus condiciones geoambientales, el fenómeno de la sequía y disponibilidad hídrica; levantamiento geocartográfico referente a la Geodiversidad, hidrogeología y recolección de los datos cuanto las aguas subterráneas de los municipios que están insertados en la cuenca hidrográfica. En el campo, buscamos reconocer la verdad terrestre, completar formularios y registros fotográficos. En ese sentido, se hace coherente destacar la importancia de las aguas superficiales para la población pueblerina del área en estudio, considerando que este contingente actúa presionado este recurso, bien como de las aguas subterráneas, aunque están limitadas a la condición hidrogeológica del ambiente, en el que refleja una seguridad hídrica. Sin embargo, se presta atención para la gestión integrada de las aguas superficiales y subterráneas, bien como el debido conocimiento para utilización del potencial hidrológico.

Palabras-clave: Cuenca Hidrográfica; Condiciones geoambientales; Recursos Hídricos; Rio Apodi/Mossoró.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho pauta-se na discussão sobre a situação hídrica no semiárido do Nordeste brasileiro, considerando o quadro geoambiental e a perspectiva da seca no semiárido. Tomada essa leitura, aprofundamos a discussão para o alto/médio curso da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró (BHRAM), do interior do Rio Grande do Norte (RN).

Cirilo (2008), Vieira e Gondim Filho (2006) e Rebouças (1997) apresentam as potencialidades e disponibilidades hídricas da região semiárida nordestina com foco no seu diagnóstico natural, nas políticas de recursos hídricos e na cultura da seca como pilares condicionantes da disponibilidade hídrica da região.

No tocante ao conceito de disponibilidade hídrica, Viera e Gondim Filho (2006, p.488) designam que é “a quantidade de água efetivamente disponível de forma duradora ou permanente”, sendo que nas bacias de rios intermitentes esta disponibilidade natural é nula. Assim, os açudes/reservatórios constituem a disponibilidade de águas superficiais e a oferta nominal, viabilizada pelos poços, refere-se à disponibilidade de águas subterrâneas.

Concernente à proposta desse *papper*, tratamos sob o viés geossistêmico no discernimento do potencial ecológico (clima, água, relevo), exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e ação humana para a leitura da paisagem, esta como porção do espaço combinada pela dinâmica dos elementos supracitados (BERTRAND, 2004). Nisso, para Veado (1995) e Sotchava (1977), a dinâmica geossistêmica ajuda a compreender o complexo da paisagem de um território, mediante interações da sociedade com o ambiente físico.

Ao debruçarmos o estudo em um recorte espacial da Bacia Hidrográfica, a concebemos como unidade de planejamento. Destarte, Rodrigues e Adami (2009) e Tundisi e Tundisi (2011) identificam esta como sistema aberto de integração multidisciplinar que subsidia o planejamento ambiental e territorial do Brasil. Em consonância, Carvalho e Rodrigues (2004, p.115) reforçam estes caracterizantes ao descrever que:

Uma bacia hidrográfica denota características geoambientais, formando uma unidade natural indissociável e interatuante. É um sistema complexo - dado o número de elementos e variáveis -, em que as relações mútuas entre os seus componentes estruturais possibilitam a análise integrada do meio ambiente, permitindo uma acurada avaliação dos aspectos, quer físicos, quer econômicos e sociais (CARVALHO; RODRIGUES, 2004, p.115).

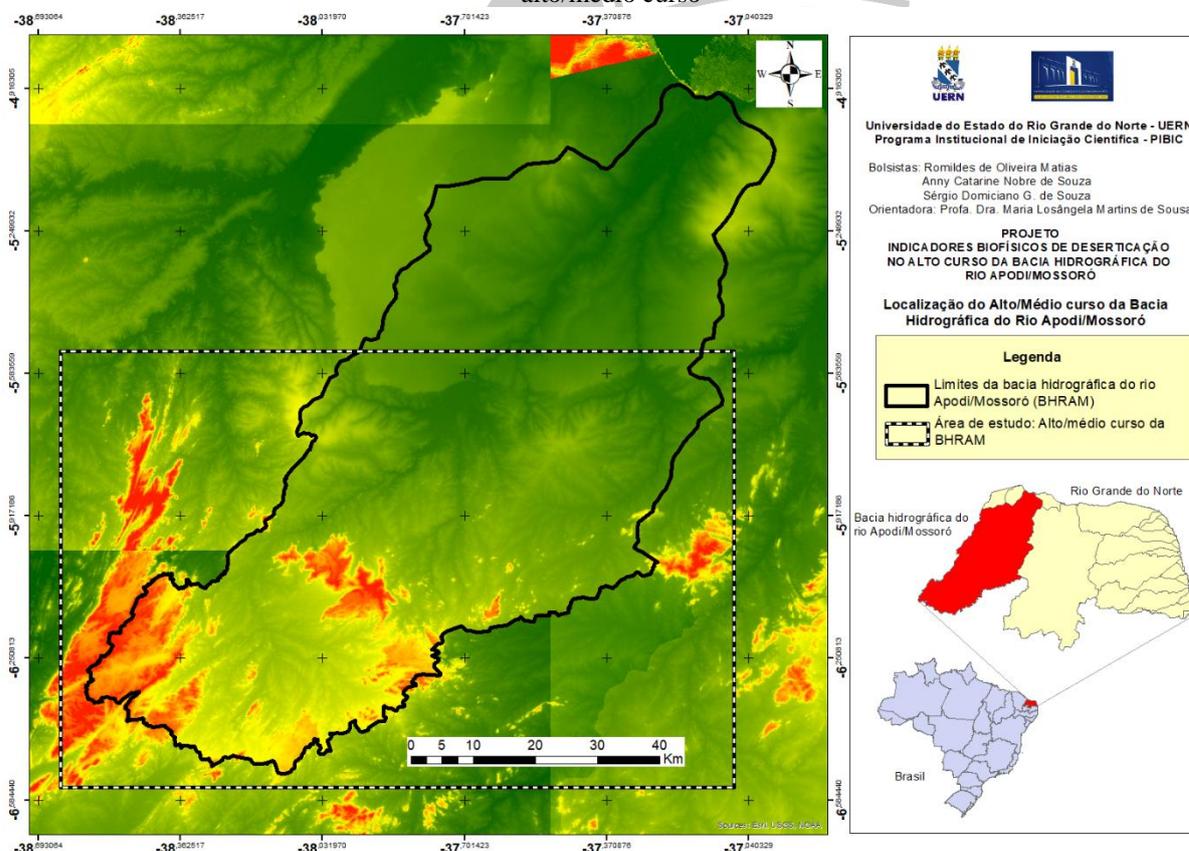
Nesse viés, cabe a reflexão do panorama que se apresenta o contexto do semiárido nordestino, em fundamento a essa macroescala, para a compreensão das particularidades da referida área, uma vez que o próprio Nordeste é permeado de singularidades e diversidades. Assim sendo, os estudos acerca da disponibilidade de água nas regiões interioranas são recorrentes, porém não o bastante. Deve-se aprofundar sob a realidade espaço-temporal dessas regiões, como subsídio ao conhecimento das especificidades que comprometem as bacias hidrográficas – por sua vez como unidade de planejamento na sua visão geossistêmica – desde as características geoambientais, até o abastecimento hídrico, bem como a pressão humana sob os recursos hídricos.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo analisar a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas no alto/médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró – RN (Doravante BHRAM).

A BHRAM apresenta-se inteiramente no território potiguar, ocupando uma superfície de 14. 276 Km² que corresponde cerca de 26, 8% do território estadual, segundo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN). Situa-se à Oeste do Estado na região geográfica intermediária de Mossoró. Para o estudo em questão, considera-se o recorte espacial do alto/médio curso da referida bacia hidrográfica, considerando como alto médio curso toda a área de exposição do embasamento cristalino, conforme mostra a figura 01.

Em relação ao alto/médio curso da BHRAM, a área abrange o território de aproximadamente 45 municípios, uns completamente inseridos e outros não, totalizando uma população estimada em 338.296 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Compreendendo as dimensões do semiárido nordestino, o recorte em estudo apresenta três sistemas ambientais: maciços residuais, depressão sertaneja e a planície fluvial, que marcam os limites e potencialidades hídricas de cada ambiente.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró (BHRAM), com destaque para o alto/médio curso



Fonte: Elaborado por Sousa, 2019

Haja vista tais pressupostos, este estudo preocupa-se em compreender a disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas para o contexto do alto/médio curso da BHRAM, atentando-se para as dimensões do semiárido do ponto de vista geoambiental. Assim, questiona-se: quais as condições de disponibilidade hídrica, das águas superficiais e subterrâneas, para a população sertaneja do alto/médio curso da BHRAM?

Dessa forma, a pesquisa encontra-se organizada em três seções. A primeira compreende uma contextualização teórica das águas no semiárido nordestino, apresentando as condições geoambientais do mesmo, tendo em vista a perspectiva das secas. A segunda, por sua vez, consiste na reflexão da disponibilidade hídrica no contexto de análise da BHRAM, sob a concepção do seu quadro geoambiental e a partir dos dados de águas superficiais e subterrâneas da área. A terceira seção diz respeito à análise dos dados discutidos em relação à disponibilidade hídrica da área da bacia hidrográfica, levando em consideração a pressão humana que a mesma dispõe, sob a condição sertaneja do semiárido nordestino. Ao final, é realizado comentários conclusivos sobre o estudo analítico realizado.

ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS NO CONTEXTO GEOAMBIENTAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A água é um bem vital para a sociedade, seja para aproveitamento humano ou para finalidades econômicas. No entanto, embora seja um bem natural renovável, nem sempre é disponibilizada com a qualidade exigível e recomendada para consumo, ou até mesmo em quantidade suficiente para usos domésticos, sendo discutível, ainda, que com a ausência da qualidade a quantidade desse recurso pode implicar na saúde da população (RIBEIRO, 2008). Daí a origem das frequentes campanhas com a finalidade de conscientizar as populações a utilizar esse bem de forma consciente e racional.

Aqui é oportuno destacar que o termo água se difere conceitualmente de recurso hídrico. Para Telles e Góis (2013), o termo água refere-se ao elemento natural desvinculado de qualquer emprego utilitário humano. Já recursos hídricos, por sua vez, equivalem à água como um bem econômico e de utilidade indispensável para o desenvolvimento de atividades diversas.

O debate acerca da disponibilidade hídrica no Nordeste brasileiro não é tão somente contemporâneo, afinal não é de agora que os longos períodos de estiagem comprometem a vida sertaneja. Embora as secas prolongadas sejam consideradas, por muitos, apenas como de ordem natural, a ação antrópica tem interferido nesse processo de forma que tem se acentuado cada vez mais. Aliado a isso, também, o histórico de políticas públicas que equivocadamente

visavam o combate à seca, julgando ser possível acabar com ela. Conforme apontam Sousa e Oliveira (2011, p.711):

Na realidade o problema não é a seca, e sim, a forma de conviver com ela. Historicamente vem se produzindo no semiárido à custa das potencialidades dos recursos naturais sem o devido respeito às limitações de uso dos mesmos. [...] é importante analisar e atribuir a seca a sua devida importância, entretanto não se pode deixar de analisar o fenômeno de modo a entender as suas principais causas e efeitos e de que forma o problema deve ser solucionado (SOUSA; OLIVEIRA, 2011, p.711).

Dito isto, o caráter sazonal das chuvas e sua irregular distribuição espaço/temporal, somado a ausência de uma agenda que, regulamente, o devido ao uso da água, tem comprometido a vida de muitos sertanejos que, desprivilegiados socioeconomicamente, precisam desse recurso para executar as principais atividades que lhes subsidiam economicamente como, por exemplo, as produções agrícolas e agropecuárias.

Para Ribeiro (2008), o estresse hídrico acontece quando há uma disparidade dos números que indicam, anualmente, a pluviometria e evaporação da água, bem como o total utilizado pela população de uma dada região, ou seja, o balanço entre a demanda e a oferta da água. As consequências da escassez hídrica, que afeta drasticamente a sociedade, impulsionam ações governamentais e políticas na tentativa de amenizar os impactos e conviver com a seca. Cirilo (2008) considera que a problemática da escassez hídrica nas regiões semiáridas, em que há o maior volume populacional, é desafiante, mas a superação por meio das estratégias de convivência certamente impulsiona ao desenvolvimento dessas regiões.

Diante desse quadro, e dentre as estratégias articuladas para mitigar os efeitos das secas nas regiões semiáridas, destacam-se as grandes obras de: açudagem e represamento da água, transposições, tanques de pedras, poços, cisternas e até mesmo técnicas de reaproveitamento, que, embora não sejam uma solução definitiva para os nordestinos, assistem grande parte do seu contingente populacional.

A região Nordeste do Brasil, em específico a que compreende o semiárido nordestino e o polígono das secas, é marcada por uma confluência entre o curto período da estação chuvosa, os moderados índices pluviométricos e a pressão por demanda de água pela população – a segunda maior do país com cerca de 53.081.950 habitantes, segundo o IBGE (2010). No entanto, é possível afirmar que o real problema pode ser expresso pela distribuição espacial assimétrica das chuvas ao ponto que, dada as condições geoambientais e climáticas de algumas áreas, acontece um *superávit* ou *déficit* hídrico.

As condições geoambientais do Nordeste brasileiro (NEB) é diversificada, conforme apresenta autores como Ab'Saber (2003), Souza e Oliveira (2002), Souza et al. (1992). De *Revista Homem, Espaço e Tempo*, nº 14, volume 1, p. 110-125, Jan/Dez/2020.

acordo com os mesmos, o NEB abrange uma área de 1556 mil km² de nove estados, com variados quadros naturais, domínios de paisagens e condições morfoclimáticas, as quais Andrade (2011), considerando estas condições e as diversificações regionais, denota a divisão do NEB em quatro sub-regiões: Zona da mata, Sertão, Agreste e Meio-Norte, visto a compreensão de paisagem geográfica, especialmente o elemento do clima nos mosaicos regionais.

Sob esta perspectiva climática, que marca o NEB, é importante esclarecer que a divisão regional do Nordeste se distingue da dimensão territorial do semiárido, contudo o NEB contém a maior parte do semiárido brasileiro, uma vez que esta ecozona se estende ao norte de Minas Gerais – caracterizado pela regularidade da temperatura de 22°C, pluviometria variando de 400-600 mm, baixos valores de amplitude térmica, elevadas taxas de evaporação e de evapotranspiração (Souza; Oliveira, 2002). Ademais, perante tais circunstâncias, o NEB também é marcado pela área do polígono das secas, 58% do território regional com cerca de 950.000 Km² (Souza et al., 1992), onde manifesta-se crises hídricas, tema pertinente ao teor do trabalho.

Nesse sentido, Souza et al. (1992) esboçam que a área comporta o conjunto de suas Unidades Geoambientais com ocorrências de vegetação de diferentes tipos de caatinga ou de transição desse bioma para outros. Além disso, a vegetação é tipicamente representativa da combinação de outros elementos, tais como: geologia, geomorfologia, clima, hidrografia e pedologia.

Pertinente ao substrato terrestre, geologicamente, prevalece no semiárido nordestino os terrenos de embasamento cristalino, no entanto extensas áreas de bacias sedimentares são encontradas na região. Geomorfologicamente falando, a estrutura topográfica reflete as particularidades geológicas com superfícies de aplainamento e de processos morfodinâmicos que datam de tempos geológicos mais recentes (Souza, op. cit.).

O quadro hidrográfico está intimamente relacionado aos aspectos climáticos e morfoestrutural da região. Nas localidades em que rochas de embasamento cristalino predominam, a drenagem se apresenta dendrítica, com maior frequência de canais fluviais, sendo menor o potencial de águas sub-superficiais, estas dispostas apenas em aquíferos fissurais, em contrapartida das zonas sedimentares (SOUZA, op. cit.).

O perfil pedológico da região é composto por solos relativamente pouco desenvolvidos e, conseqüentemente, pouco profundos. Ainda assim, a região possui um mosaico bastante variado, mas com poucas áreas com fertilidade natural alta e propícias para as atividades

agricultáveis. As principais classes de solos presentes são os Latossolos, Neossolos e Argissolos, que cobrem aproximadamente 70% de toda a extensão territorial do semiárido nordestino (MARQUES et al., 2014).

Segundo Rebouças (1997), essas características físicas e climáticas que prevalecem no Nordeste do Brasil são condicionantes, podem contribuir relativamente para o problema da seca, de modo a exigir responsabilidade e racionalidade na gestão não apenas dos recursos hídricos, mas de todo o patrimônio natural. No entanto, o estudioso aponta que o comportamento natural da região isolado não resulta nos cenários e quadros de pobreza da população. Para esse autor, ainda, “o que mais falta no semiárido do nordeste brasileiro não é água, mas determinado padrão cultural que agregue confiança e melhore a eficiência das organizações públicas e privadas envolvidas no negócio da água” (REBOUÇAS, 1997, p.2).

Por fim, é pertinente salientar que mesmo com as várias estratégias e políticas públicas, criadas para estimular o hábito da convivência com as secas, ainda é notório que são insuficientes e que a problemática da seca é um obstáculo que os sertanejos persistem em conviver. Além disso, a ausência de um plano e gestão democrática e eficiente dos recursos hídricos para a região dão margem à cenários que fortalecem a ideia errônea de que o Nordeste é a região mais desprivilegiada socioeconomicamente, culturalmente e turisticamente do Brasil.

METODOLOGIA

A presente pesquisa está sistematizada em duas etapas: gabinete e campo. No gabinete foram realizadas a revisão bibliográfica, o levantamento geocartográfico e a interpretação de imagens de satélites, pesquisas documentais, com a coleta de dados pelos órgãos estatuais, e as devidas análises. Em campo, buscou-se o reconhecimento da verdade terrestre, preenchimento de fichas e o registro fotográfico.

A pesquisa adota o método geossistêmico, sob a integralidade dos componentes naturais e os aspectos sociais, a qual compreendem o contexto do semiárido nordestino e o alto/médio curso da BHRAM, conforme leituras de Bertrand (2004), Veado (1995) e Sotchava (1977). Em relação ao entendimento da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento, Carvalho e Nascimento (2004), Tundisi e Tundisi (2011) e Rodrigues e Adami (2009). Para o entendimento do quadro geoambiental do semiárido nordestino, utilizamos as contribuições de Ab'Saber (2003), Souza e Oliveira (2002) e Souza et al. (1992) e entre outras discussões.

A pesquisa é de natureza documental e se refere à coleta de dados, sobretudo hidrográficos, junto aos órgãos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), Secretaria do Meio

Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH), Instituto de desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA, 2018), Companhia de Águas e Esgotos do RN (CAERN, 2018) e, ainda, quanto ao levantamento de dados secundários das águas subterrâneas dos municípios, estão inseridos na bacia pelo Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea para o Estado RN (CPRM, 2005).

No levantamento geocartográfico foi verificada as correlações das informações presentes no mapa da Geodiversidade do RN, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2009), no mapeamento do potencial dos recursos hídricos pelo RADAMBRASIL (1981) e pela hidrogeologia do RN, disponibilizada pelo IBGE (2005). Ademais, ainda foi realizada a interpretação de imagens de satélites através do *software* “*Google Earth Pro*”, a fim de identificar os reservatórios superficiais na área de estudo.

No tocante à atividade de campo, esta foi executada ao longo da área para o reconhecimento dos sistemas ambientais e suas características geoambientais, por meio do preenchimento de fichas de campo, da identificação das principais reservas hídricas encontradas e da paisagem em sua totalidade.

Todavia, vale ressaltar que o trabalho faz parte dos resultados da pesquisa de iniciação científica intitulada “Indicadores biofísicos da desertificação do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró”, no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC), do *Campus* Avançado de Pau dos Ferros (CAPF), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e fruto de inquietações no âmbito do Grupo de Estudos Análise Geoambiental e Estudos Integrados da Paisagem (GEAGEIP).

DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO ALTO/MÉDIO CURSO DA BHRAM

Ao tratar de disponibilidade hídrica em Bacias hidrográficas, do contexto semiárido nordestino brasileiro, no entendimento destas como unidade de planejamento, considerando ainda as condições geoambientais que marcam as suas paisagens, é imprescindível atentar-se para o cenário da seca como fenômeno social na vida do sertanejo, uma vez que é tida como problema crônico do Nordeste.

Conforme é frisado por Souza e Oliveira (2002), a seca não é resultado simplista das condições climáticas adversas, nem oriunda unicamente na perda da produção agrícola, este fenômeno social é também econômico e reverbera nas condições de degradação ambiental, dada à ausência de uma convivência com o semiárido, além de comprometer a qualidade de vida da população nordestina, especialmente ao analisarmos a situação hídrica.

Assim, no âmbito do alto/médio curso da BHRAM, as características geoambientais estão ligadas ao perfil de disponibilidade hídrica da área. Pois, esta apresenta um embasamento cristalino com diversidade geológica, a qual determina uma morfologia heterogênea com feições associadas à estruturas cristalinas com superfícies aplainadas degradadas, colinas dissecadas e morros baixos, escarpas serranas e *inselbergs* (ALVES, 2014). No ponto de vista climático, a área apresenta uma média pluviométrica, variando entre 646,8 mm e 1245,7 mm (EMPARN, 1963 a 2006), sendo que esse índice que ultrapassa mais de mil mm se justifica pela presença dos maciços residuais de Portalegre e Martins - RN.

Em relação aos atributos fito-pedológicos, na área predominam associações do tipo Argissolos Vermelho Amarelo, Latossolos e Neossolos Litólicos, juntos de outros tipos. Esses solos são recobertos por vegetação do tipo caatinga xerófila arbustiva e esparsa, bem como florestas sub-caducifólia e perenefólia nos maciços residuais.

Considerando essas características e as bases geocartográficas de CPRM (2009), RADAM/BRASIL (1981) e IBGE (2005), a província hidrogeológica do embasamento cristalino da área apresenta predominância de aquífero fissural - formado por rochas ígneas, metamórficas, duras e maciças, onde a circulação da água se faz nas fraturas, abertas devido ao movimento tectônico - com vazão muito baixa, ou seja, a frequência de subterrâneas é condicionada por esta base natural ocasionando teor salino na água dos poços. No tocante as águas superficiais, essas se fazem presente devido à baixa porosidade da zona cristalina nos rios, que são barrados por açudes em função de sua intermitência. Desse modo, o quantitativo da frequência das águas superficiais e subterrâneas é expresso no quadro 01.

Quadro 01 – Quantitativo de águas superficiais e subterrâneas do alto/médio curso da BHRAM –RN

Municípios		45	
Águas superficiais		Águas subterrâneas	
Reservatórios identificados pelo <i>Google Earth</i>	Reservatórios monitorados pela SEMARH com capacidade superior a 5.000.000 m ³	Poços identificados pelo Projeto Cadastro de Fontes e Abastecimento de por Água Subterrânea da CPRM em 2005	Poços identificados até 2016 pelo IDEMA
3.442	18 Reservatórios	Capacidade m ³	
	Santo Antônio de Caraúbas	8.538.109,00	1.638
	Apanha Peixe	10.000.000,00	
	Encanto	5.192.538,00	
	Santana	7.000.000,00	
	Santa Cruz do Apodi	599.712.000,00	
	Flechas	8.949.675,00	
	Lucrécia	24.754.574,00	
	Brejo	6.450.554,00	
	Tourão	7.985.249,00	
	Pau dos Ferros	54.846.000,00	
	Pilões	5.901.875,00	
	Riacho da Cruz II	9.604.200,00	
	Passagens	8.273.877,00	
	Marcelino	11.200.125,00	
	Bonito II	10.865.000,00	
	Malhada Vermelha	7.537.478,00	
	Rodeador	21.403.850,00	
Jesus Maria José	9.639.152,00		
Total	817.854.256,00	4.060	

Fonte: Adaptado pelos autores de SEMARH, CPRM (2005), IDEMA (2017) e *Google Earth*

Assim sendo, percebe-se que a frequência das águas se mostra expressiva, ainda que não se configure de fato uma seguridade na disponibilidade hídrica para a região *vis a vis* a intermitência dos rios e a irregularidade das chuvas. Ainda assim, é notório que os barramentos, mesmo com capacidade relativamente pequena (mais de 3 mil com capacidade inferior a 5 milhões de m³), mostram a realidade da açudagem como base para o abastecimento humano e animal, bem como para as práticas agrícolas como cultura de vazante, no alto médio curso da BHRAM.

Dada essa realidade, as águas subterrâneas têm se apresentado como alternativa para o sertanejo, embora a perfuração de poços exija um valor considerável, que por vezes foge à renda da grande massa populacional da área. Os números mostram um significativo aumento de poços nos municípios da área da bacia, em mais de 10 anos, o que reforça a ideia dos poços como alternativa, apesar da qualidade dessas águas. Nessa importância é necessário o incentivo à pesquisas a fim diagnosticar o potencial hidrogeológico e da qualidade de uso dessas águas.

Nesse sentido é que se aponta a necessidade de se discutir acerca da disponibilidade hídrica na área, pensando na segurança hídrica à população residente, ao passo em que esta atua pressionando por esse recurso, à medida em que consome e desenvolve suas atividades.

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS: SEGURANÇA HÍDRICA PARA O SERTANEJO DO ALTO MÉDIO CURSO DA BHRAM?

Na discussão acerca da segurança hídrica, é inevitável elucidar questões atinentes à água e a sua disponibilidade no mundo. Sento imperativo, primeiramente a sua conceituação e o panorama desse elemento passível de ser utilizado pelas populações humanas.

Se depreendido a água como um recurso natural, este tem disponibilidade variável no planeta terra. Essa disponibilidade depende essencialmente de um ciclo hidrológico, que envolve fatores de ordem climática, geológica e também outros relacionados ao uso do solo. Ao discutir isso, Ribeiro (2008, p.26) afirma que: “Cerca de 505.000 km³ de água evaporam-se dos oceanos anualmente. Na parte continental, a evaporação chega a 72.000 km³. Do total de chuvas da Terra, 80% ocorre nos oceanos (cerca de 458.000 km³ por ano). Os 20% restantes somam 119.000 km³, que caem sobre as terras emersas”.

Destarte, os fatos aludidos direcionam para pensar sobre a segurança hídrica do semiárido, denotando os aspectos naturais desse ambiente. Desse modo, pensando a temática para o alto/médio curso da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, inserida em ecozona totalmente semiárida, a discussão dá-se entorno, sobremaneira, da disponibilidade hídrica e na situação de abastecimento hídrico dos municípios inseridos na área, considerando, inclusive, o contingente populacional, em que pese a pressão humana.

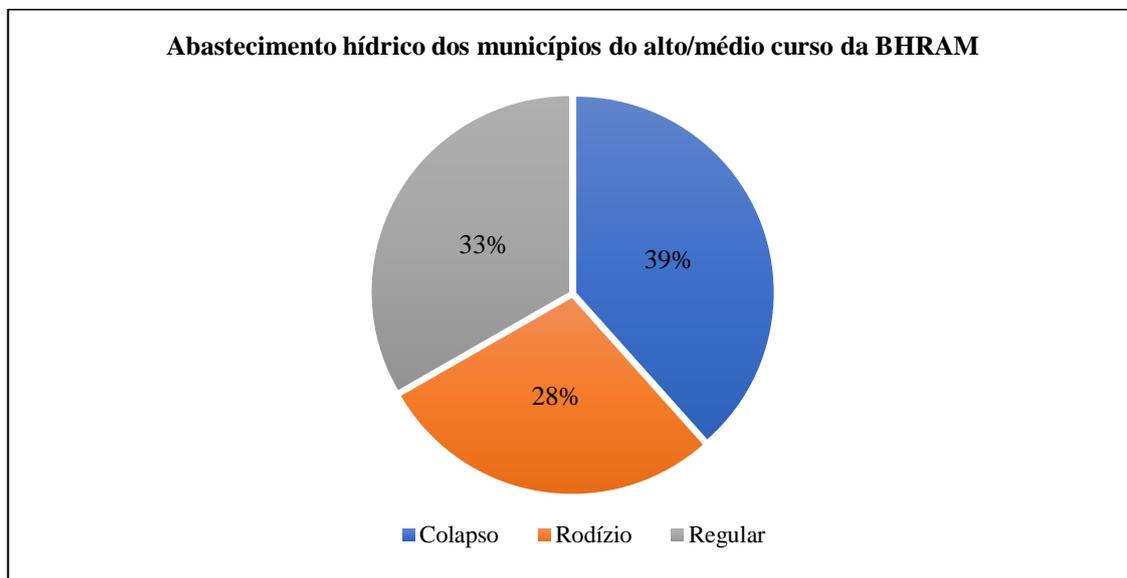
Desse modo, fato a se notar, é a situação do abastecimento hídrico dos municípios inseridos nessa porção da bacia, segundo dados da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2018). Consoante, essa empresa estatal, é possível aferir a realidade disponível de 32 dos 45 municípios da área, conforme o gráfico 01.

O abastecimento hídrico, dividido em 3 categorias, sinaliza realidades distintas vivenciadas pelos municípios de acordo com seu abastecimento hídrico. Desse modo, 15 municípios estão em colapso, 11 operam em sistema de rodízio e 13 apresentam um abastecimento regular pela companhia, no que compreende o período semanal de segunda à sexta-feira. Ainda assim, boa parte desses municípios atendem a uma população que varia de 3 mil a 27 mil habitantes.

Nessa perspectiva, denota-se um estado de atenção ou de emergência hídrica nos municípios, uma vez que este cenário é reflexo das agruras da seca que assola a área nos últimos

anos, resultando no esvaziamento dos reservatórios superficiais que abastecem, em primazia o perímetro urbano desses municípios, e serve também a populações rurais residentes nas proximidades.

Gráfico 01 – Situação do abastecimento hídrico dos municípios do alto/médio curso da BHRAM



Fonte: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN, 2018. Elaboração dos autores

A seca, como um fenômeno que compromete a disponibilidade hídrica, tem se acentuado no semiárido do Nordeste brasileiro na última década, e agravado após o ano 2012, conforme informações históricas abordadas no trabalho de Marengo, Alves e Cunha (2016). Esse fenômeno resulta de fatores climáticos como o *El niño*, associados à mudanças na circulação atmosférica.

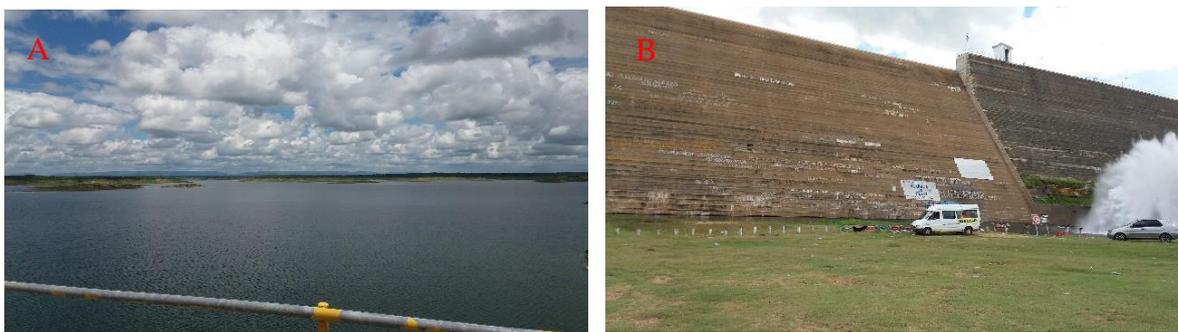
Além da seca, que é um fenômeno natural, na área em estudo, concentra-se um número significativos de barramentos dos cursos d'água. Tal fato, ainda que amparado no fundamento lógico de reserva de água em um ambiente cristalino e de rios intermitentes, pode comprometer o volume de água de reservatórios maiores e que são importantes para o abastecimento dos centros urbanos que se destacam no desenvolvimento regional.

Nesse ínterim, é mister citar o caso da barragem Pedro Diógenes Fernandes, principal reservatório do município de Pau dos Ferros – RN, com capacidade de 54.846.000 m³, segundo o (IGARN). Esse reservatório que abastece o município, atualmente, está seco em função das estiagens anuais e principalmente pelo acentuado número de pequenos barramentos a montante do reservatório.

Dessa forma, no cenário regional onde o alto/médio curso da bacia se insere, este é o caso mais flagrante, *vis a vis* o porte da cidade de Pau dos Ferros e seu potencial econômico

regional, no que tange ser pólo de educação do ensino superior abrangendo milhares de pessoas de outros estados. Esta cidade, assim como as demais que estão situação de colapso, estão sendo abastecidas pelas águas da barragem de Santa Cruz em Apodi – RN, que é o maior reservatório dentro da bacia e se encontra nos limites do alto/médio curso do Bacia do Rio Apodi/Mossoró (Figura 02).

Figura 02 – A: barragem de Santa Cruz, Apodi - RN. B: Parede da barragem de Santa Cruz



Fonte: Souza, 2019

Em relação às águas subterrâneas na área da bacia estudada, o caráter presente como alternativa de segurança hídrica expõe que, mesmo as características limitantes da hidrogeologia, os poços também têm suprido o abastecimento da população para inúmeras atividades, dado às estiagens que comprometem a situação das águas superficiais. Apesar de que não haja muito investimento, tanto por ser crescente o número de poços particulares na área, quanto para estudo dessas águas pensando a qualidade ambiental e humana.

Destarte, é possível se pensar na segurança hídrica no alto/médio curso da BHRAM, do ponto de vista da integralidade das águas superficiais e subterrâneas, conforme a realidade atual. Uma vez que a garantia da segurança hídrica só é possível com a contemplação de variáveis essenciais à vida humana e animal, tais como água para beber, para o uso doméstico, para a agricultura, para emergência e para o meio ambiente (PONTES, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade hídrica, como visto, está condicionada pela harmonia dos elementos físicos e naturais em sua dinâmica inexorável do ciclo hidrológico. Essa relação depende exclusivamente das peculiaridades de cada ambiente, adquirindo configuração deficitária nas ecozonas em que os elementos da natureza são carregados de limitações, como é o caso do semiárido do Nordeste brasileiro.

Desse modo, para o caso do alto/médio curso da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, essa realidade não se distancia, por ser uma área totalmente inserida na zona

semiárida e comportar um contingente populacional significativo, que para subsistência apela para a construção de reservatórios e a perfuração de poços, em que utilizam a água para os usos vitais e essenciais.

Portanto, ao discutir a disponibilidade hídrica nessa área, é notável uma situação de insegurança hídrica, no que concerne ao desabastecimento dos reservatórios superficiais e a limitação natural da geologia para a perfuração de poços com suficiência e qualidade.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Caatingas: o domínio dos sertões secos. In: **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades regionalistas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, p. 83-101.

ANDRADE, Manuel Correia de. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 8, dez. 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>>. Acesso em: abr. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (IBGE)**. Estado do Rio Grande do Norte Hidrogeologia. Rio de Janeiro: IBGE. Escala: 1:500.000, 2005. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/15824-hidrogeologia.html?=&t=downloads>>. Acesso em abr. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, 1981. (Mapa de Potencial dos recursos hídricos).

CARVALHO, Osires; RODRIGUES, Flávio do. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável (escala de necessidades humanas e manejo ambiental). In: **GEographya**, Revista da Pós-Graduação da UFF. Niterói: RJ, 2004. p. 111-126. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13482>>. Acesso em abr. 2020.

CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, 2008, vol. 22, n. 63, p. 61-82. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: abr. 2020.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**, escala 1:500.000 [Internet], 2009. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_rio_grande_norte.pdf>. Acesso em: out. 2018.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. BELTRÃO, Breno Augusto *et al.* (Orgs.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2005. Disponível: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Rio-Grande-do-Norte---Atlas-Digital-dos-Recursos-Hidricos-Subterraneos-3130.html>>. Acesso em: abr. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN)**. Abastecimento do RN 2018. Disponível em: <<http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000176563.PDF>>. Acesso em: jan. 2020.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN)**. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2019.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)**. Disponível em: <<http://igarn.rn.gov.br/Index.asp>>. Acesso em: jan. 2020.

GOVERNO RIO GRANDE DO NORTE. **Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)**. Anuário estatístico 2017. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Index.asp>>. Acesso em: nov. 2019.

GOVERNO RIO GRANDE DO NORTE. **Instituto de gestão das águas do Rio Grande do Norte (IGARN)**. (Bacia Apodi/Mossoró). Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: set. 2018.

MARQUES, Flávio Adriano et al. **Solos do Nordeste**. Embrapa: Recife, 2014.

MARENGO, Jose A.; CUNHA, Ana Paula; ALVES, Lincoln M. Seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanalise**, v. 3, p. 49-54, 2016. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/>>. Acesso em: abr. 2020.

PONTES, Emilio Tarlis Mendes. **A convivência com o semiárido no contexto sulamericano: segurança hídrica em Afogados da ingazeira (Pernambuco, Brasil) e Graneros (Tucumán, Argentina)**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11103>>. Acesso em: abr. 2020.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. In: Águas subterrâneas. REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 111-143.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, 11(29), 1997, p. 127-154. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007>. Acesso em: abr. 2020.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=IPv-BCWLFygC&oi=fnd&pg=PA13&dq=ribeiro+%C3%A1guas&ots=NuGheqeg7B&sig=n4t5BG30zFeNYtrhjYajLoIeJTU#v=onepage&q=ribeiro%20%C3%A1guas&f=false>. Acesso em: jan. 2020.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURINI, Luis Antonio Bittar. **Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2009, p. 147-166.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. **O estudo de Geossistemas**. Métodos em Questão. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1977.

SOUSA, Maria Losângela Martins de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Política de combate à seca e estratégias de convivência com o semiárido: o contexto do estado do Ceará. In: SEABRA, Giovanni; MENDONÇA, Ivo (org.). **Educação ambiental**: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011, p. 709-715. Disponível em: <<https://www.cnea.com.br/publicacoes-1>>. Acesso em: abr. 2020.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Semiárido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca. In: HUBP, J. L; INBAR, M. **Desastres Naturales em América Latina**. México, 2002 p. 207- 221.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, José Gerardo B. de; LINS, Rachel Caldas; JATOBÁ, Lucivânio. Condições Geo-ambientais do semi-árido brasileiro. **Ci. & Tróp.**, Recife, v. 20, n. 1, p. 173-198, jan./jun, 1992. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/358384756/Condicoes-Geoambientais-Do-Semiarido-Brasileiro>>. Acesso em: abr. 2020.

TELLES, Dirceu D’Alkmin; GÓIS, Josué Souza de. Usos da água e suas características. In: TELLES, Dirceu D’Alkmin (Org.). **Ciclo ambiental da água**: da chuva à gestão. São Paulo: Edgard Blucher, 2013, p. 178-216.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Planejamento e gestão dos recursos hídricos: novas abordagens e tecnologias. In: **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 152-188.

VEADO, R. A. **O Geossistema**: Embasamento Teórico e Metodológico (Relatório de qualificação). UNESP: Rio Claro, 1995.

VIEIRA, Vicente P. P. B; GODIM FILHO, Joaquim G. C.; Água doce no semiárido. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 481-505.

Recebido: 16/04/2020

Aceito: 23/07/2020