ORGANIZADORES
Jander Barbosa Monteiro
Isorlanda Caracristi
Lutiane Queiroz de Almeida

CLIMA, RECURSOS HÍDRICOS E TECNOLOGIAS SOCIAIS NO SEMIÁRIDO

SÉRIE
GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO

SERTÃO CULT

ORGANIZADORES
Jander Barbosa Monteiro
Isorlanda Caracristi
Lutiane Queiroz de Almeida

CLIMA, RECURSOS HÍDRICOS E TECNOLOGIAS SOCIAIS NO SEMIÁRIDO

SÉRIE
GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO

Sobral
2020

SERTÃO CULT

© 2020 copyright by Jander Barbosa Monteiro, Isorlanda Caracristi e Lutiane Queiroz de Almeida (Orgs.)
Impresso no Brasil/Printed in Brasil

SÉRIE GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO
Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Centro de Ciências Humanas/CCH Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. John Sanford, s/n – Junco – Sobral/CE

Editor da Série
Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

Conselho Editorial
Profa. Dra. Vanda Claudino Sales – UVA/UFC
Profa. Dra. Simone Ferreira Diniz - UVA
Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque - UFPI
Prof. Dr. José Falcão Sobrinho - UVA

Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138
Renato Parente - Sobral - CE
(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222
contato@editorasertaocult.com / sertaocult@gmail.com
www.editorasertaocult.com

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico
Marco Antonio Machado

Coordenação de Normatização e Revisão
Antonio Jerfson Lins de Freitas

Revisão
Daniel Martins de Carvalho

Capa
Éder Oliveira França

Diagramação
Francisco José da Silva

Catalogação
Leolgh Lima da Silva - CRB3/967

C639 Clima, recursos hídricos e tecnologias sociais no semiárido. / Jander Barbosa Monteiro, Isorlanda Caracristi, Lutiane Queiroz de Almeida. (Orgs.). – Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

248p.

ISBN: 978-65-87429-46-5 - papel
ISBN: 978-65-87429-39-7 - e-book - pdf
Doi: 10.35260/87429397-2020

1. Geologia. 2. Geografia física. 3. Semiárido. 4. Semiárido-Tecnologia sociais. I. Monteiro, Jander Barbosa. II. Caracristi, Isorlanda. III. Almeida, Lutiane Queiroz. VI. Título.

CDD 550
910.02

ORGANIZADORES

Jander Barbosa Monteiro

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará - UFC e Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará - UECE. Graduado em Geografia pela UFC. Atualmente é Professor Adjunto do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA e integra o quadro de docentes permanentes do Mestrado Acadêmico em Geografia - MAG da referida universidade. Bolsista de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e Inovação Tecnológica da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP. Vinculado ao Laboratório de Estudos Ambientais e Climáticos - LEAC da UVA, bem como ao Grupo de Pesquisa "Estudos Geográficos de Sistemas Ambientais e Climas Intrarregionais".

Isorlanda Caracristi

Graduada (Bacharelado) em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (1987) – UECE e Doutora em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (2007) - USP. Desenvolveu Estágio Pós-Doutoral junto ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH) do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC. Professora associada da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Foi Coordenadora Adjunta do Mestrado Acadêmico em Geografia da UVA (MAG-UVA) e compõe o quadro de professores permanentes, além de colaborar com o Programa de Pós-Graduação da UECE (PROPGEO) da Universidade Estadual do Ceará. Coordena o Laboratório de Estudos Ambientais (LEA) e o Grupo de Pesquisa "Estudos Geográficos de Sistemas Ambientais e Climas Intrarregionais". É editora da Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS).

Lutiane Queiroz de Almeida

Graduado (Licenciatura e Bacharelado - 2002) em Geografia e Mestre (2005) pela Universidade Estadual do Ceará – UECE. Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Rio Claro, com período sanduíche na Université de Paris X, Nanterre, e bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP. Professor Associado do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, onde coordena o grupo de pesquisa GEORISCO - Dinâmicas Ambientais, Riscos e Ordenamento do Território. Recebeu o Prêmio de Melhor Tese pela Associação Nacional de Pós-Graduação em Geografia - ANPEGE, em 2011, e o Prêmio Capes de Teses na área de Geografia, em 2012. Em 2014/2015, realizou pós-doutorado na United Nations University, em Bonn e período complementar no Institute of Regional Development Planning, University of Stuttgart, também na Alemanha, na condição de Bolsista CAPES Pós-Doutorado (Ciência sem Fronteiras).

AUTORES

Antônia Luana Fernandes Praxedes
Engenheira Ambiental e Sanitária, Mestranda em Economia Rural - UFC

Caroline Vitor Loureiro
Profª. Drª. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE

Danielle Rodrigues da Silva
Profª. Drª. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE

Edson Vicente da Silva
Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará-UFC

Francílio de Amorim dos Santos
Professor Doutor em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará e Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Francisco Bruno Monte Gomes
Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará

Francisco Gerson Lima Muniz
Doutorando em Geografia, Universidade Estadual do Ceará

Francisco Horácio da Silva Frota
Prof. Dr. em Sociologia Política na Universidade de Salamanca e Docente da Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Ivi Aliana Carlos Dantas
Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Isorlanda Caracristi
Profª. Drª. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará

Jamile Ingrid de Almeida Salviano
Economista, Mestranda em Economia Rural - UFC

Janine Beatriz Torres
Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

José de Jesus Sousa Lemos
Professor Titular e Coordenador do Laboratório do Semiárido (LabSar), Universidade Federal do Ceará

Josias Farias Neto
Mestre em Planejamento e Políticas Públicas pela Universidade Estadual do Ceará

Marcus Vinicius Freire Andrade
Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo e Docente do Instituto Federal do Ceará-Campus Sobral

Nagila Fernanda Furtado Teixeira
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA da Universidade Federal do Ceará-UFC

Nátane Oliveira da Costa
Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Ceará

Pedro Edson Face Moura
Doutorando em Geografia da Universidade Federal do Ceará-UFC

Pedro Balduino de Sousa Neto
Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

Sâmella Patrícia Lima Paungartten
Professora Ms. da Universidade Federal do Amapá, Brasil

Silmária Katiuscia Maia Barros
Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

Suely Torquato Ribeiro
Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará e Gerente do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental do município de Sobral-CE

Távila da Silva Rabelo
Mestranda em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

Werton Francisco Rios da Costa Sobrinho
Mestre em Geografia. Docente da Universidade Estadual do Piauí

APRESENTAÇÃO

A presente obra remete aos estudos sobre o ambiente semiárido e que faz surgir valorosas pesquisas, como exemplo o clima, recursos hídricos e tecnologias sociais no semiárido, oportunidade em que se concretizou a materialidade da escrita deste título.

Destaca-se que o conhecimento das características climáticas e dos recursos hídricos distribuídos em bacias hidrográficas nos permite planejar estratégias de racionalização e otimização dos usos da água, principalmente em áreas semiáridas, surgindo as diversas tecnologias sociais.

Isso posto, observa-se que o material ora apresentado justifica-se através do auxílio aos agricultores com relação à tomada de decisão na produção agrícola pautada na realidade local, ou seja, das peculiaridades da natureza e da cultura que perfazem o ambiente semiárido.

A discussão do tema possibilitou a difusão do conhecimento do semiárido em uma perspectiva conceitual, técnica e metodológica, estimulando a articulação e a troca de ideias, informações, experiências e conhecimentos entre os autores.

De sorte, os organizadores da obra, professores renomados do Ceará e do Rio Grande do Norte, foram amparados pelo Fórum Brasileiro do Semiárido. Este reservou como tema principal "Educação, Tecnologias e Técnicas de Convivência no Semiárido" e reuniu profissionais de todo o país que se dedicam à pesquisa no ambiente semiárido e

atuam nas áreas do ensino, pesquisa e extensão em instituições públicas, privadas e organizações governamentais e não governamentais: geógrafos, agrônomos, biólogos, engenheiros, geólogos e pedagogos, professores, pesquisadores, acadêmicos e profissionais das demais áreas voltadas para a temática do semiárido em nível nacional e internacional.

O resultado do trabalho conjunto dos pesquisadores em fazer a presente obra foi facilmente incorporado na Série Geografia do Semiárido, contando com o apoio do Grupo de Pesquisa e Extensão do Semiárido (CNPq) e da Rede Norte-Nordeste de Pesquisadores da Pós-Graduação em Geografia/ RENNEGEO.

Professor Dr. José Falcão Sobrinho
Editor da Série Geografia do Semiárido

PREFÁCIO

Os estudos ambientais voltados ao uso e gestão dos sistemas hídricos, segurança hídrica, às análises do clima de pequenas e médias cidades e sobre técnicas aplicadas ao ambiente semiárido vêm, no contexto nacional, cada vez mais sendo abordados como temas de pesquisas nos programas de pós-graduação em Geografia e áreas afins, tais como Ecologia, Agronomia, Economia Agrícola e Educação Contextualizada.

O presente livro reflete tal projeção e tendência da produção acadêmica, pois é composto por trabalhos voltados aos estudos climáticos, hidrogeográficos e de convivência com o semiárido, e evidencia a diversidade de pesquisas submetidas para apresentação no **IV Fórum Brasileiro do Semiárido (IV FBSA),** que tem como tema geral "**Educação, tecnologias e técnicas de convivência no ambiente semiárido".**

São apresentados neste livro 10 artigos que foram submetidos e aprovados pela Comissão Científica do IV FBSA, envolvendo os Eixos Temáticos "Clima, Potencial de Exploração e Tecnologia Sustentável" e "Risco, Vulnerabilidade e Desastre Socionaturais em Ambientes Semiáridos". As apresentações a seguir sintetizam os principais conteúdos abordados nesta coletânea.

Estudar a influência da zona de convergência intertropical (ZCIT) nos episódios extremos de chuva que ocorrem em Picos (PI) e os impactos decorrentes é o que propõe o artigo "**Análise episódica de precipitação extrema na cidade de Picos-PI:**

um estudo de caso da atuação da zona de convergência do Atlântico Sul sobre o sertão piauiense", de Werton Francisco Rios da Costa Sobrinho, que se utiliza de análises sinóticas da evolução temporal da ZCIT para alcançar os resultados, que podem ser aplicados ao planejamento urbano.

"**Análise Rítmica do S.C.U. do Centro Urbano da Cidade de Sobral (CE)"** é o trabalho de Francisco Gerson Lima Muniz e Isorlanda Caracristi. Trata-se de um estudo de clima urbano em ambiente semiárido, objetivando analisar o microclima do centro da cidade de Sobral (CE), onde se localizam as principais atividades comerciais e de serviços, tendo como perspectiva avaliar o conforto térmico por meio de análise rítmica, em que os resultados possuem grande potencial aplicativo ao planejamento urbano.

Na perspectiva da relação entre governança e ações de mitigação às secas, Josias Farias Neto e Francisco Horácio da Silva Frota, desenvolveram a "**Avaliação da governança participativa desenvolvida nos municípios de Piquet Carneiro e Quixeramobim na implementação do plano piloto agropecuário municipal de preparação e resposta às secas do Ceará**", chegando aos resultados em que houve a participação popular, que as comunidades foram integradas, porém é necessário aprimorar a inclusão, a representatividade e os processos deliberativos.

Em "**Características Climáticas e Balanço Hídrico do Município de Tejuçuoca (CE)",** os autores, Nágila Fernanda Furtado Teixeira, Edson Vicente da Silva e Pedro Edson Face Moura, analisam as características climáticas e dos recursos

hídricos do município de Tejuçuoca, que se localiza na região centro-norte cearense, resultando num levantamento voltado à promoção da segurança hídrica da população local.

Os autores Jamile Ingrid de Almeida Salviano, Antônia Luana Fernandes Praxedes e José de Jesus Sousa Lemos desenvolveram estudos climáticos voltados às instabilidades pluviométricas dos municípios de Sobral e Pentecostes situados no sertão do Estado do Ceará. O objetivo foi analisar a relação entre essas instabilidades, os processos de desertificação e a produção da lavoura de sequeiro nos referidos municípios, resultando no trabalho intitulado "**Instabilidades Pluviométricas Vis a Vis Produção de Lavouras Alimentares nos Municípios de Sobral e Pentecoste, no Semiárido Cearense"**.

No contexto das técnicas e ações de convivência com o semiárido, os autores Silmária Katiuscia Maia Barros, Janine Beatriz Torres, Pedro Balduino de Sousa Neto e Ivi Aliana Carlos Dantas apresentam o trabalho "**O Uso das Geotecnologias para o Mapeamento e Construção de Cisternas de Placas no Território Potiguar**". O referido trabalho analisa a utilização das geotecnologias no mapeamento voltada à construção de cisternas de placas no semiárido do Rio Grande do Norte e conclui que as geotecnologias se constituem em importantes ferramentas para tomada de decisões que necessitam de base espacial de dados e informações.

O artigo "**Planejamento Hidrográfico em Microescala: o Caso do Quilombo Sítio Veiga, Quixadá (CE)**", de Caroline Vitor Loureiro e Danielle Rodrigues da Silva, discute

governança, uso, ocupação e qualidade ambiental a partir do estudo de caso voltado ao Quilombo Sítio da Veiga (CE), e tem como objetivo compreender a importância e função do planejamento hídrico na ampliação do acesso à agua por parte da comunidade quilombola. As conclusões apontam para a necessidade de políticas públicas voltadas às pequenas comunidades locais.

De caráter técnico e aplicado, o artigo "**Qualidade da Água de Dessalinizadores Disponibilizados para o Consumo Humano em Comunidades Rurais de Sobral (CE)**", de Francisco Bruno Monte Gomes, Marcus Vinicius Freire Andrade e Suely Torquato Ribeiro, apresenta os resultados das análises dos parâmetros da qualidade da água provinda dos dessalinizadores instalados para atender a demanda de água potável das comunidades rurais do município de Sobral (CE). Concluiu-se que a qualidade da água potável produzida, em sua maioria, possuía boa qualidade, porém houve casos de detecção de coliformes fecais, necessitando do uso de produtos para tornar a água própria ao consumo humano.Com a análise da "**Resiliência natural atual a secas da sub-bacia hidrográfica do rio Jacareí (CE-PI)**", Francílio de Amorim dos Santo, com base em pesquisa documental, descritiva e cartográfica associada ao uso de sistema de informação geográfica, elaborou índice de resiliência natural à seca da sub-bacia hidrográfica do rio Jacareí, que subsidiarão futuros estudos voltados à vulnerabilidade das comunidades da área de estudo aos períodos de seca.

Sâmella Patrícia Lima Paungartten e Nátane Oliveira da Costa, autoras de **"Segurança hídrica e vulnerabilidade hídrica em Moçambique** (África)**",** apresentam um estudo relevante para países africanos como Moçambique, que possuem sérios problemas com a escassez de água. Os resultados do estudo documental e bibliográfico dão suporte à compreensão da vulnerabilidade socioambiental e da governança da água no país.

Os artigos acima apresentados, de âmbito nacional e internacional, motivam os leitores a acessá-los, pois compõem um rico acervo de pesquisa bibliográfica que subsidiam reflexões teóricas e metodológicas, assim como aplicabilidades técnicas. Estão todos convidados a essa rica leitura. Tirem o máximo de proveito.

Isorlanda Caracristi
Jander Barbosa Monteiro
Lutiane Queiroz de Almeida
(Organizadores)

SUMÁRIO

Características Climáticas e Balanço Hídrico do Município de Tejuçuoca (CE) Doi:10.35260/87429397p.17-36.2020 **17**
Nagila Fernanda Furtado Teixeira; Edson Vicente da Silva; Pedro Edson Face Moura

Instabilidades Pluviométricas Vis a Vis Produção de Lavouras Alimentares nos Municípios de Sobral e Pentecoste, no Semiárido Cearense Doi:10.35260/87429397p.37-63.2020 **37**
Jamile Ingrid de Almeida Salviano; Antônia Luana Fernandes Praxedes; José de Jesus Sousa Lemos

Análise episódica de precipitação extrema na cidade de Picos-PI: um estudo de caso da atuação da zona de convergência do Atlântico Sul sobre o sertão piauiense Doi:10.35260/87429397p.65-85.2020 **65**
Werton Francisco Rios da Costa Sobrinho

Análise Rítmica do S.C.U. do Centro Urbano da Cidade de Sobral (CE) Doi:10.35260/87429397p.87-117.2020 **87**
Francisco Gerson Lima Muniz; Isorlanda Caracristi

Segurança hídrica e vulnerabilidade hídrica em Moçambique (África) Doi:10.35260/87429397p.119-136.2020 **119**
Sâmella Patrícia Lima Paungartten e Nátane Oliveira da Costa

Planejamento Hidrográfico em Microescala: o Caso do Quilombo Sítio Veiga, Quixadá (CE) Doi:10.35260/87429397p.137-154.2020 **137**
Caroline Vitor Loureiro; Danielle Rodrigues da Silva

O Uso das Geotecnologias para o Mapeamento e Construção de Cisternas de Placas no Território Potiguar Doi:10.35260/87429397p.155-169.2020 **155**
Silmária Katiuscia Maia Barros; Janine Beatriz Torres; Pedro Balduino de Sousa Neto; Ivi Aliana Carlos Dantas

Qualidade da Água de Dessalinizadores Disponibilizados para o Consumo Humano em Comunidades Rurais de Sobral (CE) Doi:10.35260/87429397p.171-187.2020 **171**
Francisco Bruno Monte Gomes; Marcus Vinicius Freire Andrade; Suely Torquato Ribeiro

Avaliação da governança participativa desenvolvida nos municípios de Piquet Carneiro e Quixeramobim na implementação do plano piloto agropecuário municipal de preparação e resposta as secas do Ceará Doi:10.35260/87429397p.189-220.2020 **189**

Josias Farias Neto; Francisco Horácio da Silva Frota

Resiliência natural atual a secas da sub-bacia hidrográfica do rio Jacareí (CE-PI) Doi:10.35260/87429397p.221-247.2020 **221**

Francílio de Amorim dos Santos

Doi:10.35260/87429397p.17-36.2020

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E BALANÇO HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA-CEARÁ

Nagila Fernanda Furtado Teixeira
Edson Vicente da Silva
Pedro Edson Face Moura

INTRODUÇÃO

O clima é determinado predominantemente pela circulação geral da atmosfera, resultante do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes, bem como das características topográficas sobre os continentes (FERREIRA; MELLO, 2005). O clima do Nordeste do Brasil (NEB) é resultado da atuação de diversos mecanismos físicos e dos sistemas atmosféricos atuantes nessa região que interagem e são responsáveis pela distribuição das chuvas (KAYANO; ANDREOLI, 2009).

Os principais sistemas atmosféricos e mecanismos que governam o regime das chuvas no NE são: i) Zona Convergência Intertropical (ZCIT); ii) El Niño-Oscilação Sul (ENOS); iii) Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Tropical, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); iv) Frentes Frias; v) Linhas de Instabilidade

(LIs); vi) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) ; vii) Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e viii) brisas marítima e terrestre (FERREIRA; MELLO, 2005; KAYANO; ANDREOLI, 2009).

Para Lima (2004), além desses sistemas de circulação de grande escala, deve-se considerar a orientação do litoral e das serras em relação aos ventos alísios, gerando corredores de vento, zonas de barlavento (chuvas orográficas) nas áreas mais úmidas, sotavento (áreas de sombra, com menor índice pluviométrico e menos úmidas) e as baixas altitudes predominantes do relevo com cotas inferiores a 400m, com exceção dos planaltos cristalinos e sedimentares, e que formam condicionantes climáticos espaciais de influência local e regional.A localização do Ceará, próximo à linha do Equador, permite uma intensa insolação no Estado durante o ano todo, o que caracteriza uma área típica de climas quentes. A atuação dos sistemas atmosféricos influenciam na sazonalidade e variabilidade da precipitação, além de outros fatores como a altitude, a disposição do relevo e a proximidade ou distância dos oceanos que proporcionam as diferenciações locais dos climas no Estado (LOURENÇO, 2013; ZANELLA, 2007).

Conhecer as características climáticas e os recursos hídricos dos estados e municípios permite planejar estratégias de racionalização e otimização dos usos da água, principalmente em áreas semiáridas. De acordo com Pereira *et al.* (2002), a disponibilidade hídrica de uma área pode ser quantificada pelo balanço hídrico que evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiência hídrica por meio das relações entre

as entradas e saídas de água, mediadas através de dados de precipitação e temperatura.

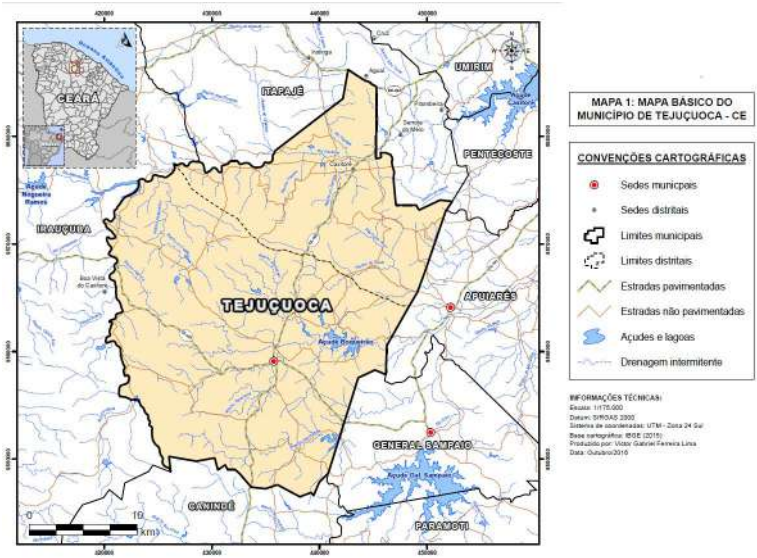
Dessa forma, o presente trabalho visou analisar as características climáticas e dos recursos hídricos de Tejuçuoca (CE). A pesquisa se dividiu em três etapas: organização e inventário, estudos de campo e pesquisa de gabinete.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Tejuçuoca está localizado no Sertão Centro-Norte do estado do Ceará, compreendendo uma área de 750,60 km², latitude Sul de 3°59'20" e longitude Oeste de 39°34'50" em uma altitude de 140 metros, fica a 144 km de distância de Fortaleza, com acesso através da BR-222. Limita-se com os municípios de Itapajé ao Norte; Canindé ao Sul; Apuiarés, Pentecoste e General Sampaio ao Leste e Irauçuba ao Oeste (IPECE, 2012). Tejuçuoca possui dois distritos: Tejuçuoca e Caxitoré (Figura 1).

No que se refere à geologia, em Tejuçuoca encontram-se duas unidades litoestratigráficas: a Suíte Intrusiva Tamboril Santa Quitéria, correspondente ao período Neoproterozóico III (540-650 M.A) da era Neoproterozóico e o Complexo Ceará: Unidade Independência e Canindé, correspondem ao período Rhyaciano (2050-2500 M.A) da era Paleoproterozóico (CPRM, 2003).

Figura 1 - Localização geográfica de Tejuçuoca



Fonte: Teixeira, 2016.

No município são encontradas as unidades geomorfológicas: Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e Planícies Fluviais. A Depressão Sertaneja apresenta relevo plano suave ondulado e descontinuidades topográficas, é caracterizada pela presença de *inselbergs* e afloramentos de rochas e apresenta inclusão de relevo pseudocárstico nas áreas de ocorrência de metacalcário (SOUZA, 2000).

Tejuçuoca possui diferentes associações de solos, cujos Planossolos e Neossolos Litólicos apresentam-se como os mais predominantes. Os Planossolos são solos rasos e pouco profundos, de textura média ou argilosa, podendo apresentar elevado teor de sódio no horizonte B. Os Neossolos Litólicos apresentam fraca evolução, profundidades inferiores a 50 cm, de textura arenosa ou média, com presença de cascalho e afloramentos de rocha (PEREIRA; SILVA, 2007). A vegetação de Caatinga se encontra distribuída nos setores mais baixos, hipoxerófila, e nos setores mais altos, hiperxerófila, variando entre Caatinga arbustiva e Caatinga arbórea (IBGE, 2012).

Segundo dados do IBGE (2010), Tejuçuoca possui 16.827 habitantes, sendo 62,35% na zona rural e 37,65% urbana, com incidência de pobreza de 68,89%; 2.227 domicílios são abastecidos com saneamento básico e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é 0,584. As atividades econômicas desenvolvidas nesse município são variadas, destacando-se a agropecuária com a criação de caprinos, seguida pela agricultura e extrativismo vegetal predominantes na zona rural. Na área urbana desenvolve o comércio e serviços, bem como os trabalhos administrativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se a pesquisa em três etapas: organização e inventário, estudos de campo e pesquisa de gabinete. Na fase de organização e inventário efetivou-se o levantamento bibliográfico e cartográfico da área de estudo, dados secundários.

Foram realizadas também visitas de campo no município a fim de coletar dados primários da área e registro fotográfico. Na etapa de gabinete ocorreu a interpretação dos dados primários e secundários, obtidos em campo, relacionando-os com as informações compiladas na revisão bibliográfica, bem como a realização do balanço hídrico do município.

Os dados de precipitação foram coletados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a partir do posto pluviométrico instalado em Tejuçuoca nas coordenadas – 03º98' latitude e - 39º58' longitude, que registra informações de precipitação desde o ano de 1988, portanto, com série histórica de 28 anos. A Organização Mundial de Meteorologia (WMO) salienta que se deve utilizar série história de 30 anos para análise em climatologia, mas optou-se por realizar o balanço hídrico com os dados de 1988-2016 e corrigir as falhas nos dados através do método de ponderação regional de Tuci (2001).

Para o balaço hídrico do município, utilizou-se um programa denominado Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955), elaborado por Glauco e Sentelhas (1999), onde são colocados os dados referentes às coordenadas do posto pluviométrico, latitude, dados de temperatura e precipitação. Para a determinação das temperaturas de Tejuçuoca, utilizou-se o Programa Celina 1.0 - Estimativa de Temperaturas para o Estado do Ceará, desenvolvido por Costa (2007) através das coordenadas e atitude do posto pluviométrico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Características climáticas e recursos hídricos superficiais e subterrâneos de Tejuçuoca

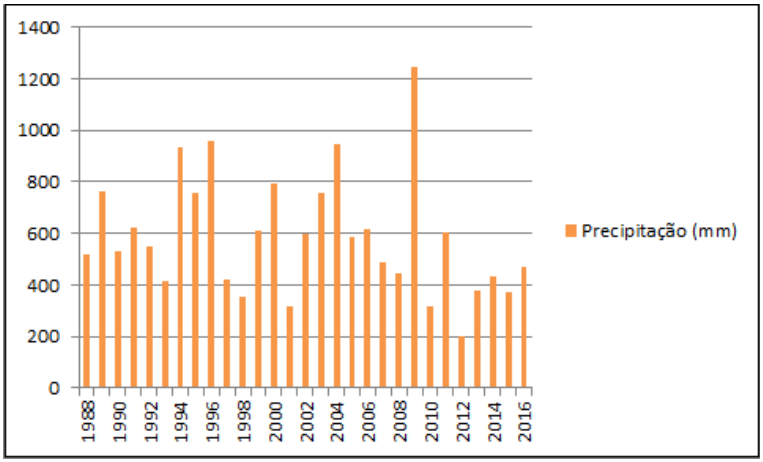
A proposta de classificação climática de Köppen (1931) estabelece que os tipos climáticos do Ceará são: A (climas quentes) e B (climas áridos), estando estes subdivididos em: Aw' (clima tropical chuvoso, com estação seca se atrasando para o outono - Região Litorânea); Amw' (clima tropical chuvoso de monção, com estação chuvosa se atrasando para o outono - Região das Serras Úmidas); BSw' (clima quente e semiárido, com estação chuvosa se atrasando para o outono e temperatura superior a 18ºC no mês mais frio – Região do Sertão).

Nessa perspectiva, o clima de Tejuçuoca é BSW' - quente e semiárido caracterizado por chuvas irregulares, com 7 a 8 meses secos. Durante todo o ano as temperaturas oscilam com médias entre 26°C a 28°C e elevadas taxas de evapotranspiração. No ano de 2016, a precipitação total foi de 471 mm, com maiores índices pluviométricos registrados nos meses de janeiro, março e maio com, respectivamente, 121 mm, 85 mm e 102 mm.

De acordo com os dados de pluviometria do posto de Tejuçuoca no período de 1988 a 2016, tem-se os anos de 1989, 1994, 1995, 1996, 2000, 2002, 2004 e 2009 como chuvosos, com precipitação acima da média de 659,5 mm, com ênfase no ano de 2009, marcado com a maior precipitação da série

histórica, 1243,2 mm. Os demais anos tiveram chuvas abaixo da média, com destaque para o ano de 2012, que registrou a menor precipitação, 201 mm. O Gráfico 1 traz os totais pluviométricos anuais do município.

Gráfico 1 - Totais pluviométricos anuais de Tejuçuoca (1988-2016)



Fonte: FUNCEME, 2016, organizado por Teixeira, 2016.

Em se tratando dos aspectos hidrológicos de Tejuçuoca, observa-se que os recursos hídricos superficiais e subsuperficiais são reflexos das condições morfoestruturais e climáticas. Nos sertões deprimidos do semiárido com rochas cristalinas há grande ocorrência de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal e drenagem exorreica. Conforme salienta Zanella (2007), a irregularidade pluviométrica, o caráter intermitente dos rios e as características litológicas repercutem na disponibilidade dos recursos hídricos do sertão.

Os rios do NEB, em determinadas épocas do ano, chegam ao mar, característica original dos sistemas hidrográficos

e hidrológicos regionais, diferente de outras regiões semiáridas do mundo em que as drenagens convergem para depressões fechadas, os rios dessa região vão para o Atlântico (NASCIMENTO, 2011).

Os principais cursos hídricos superficiais do município são os riachos do Paulo, dos Tanques e o rio Tejuçuoca e o Caxitoré, estes dois últimos são importantes afluentes da margem esquerda da bacia hidrográfica do rio Curu. Esta compõe o conjunto de 12 bacias cearenses, juntamente com a do rio Jaguaribe, dividida em Alto, Médio e Baixo, do rio Banabuiú, do rio Acaraú, do rio Coreaú, do rio Salgado, Metropolitana, do Litoral, da Serra de Ibiapaba e do Sertão de Crateús (CEARÁ, 2016).

A bacia do Curu possui uma área de 8.750,75 Km^2, equivalente a 6% do território cearense e drena, além de Tejuçuoca, mais 14 municípios: Itatira, Canindé, Caridade, Paramoti (no alto Curu); General Sampaio, Apuiarés, Pentecoste, Itapajé, Irauçuba, Umirim, São Luís do Curu (no médio Curu); e São Gonçalo do Amarante, Paraipaba e Paracuru (no baixo Curu) (CEARÁ, 2009).

A limitação da disponibilidade hídrica é um problema recorrente em Tejuçuoca, assim como na maioria dos municípios do Ceará. Como medidas de mitigação da seca estão a construção de açudes e perfuração de poços. Segundo Dantas e Rodrigues (2015), o processo de açudagem tem a intensão de proporcionar o desenvolvimento da região nordeste através da disponibilidade hídrica para as atividades agrícolas, industriais e serviços, além do abastecimento humano.

Os açudes do Ceará são de pequeno, médio, grande e macro porte construído pelo governo, por particulares e em regimes de cooperação. A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) estabelece uma classificação para os açudes de acordo com a capacidade volumétrica em: macro porte (> que 750.000.000 m^3), grande porte (de 75.000.000 a 750.000.000 m^3), médio porte (de 7.5000.000 a 75.000.000 m^3) e pequeno porte (de 0,5 a 7.5000.000 m^3). Os açudes de pequeno porte foram construídos para abastecer a população rural dos municípios cearenses, principalmente para o uso consumo humano e animal.

Em função da grande variação do escoamento fluvial e do longo período de ausência de lâmina d'água, a construção de açudes surge como uma alternativa para acumular água e garantir o suprimento hídrico nos longos períodos de estiagens (FARIAS, 2015). Segundo a COGERH, em 2009 existiam 21 açudes de pequeno porte em Tejuçuoca. No entanto, devido ao longo período de seca dos últimos anos, é comum encontrar açudes de pequeno porte secos no município (Figura 2).

Figura 2 - Açude da Querida de pequeno porte seco em Tejuçuoca

Fonte: Teixeira, 2016.

O principal açude público de Tejuçuoca é o Boqueirão (Figura 3), também denominado de Tejuçuoca por alguns órgãos, foi construído em 1990 e é classificado como de médio porte, contém 28.110.000 m³ com vazão de 50 l/s. Esse açude é monitorado pela COGERH com o apoio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e abastece a população urbana residente da sede distrital por meio de uma adutora com 6,18 km. Atualmente, esse açude apresenta-se com volume muito baixo, 7.530.000 m³ com 26,8% da sua capacidade e vazão de 30 l/s (CEARÁ, 2017).

Figura 3 - Açude Boqueirão em Tejuçuoca

Fonte: Teixeira, 2016.

Outra importante forma de abastecimento de água nos sertões do NEB é o uso das cisternas de placas, como pode visualizado na Figura 4. Em Tejuçuoca, um município predominantemente rural, a presença das cisternas, como pode ser visualizado na Figura 4, é bem representativa na paisagem sertaneja, construídas através do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: 1 Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) coordenado pela Articulação no Semiárido (ASA).

Figura 4 - Cisternas de placas na zona rural de Tejuçuoca

Fonte: TEIXEIRA, 2016.

No município há 962 cisternas com capacidade de armazenar 16 mil litros de água cada uma, permitindo o abastecimento doméstico da população (ASA, 2017). Os recursos hídricos subterrâneos dependem do substrato geológico e das condições climáticas que alimentam os aquíferos através da precipitação. Em Tejuçuoca, o sistema hidrogeológico é do tipo fissural, também denominado de cristalino, com características hidrogeológicas que dependem dos fatores tectônicos dúcteis e/ou rúpteis, predominando o rúptil, provocando o surgimento de fraturas e/ou falhas responsáveis pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas e, a partir daí, sua expressão como aquífero.

Por apresentarem porosidade intersticial e permeabilidade primárias, são consideradas praticamente nulas, impossibilitando um comportamento aquífero deste meio. É tido como um aquífero livre somente nas zonas fraturadas, que são potencialmente capazes de terem armazenamento e circulação de água, com porosidade e permeabilidade ditas secundárias por faturamento (CEARÁ, 2010).

Zanella (2007) completa a descrição dos recursos hídricos subterrâneos ao apresentar que o embasamento cristalino apresenta rochas com pouca capacidade de impermeabilidade contribuindo para a pouca possibilidade de captação de água dos seus aquíferos. As reservas mais significativas relacionam-se a ocorrência de falhas e fraturas que, em muitos casos, dispõem de águas impróprias ao consumo devido à grande concentração de sais, principalmente o sódio, presente em quantidade elevada na constituição mineralógica das rochas cristalinas.

A exploração das águas subterrâneas é importante para complementar o abastecimento em Tejuçuoca por meio de poços profundos. Encontram-se 30 poços tubulares no município, destes, apenas 16 estão equipados e funcionando (SRH, 2014). Os 10 poços fechados ou abandonados decorrem por apresentarem altos teores de sais na água, dificultando a utilização dela para o abastecimento das localidades rurais.

O sódio, elemento presente nas rochas cristalinas, é altamente solúvel e, ao ser carregado pela precipitação, acumula-se nos açudes e riachos. No período seco, as altas taxas de evaporação concentram o sódio e outros sais nos açudes, tornando-as, em alguns casos, impróprias ao uso humano, animal e na produção. A utilização dessa água imprópria na irrigação provoca a salinização do solo e graves prejuízos (ZANELLA, 2007).

Para solucionar esse problema alguns municípios apresentam projetos de dessalinizadores de água para abastecer a população. Tejuçuoca participa do Programa Água Doce da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará que atende 14

comunidades com sistemas de dessalinização permitindo o acesso à água de boa qualidade para consumo humano.

Balanço hídrico de Tejuçuoca

Para uma avaliação mais detalhadas das condições climáticas do município realizou-se o balanço hídrico pois, a partir deste, pode-se entender o comportamento do regime hídrico de Tejuçuoca. A partir dos dados de precipitação e temperatura é possível definir evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC). A Tabela 1 mostra o resultado do balanço hídrico do município com série histórica de 1988 a 2016.

Tabela 1 - Balanço hídrico do município de Tejuçuoca (1988-2016), considerando a capacidade de armazenamento do solo (CAD) de 100 mm

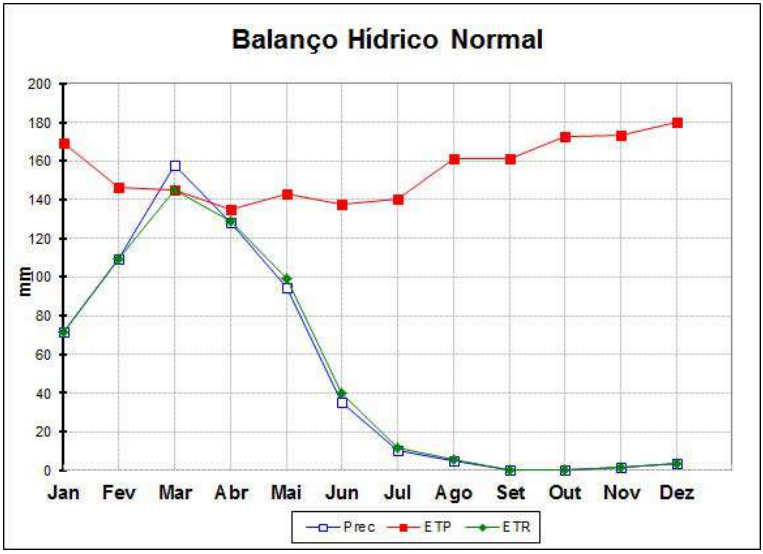
Meses	T (ºC)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
Jan	28,1	71,80	169,39	-97,6	0,0	0,0	71,8	97,6	0,0
Fev	27,6	109,60	146,38	-36,8	0,0	0,0	109,6	36,8	0,0
Mar	26,9	157,50	145,04	12,5	12,5	12,5	145,0	0,0	0,0
Abr	26,7	127,90	135,05	-7,3	11,4	-1,1	129,0	6,2	0,0
Mai	26,9	94,20	143,05	-48,8	6,2	-5,2	99,4	43,6	0,0
Jun	26,9	35,40	137,76	-102,4	1,7	-4,5	39,9	97,9	0,0
Jul	26,8	10,50	145,05	-129,5	0,3	-1,4	11,9	128,2	0,0
Ago	27,7	5,10	160,91	-155,8	0,0	-0,3	5,4	155,5	0,0
Set	27,9	0,20	161,38	-161,2	0,0	0,0	0,2	161,1	0,0
Out	28,1	0,00	172,93	-172,9	0,0	0,0	0,0	172,9	0,0
Nov	28,3	1,60	173,46	-171,9	0,0	0,0	1,6	171,9	0,0
Dez	28,3	3,90	180,05	-176,2	0,0	0,0	3,9	176,2	0,0
Médias	**330,2**	**617,7**	**1865,5**	**------**	**------**	**0,0**	**51**	**104**	**0,0**
Total	**28**	**51**	**155**	**-1247,8**	**------**	**±12**	**617,7**	**1247,8**	**0,0**

Fonte: Thornthwaite; Mather, 1955; FUNCEME, 2016.

Legenda: (T)-Temperatura; (P)-Precipitação; (ETP)-Evapotranspiração potencial; (ARM) -Armazenamento de água no solo; (ALT)-Variação do armazenamento; (ETR)- Evapotranspiração real; (EXC)- Excedente hídrico; (DEF)-Deficiência hídrica.

De acordo com a Tabela 1 e o Gráfico 2, percebe-se que a maior precipitação da série histórica se concentra no mês de março e abril com, respectivamente, 157,50 mm e 127,90 mm. A ETP atinge o seu ápice no mês de dezembro com 180,05mm e a maior temperatura do ano, 28/*3ºC. A ETR, atingiu o maior nível no mês de março com 145 mm.

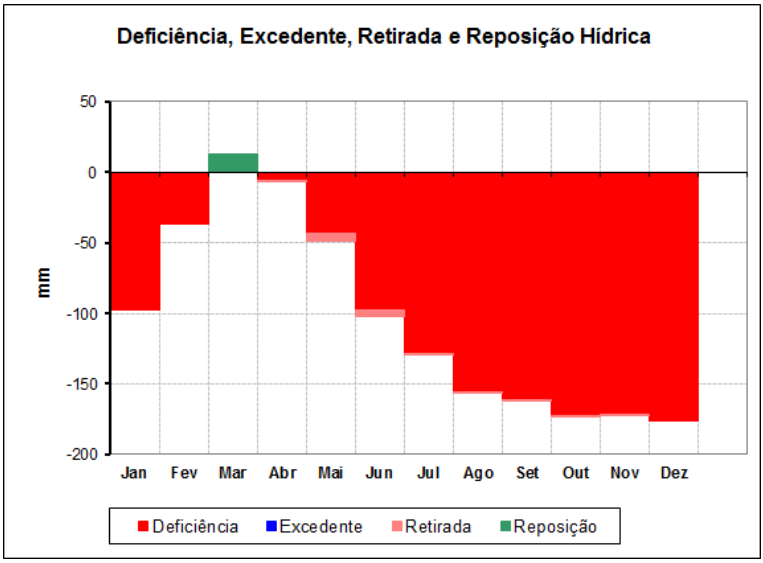
Gráfico 2 - Balanço hídrico normal de Tejuçuoca (1988-2016)



Fonte: Thornthwaite; Mather, 1955; FUNCEME, 2016.

Com relação à DEF do município, observa-se no Gráfico 3 que 11 meses do ano são de deficiência hídrica, com exceção apenas de março, marcado como de reposição, sendo este também o mês mais chuvoso. O período de retirada concentra-se nos meses de maio e junho.

Gráfico 3 - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica do município (1988-2016)



Fonte: Thornthwaite; Mather, 1955; FUNCEME, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O balanço hídrico corresponde ao total de ganhos e perdas de água de uma determinada superfície, sendo determinante para o estudo dos recursos hídricos. Salienta-se, ainda, que as características relacionadas aos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos estão diretamente associadas aos fatores climáticos, à estrutura geológica, à cobertura vegetal, aos aspectos pedológicos, seus aspectos geomorfológicos, além dos tipos de usos e ocupação do município.

Os principais cursos hídricos superficiais do município, rio Tejuçuoca e o Caxitoré, são importantes afluentes da margem esquerda da bacia hidrográfica do rio Curu e, juntamente com

os reservatórios, são intensamente utilizados pela população do município para o abastecimento humano, dessedentação de animais, lazer e irrigação da agricultura de subsistência.

Estes usos múltiplos nem sempre são acompanhados de um planejamento, sendo perceptíveis os impactos nesse ambiente, principalmente, com o desmatamento, queimada, poluição, ocupações irregulares e assoreamento de cursos hídricos do município.

REFERÊNCIAS

ASA. Articulação do Semiárido Brasileiro . **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido**: 1 Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), 2017. Disponível em: http://www.asabrasil.org.br.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Volume armazenado no reservatório Tejuçuoca**, 2017. Disponível em: http://www.hidro.ce.gov.br. Acesso em: 30 maio 2017.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Secretaria dos Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Plano de Gerenciamento das Águas do Litoral** – Fase 1 – Estudos básicos e diagnóstico, 2010.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Ceará**. Fortaleza: COGERH, 2016.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Caderno regional da bacia do Curu.** Fortaleza: INESP, 2009.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000.** CPRM, 2003.

DANTAS, S. P.; RODRIGUES, I. B. Alguns apontamentos sobre a política de açudagem no nordeste brasileiro. *In*: ZANELLA, M. E.;

SALES, C. L. **Clima e recursos hídricos no Ceará na perspectiva geográfica.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2015.

FARIAS, J. F.; SILVA, E. V.; NASCIMENTO, F. R. Caracterização de sistemas ambientais como base metodológica para o planejamento ambiental em bacias hidrográficas semiáridas. Amazonas. **Revista Geoamazônia**, v. 3, n. 6, p. 14-27, 2015.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 1, n. 1, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=231335&search=ceara|tejucuoca. Acesso em: 23 jul. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de vegetação**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico municipal de Tejuçuoca**, 2012. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2012/Tejucuoca.pdf./ Acesso em: 23 jul. 2016.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Cima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque *et al.* (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 464 p.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.

LIMA, E. C. **Análise e manejo geoambiental das nascentes do alto rio Acaraú*:*** Serra das Matas-Ceará. 2004. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico Físico-Conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia**

hidrográfica do rio Aracatiaçu (CE)-Brasil. Fortaleza, 2013, 192f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

NASCIMENTO, F. R. do. Caracterização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. *In*: MEDEIROS, C. M. de *et al*. (Org). **Os recursos hídricos do Ceará:** integração, gestão e potencialidades. Fortaleza: IPECE, 2011.

PEREIRA, A. R. *et al*. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. da. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. *In*: SILVA, J. B. da *et al.* (Org.). **Ceará:** um novo olhar geográfico. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SOUZA, M. J. N. de; Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N. de; MORAIS, J. O. de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Fortaleza: FUNECE, 2000.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará.** 2014. Acesso em 30 maio 2017. Disponível em: http://atlas.srh.ce.gov.br/

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. *In*: SILVA, J. B. da *et al.* (Org.). **Ceará:** um novo olhar geográfico. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

Doi:10.35260/87429397p.37-63.2020

INSTABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS VIS A VIS: PRODUÇÃO DE LAVOURAS ALIMENTARES NOS MUNICÍPIOS DE SOBRAL E PENTECOSTE, NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Jamile Ingrid de Almeida Salviano
Antônia Luana Fernandes Praxedes
José de Jesus Sousa Lemos

INTRODUÇÃO

O fenômeno Desertificação é definido como a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas e as variações climáticas (UNCCD, 1994). Classificam-se as Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil em áreas semiáridas, áreas subúmidas secas e áreas do entorno. Cobrem uma superfície de 1.340.863 km² e abrangem 1.488 municípios nos estados do nordeste, além do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (BRASIL, 2007).

A região semiárida brasileira contém 1.262 municípios na região nordeste e sudeste do país, formando a região semiárida mais populosa do mundo, com aproximadamente 27 milhões de habitantes. O estado do Ceará, localizado na

região Nordeste do país, possuía 150 municípios reconhecidos oficialmente como incluídos no semiárido no ano de 2005. Em 2017, passou a ter 175 dos seus 184 municípios inseridos nesse ecossistema, o que representa 95% do total de municípios, sendo reconhecido pelo Governo Brasileiro como o estado que possui a maior inserção no semiárido brasileiro (BRASIL, 2017a).

De acordo com Brasil (2004), o Ceará também possui o maior número de municípios inseridos em ASD, com 100% dos seus municípios introduzidos nestas áreas, e ainda possui um dos núcleos de desertificação do Brasil, o núcleo de Irauçuba. Segundo o IPECE (2018), existem três núcleos de ocorrência de ASD no estado, são eles: Núcleo I – ASD Irauçuba/Centro Norte, Núcleo II – ASD Inhamuns e Núcleo III – ASD Jaguaribe. Além destes, configuram-se núcleos em classificação muito grave/grave, moderado e de baixa susceptibilidade nas áreas de entorno.

O trabalho objetiva avaliar como a instabilidade pluviométrica e o processo de desertificação influenciam as previsões de variáveis endógenas determinantes da produção de lavouras de sequeiro em Sobral e Pentecoste, municípios localizados no estado do Ceará. Para esta finalidade, tem-se os seguintes objetivos específicos: a) estabelecer o comportamento de flutuação das precipitações anuais de chuvas dos municípios de Sobral e Pentecoste, comparativamente ao que acontece no estado do Ceará no período que se estende de 1974 a 2018; b) aferir comparativamente a instabilidade/estabilidade das variáveis endógenas, exógena e construídas observadas em cada um dos regimes pluviométricos.

A importância do estudo justifica-se através do auxílio aos agricultores com relação à tomada de decisão na produção agrícola em regime de sequeiro, bem como dos fomentadores de políticas públicas voltadas à produção desses itens nos municípios selecionados. A escolha das localidades de Sobral e Pentecoste fundamenta-se pelo fato de que ambos estão situados na área de entorno do Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte, caracterizados pelo IPECE (2018) como ASD com nível de ocorrência muito grave/grave.

A hipótese inicial do trabalho é que a instabilidade pluviométrica que se observou nos municípios estudados, entre os anos de 1974 e 2018, é maior nos anos que apresentaram níveis de pluviometria caracterizados como anos de estiagem. A segunda hipótese estabelece que as variáveis associadas às produções de feijão, mandioca e milho também apresentam maiores instabilidades nos anos classificados como estiagem pluviométrica, o que interfere na capacidade de previsão das variáveis endógenas que definem a produção das lavouras de sequeiro em Sobral e Pentecoste.

Para a análise serão apresentadas cinco seções, incluindo esta breve introdução. Na seção 2 situa-se a fundamentação teórica para o presente estudo, fazendo-se uma caracterização a respeito do processo de desertificação, ASD e semiárido nordestino, além de uma breve explicação sobre instabilidade pluviométrica e produção de sequeiro. A seção 3 apresenta a metodologia, bem como a fonte dos dados. Na seção 4, há a discussão dos resultados. Por fim, seguem as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Desertificação, áreas susceptíveis à desertificação (ASD) no Ceará e semiárido nordestino

O fenômeno desertificação passou a ser considerado globalmente a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação realizada em Nairóbi, Quênia, em 1977. Apontado como uma sequência de modificações regressivas dos solos, da vegetação e do regime hídrico, conduzindo à deterioração biológica dos ecossistemas em consequências de pressões criadas por fatores climáticos e pelas atividades do ser humano, em ações conjuntas ou separadas (CGEE, 2016).

Em 1994, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) definiu o fenômeno como sendo a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas e as variações climáticas. Nesta convenção, gerou-se um instrumento jurídico do direito internacional, do qual o Brasil tornou-se participante em 1997. O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN- Brasil) foi lançado em 2004, e em 2006 foi divulgado o Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil, produzido pelo Ministério do Meio Ambiente. Além disso, foram elaborados os Programas de Ação Estadual de Combate à Desertificação (PAE) para todos os estados da Região Nordeste e Norte de Minas Gerais e Espírito Santo, consideradas as regiões brasileiras inseridas neste fenômeno.

De acordo com Brasil (2007), as áreas brasileiras susceptíveis à desertificação foram determinadas seguindo

as recomendações da UNCCD (1994), que propõem a adoção do índice de aridez, base da classificação climática de Thorntwaite (1995), calculado pela razão entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração. Considerando-se que no Brasil não existem climas áridos ou hiperáridos, as ASD estarão associadas aos climas semiáridos e subúmidos secos, com índices variando, respectivamente, entre 0,21 e 0,50 e entre 0,51 e 0,65. Além dessas classes, admitiu-se uma terceira categoria de ASD situada nas chamadas áreas de entorno, que representam faixas de transição que contornam os espaços semiáridos e subúmidos secos.

Apesar dessas áreas formalmente não se enquadrarem no padrão climático considerado susceptível à desertificação, a razão de serem incluídas justifica-se pelo fato de apresentarem características comuns às áreas semiáridas e subúmidas secas, pois também apresentam elevada ocorrência de secas e enclaves de vegetação típica do semiárido brasileiro, a caatinga.

Portanto, classificam-se as ASD no país em áreas semiáridas, áreas subúmidas secas e áreas do entorno. Cobrem uma superfície de 1.340.863 km², abrangendo um total de 1.488 municípios nos nove Estados do Nordeste, além do norte de Minas Gerais e norte do Espírito Santo, atingindo diretamente 30 milhões de pessoas. Desse total, 180 mil km² já se encontram em processo grave e muito grave de desertificação, concentrados principalmente nos estados do Nordeste, que têm 55,25% do seu território atingido em diferentes graus de deterioração ambiental (BRASIL, 2007).

Em 2005, o Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (CONDEL/SUDENE)

reconheceu 1.133 municípios incluídos no semiárido. Em 2017, o mapa foi revisado passando a conter 1.262 municípios. A região semiárida brasileira abrange a região nordeste e sudeste do país, formando a região semiárida mais populosa do mundo, com aproximadamente 27 milhões de habitantes (BRASIL, 2017).

O Ceará possuía 150 municípios reconhecidos oficialmente como incluídos no semiárido brasileiro no ano de 2005. Em 2017, passou a ter 175 dos seus 184 municípios inseridos nesse ecossistema, o que representa 95% do total de municípios, sendo reconhecido pelo Governo Brasileiro como o estado que possui a maior inserção no semiárido brasileiro (BRASIL, 2017a). Ademais, de acordo com o PAN Brasil (2004), o estado do Ceará é o que possui o maior número de municípios inseridos em Áreas Suscetíveis à Desertificação, com 100% dos seus municípios introduzidos nestas áreas, e ainda possui um dos núcleos de desertificação do Brasil, o núcleo de Irauçuba.

Segundo Lemos e Bezerra (2019), há divergências no Brasil entre o que é semiárido de um ponto de vista técnico, que é aferido pelo índice de aridez (IA) e aquele definido pelo Governo Federal. Pois, os municípios reconhecidos oficialmente pelo Governo Federal como pertencentes ao semiárido recebem tratamento diferenciado em políticas públicas, recebendo benefícios assegurados em norma constitucional, em que pelo menos 50% dos recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) devem ser aplicados no financiamento de atividades produtivas nestes municípios.

No Brasil, dentre o total de municípios incluídos no semiárido, foram delimitados quatro núcleos caracterizados como de alto risco à desertificação, conhecidos como Núcleos de Desertificação de Gilbués (PI), Irauçuba (CE), Seridó (PB) e Cabrobó (PE) (BRASIL, 2007). No estado do Ceará, segundo o IPECE (2018), existem três núcleos de ocorrência de áreas susceptíveis à desertificação no estado do Ceará, são eles: Núcleo I – ASD Irauçuba/Centro Norte; Núcleo II – ASD Inhamuns; Núcleo III – ASD Jaguaribe. Além destes, configuram-se núcleos em classificação muito grave/grave, moderado e de baixa susceptibilidade nas áreas de entorno.

É preciso ressaltar que existe uma alta variabilidade espacial dos índices médios de chuva (600 a 2.100 mm) nas ASD, além das elevadas temperaturas que caracterizam a região, resultando em altos índices de evapotranspiração. De forma geral, estas áreas são marcadas por grandes conflitos de uso dos recursos hídricos, o que compromete seriamente a condição de vida de sua população. Uma conjugação de fatores leva a esse cenário: o baixo desenvolvimento socioeconômico aliado às condições hídricas desfavoráveis, combinando alta evapotranspiração, baixa precipitação e, em muitas regiões, solos desfavoráveis às atividades agrícolas (BRASIL, 2007).

Segundo Caetano *et al.* (2017), com relação às causas naturais, destacam-se os eventos climáticos que influenciam as precipitações na Região Nordeste, como o El Niño e a Zona de Convergência Intertropical. A seca, que é responsável por níveis de precipitação pluviométrica abaixo da média, compromete o desenvolvimento da vegetação local e das

práticas agrícolas. As fortes chuvas também contribuem para o agravamento da desertificação, pois retiram os sedimentos da camada superficial do solo, especialmente em áreas onde o solo se encontra desprotegido da cobertura vegetal.

Na compreensão de Alves (2009), o processo de desertificação no mundo tem se intensificado em decorrência das ações antrópicas, em que o aumento da população mundial e do consumo em grande escala tem feito com que a exploração predatória da natureza contribuísse para a expansão das áreas que são susceptíveis a esse processo.

Com relação ao fator antropogênico para a intensa degradação, de uma maneira geral, constata-se a substituição da caatinga por práticas de agricultura de subsistência, pecuária e retirada de madeira para produção de lenha e carvão, resultando em um caráter ambiental frágil das ASD a partir do uso inadequado dos recursos naturais renováveis pelo homem. Ressalta-se que esta exploração é impulsionada por condições sociais adversas, como pobreza e desigualdade.

> A combinação desses elementos (pobreza e desigualdade) promove nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) uma evidente aceleração dos processos de degradação. Uma imensa massa de pequenos agricultores descapitalizados, confinados em pequenas parcelas de terras de tais áreas (via de regra, de média ou baixa fertilidade natural), dependentes de seu trabalho para a produção de alimentos para autoconsumo, de forragens para seus animais, mas necessitando produzir excedentes comercializáveis, tenderá, naturalmente, a sobre utilizar os recursos naturais,

> contribuindo dessa forma para agravar os processos de degradação (BRASIL, 2004).

A contribuição das intervenções humanas nesse processo ocorre, principalmente, pela retirada da cobertura vegetal do solo e pelas práticas agropecuárias predatórias que induzem o uso inadequado do solo. A utilização excessiva de agroquímicos, as queimadas, a pecuária extensiva, a lavoura itinerante, o reduzido tempo de pousio entre as áreas cultivadas e as práticas inadequadas de irrigação, que provocam salinização dos solos, são fatores agravantes do processo de desertificação (CAETANO *et al.*, 2017).

Segundo Fernandes e Medeiros (2009), a desertificação, ao longo dos últimos tempos, tem causado uma drástica diminuição das terras produtivas, o que, aliado ao aumento da demanda por alimentos e por matérias primas energéticas, pode ter contribuído para aumentar a fome e desencadear fluxos migratórios do campo para as cidades. Para minimizar os efeitos desse processo destruidor é preciso conter o avanço do fenômeno com medidas sociais e tecnológicas, envolvendo não somente os governos, mas também, toda sociedade.

Ainda segundo Alves (2009), desertificação é um fato que deve ser compreendido como fenômeno integrador de processos econômicos, sociais, naturais e/ou induzidos que destroem a fertilidade dos solos, a vegetação, provoca impactos sobre clima e provoca escassez hídrica. Consequentemente, causa impactos regressivos na qualidade de vida nas áreas sujeitas a dificuldades de aridez e/ou climática. O semiárido brasileiro, por sua vez, também se encontra inserido neste

contexto de destruição ambiental, convivendo com os efeitos da desertificação.

Portanto, a desertificação e a degradação das terras possuem causas naturais e antrópicas, constituindo-se em processos de difícil recuperação, especialmente para a produção agrícola e para o desenvolvimento rural, gerando altos custos sociais, econômicos e ambientais.

Instabilidade pluviométrica e produção de sequeiro nas ASD

O Nordeste brasileiro, por encontrar-se em grande parte inserido nos climas semiárido e subúmido seco, apresenta um baixo índice pluviométrico, além de precipitações irregulares concentradas no início do ano e altas taxas de evapotranspiração, ou seja, fatos que obstaculizam o desenvolvimento de práticas agrícolas (ANGELOTTI *et al.*, 2009). O aspecto climático, juntamente com as intervenções antrópicas nestes ambientes frágeis, causa uma série de impactos que levam à redução da qualidade de vida da população inserida na região.

O regime de sequeiro é um modelo de plantio característico da região Nordeste, consiste em uma técnica agrícola de cultivo onde a pluviosidade é insuficiente para o desenvolvimento de culturas agrícolas como feijão, mandioca e milho. Possui grande importância para a agricultura local, pois garante a segurança alimentar e gera renda para muitas famílias situadas nesta região. Segundo Costa Filho (2019), essas lavouras, que em sua maioria são temporárias, são cultivadas para a subsistência e dependem quase que exclusivamente do regime

pluviométrico para se reproduzirem, pois não utilizam tecnologias modernas, incorrendo em baixa produtividade. Além disso, a chuva é intermitente e concentrada em alguns poucos meses do ano.

O feijão é cultivado em 99% dos municípios das ASD. É uma cultura de grande abrangência e elevada importância para a subsistência dos pequenos agricultores da região. Trata-se de uma lavoura muito sensível à deficiência hídrica e sua produção nas ASD é predominantemente em regime de agricultura de sequeiro. Entre os anos de 1990 e 2005, houve uma grande oscilação na produção deste cultivo, pois em 1993 e 1998 observou-se elevadas quebras de safra, coincidindo com os anos em que ocorreram as últimas grandes secas no Nordeste. Em 2001, houve outro episódio de grande frustração da safra do feijão, pois ocorreram períodos de estiagens localizadas, comprometendo significativamente a produção, além do desestímulo à produção devido à grande oferta do produto no mercado no ano anterior (BRASIL, 2007).

De acordo com Brasil (2007), a cultura da mandioca, assim como a do milho, está distribuída por todo o país e constitui-se em uma cultura tipicamente de agricultura familiar. Esta é uma das poucas culturas agrícolas cujo centro de origem está localizado no Brasil, pois desde antes do descobrimento os nativos já utilizavam regularmente a mandioca em sua alimentação.

O milho também é uma cultura eminentemente de agricultura de sequeiro, e constitui-se em uma das principais culturas agrícolas das Áreas Susceptíveis à Desertificação.

Apresenta uma produção expressiva tanto na agricultura de subsistência quanto no agronegócio. No entanto, oscilou muito entre 1990 e 2005, pois, da mesma forma que o feijão, essa cultura é muito vulnerável à ocorrência de períodos de secas e à variação de preços no mercado (BRASIL, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados

A base de dados utilizada na pesquisa é composta de informações de precipitações pluviométricas divulgadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2019). E também de observações do banco de dados Sidra, cujas variáveis agrícolas são levantadas junto a Pesquisa Agrícola Municipal, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

As variáveis utilizadas na pesquisa se referem às precipitações pluviométricas e as lavouras de feijão, mandioca e milho, cultivadas em regime de sequeiro, em Sobral e Pentecoste, no período que corresponde às séries históricas entre 1974 e 2018. São elas:

1) Variáveis endógenas: produtividade média da terra (kg/ha), área colhida (ha) e preço médio agregado anual (R$) corrigido pelo IGP-DI para valores de 2018.

2) Variável exógena: precipitação média anual e mensal de chuvas (mm) nos municípios selecionados entre 1974 e 2018.

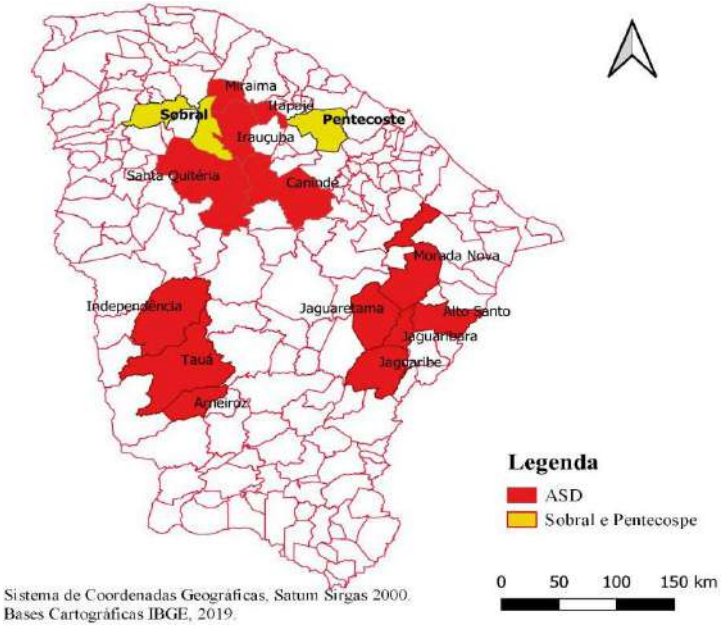
3) Variáveis construídas: produção anual (toneladas) e

valor anual da produção (R$) corrigido pelo IGP-DI para valores de 2018.

Caracterização da área de estudo

O presente estudo compreende os municípios de Sobral e Pentecoste (Figura 5), ambos localizados no semiárido cearense e classificados como pertencentes às ASD, estando inseridas nas áreas do entorno com níveis de ocorrência muito grave/grave.

Figura 5 - Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Ceará



Fonte: Próprio autor (2019).

Características do município de Sobral

Sobral está localizado no Noroeste do Ceará, faz limite, ao Norte, com os municípios de Miraíma, Santana do Acaraú, Massapé, Meruoca e Alcântaras. Ao Sul com Cariré, Groaíras, Forquilha e Santa Quitéria. Ao Leste os limites são com Irauçuba e Miraíma. Ao Oeste com Coreaú e Mucambo. Ocupa uma área relativa de 1,43% da área total do Estado do Ceará e fica distante 206 km de Fortaleza (IPECE, 2017).

O município apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com temperaturas médias que variam entre 26° e 28 °C. A pluviosidade média é de 821,6 mm e o período chuvoso ocorre de janeiro a maio (IPECE, 2017). Quanto aos aspectos demográficos e sociais, segundo o IBGE, possui uma população de 205.529 habitantes com uma densidade demográfica de 88,7 hab/km^2, com 11,6% residentes na zona rural. O Índice de Desenvolvimento Humano é de 0,71 (IBGE, 2019). Segundo o IBGE (2017), possui PIB de R$ 4.455.730.998 com PIB *per capita* de R$ 21.679,33, que equivalia a 1,93 salários mínimos em 2017. As principais atividades agrícolas são culturas de subsistência de feijão, mandioca e milho, e monoculturas de algodão, cana-de- açúcar e frutas diversas.

Características do município de Pentecoste

De acordo com o IPECE (2017), Pentecoste é um município localizado ao Norte do Estado do Ceará, faz limite, ao Norte, com os municípios de São Gonçalo do Amarante, São Luís do Curu e Umirim. Ao Sul, as fronteiras são com Apuiarés, Paramoti, Caridade e Maranguape. Ao Leste, com

São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Maranguape. Ao Oeste faz fronteiras com Umirim, Itapajé, Tejuçuoca e Apuiarés. Ocupa uma área relativa de 0,93% da área total do estado e fica distante 88 km da capital Fortaleza.

O município possui clima Tropical Quente Semiárido, Úmido e Subúmido, com temperaturas médias que variam entre 26 °C e 28 °C. A pluviosidade média é de 817,7 mm e o período chuvoso ocorre de janeiro a abril (IPECE, 2017). Segundo o IBGE (2017), a população do município era de 37077 habitantes. Em 2017, o PIB do município era de R$ 404.996.631, com PIB *per capita* de R$ 10.923,12, que equivalia a 97% do salário mínimo anualizado de 2017 (IBGE, 2017). As principais atividades agrícolas desenvolvidas em Pentecoste são culturas alimentares de feijão, mandioca, milho e, de forma secundária, monoculturas de banana e coco (IPECE, 2017).

Metodologia para alcançar o primeiro objetivo

De forma a alcançar o primeiro objetivo, em que se analisa o comportamento das distribuições de chuvas nos municípios selecionados relativamente ao que acontece no estado do Ceará, buscou-se medir e hierarquizar as médias, desvios padrões e os coeficientes de variação (CV) das pluviometrias observadas entre 1974 e 2018. Para isso, utilizou-se as categorias estabelecidas por Lemos e Bezerra (2019) para a pluviometria do Ceará, estimando assim as probabilidades de ocorrências dos regimes de chuva definidos na pesquisa em cada um dos municípios.

O trabalho estima estatísticas descritivas como média, valores máximos, valores mínimos, desvios padrões e CV das variáveis endógenas, exógena e construídas relacionadas à produção de feijão, mandioca e milho nos municípios selecionados. Estas estatísticas também são estimadas a partir das categorias de pluviometria definidas por Lemos e Bezerra (2019), que enquadram a pluviometria do Ceará em períodos de estiagem, normalidade e chuvoso, a partir de uma série que se estende de 1947 a 2017. Os autores calcularam a média histórica da precipitação de chuvas neste período, estimaram o desvio padrão e estabeleceram os critérios de definição dos períodos de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da pluviometria no semiárido cearense considerando a média e o desvio padrão (DP) da distribuição de chuvas observada entre 1947 e 2017

Período	Intervalo de variação
Estiagem	Pluviometria < (Média ± ½ DP)
Normalidade	Pluviometria = (Média – ½ DP)
Chuvoso	Pluviometria > (Média + ½ DP)

Fonte: Lemos; Bezerra (2019).

A partir dessas caracterizações, Lemos e Bezerra (2019) estabeleceram as amplitudes mostradas na Tabela 3 para definir a pluviometria do Ceará entre os anos de 1947 e 2017. Como essas estimativas se ancoram na série histórica de pluviometria disponibilizada pela FUNCEME, acredita-se que podem servir para balizar a caracterização climática dos municípios de Sobral e Pentecoste.

Tabela 3 - Regimes pluviométricos para o Ceará no período de 1947 a 2017

Regimes Pluviométricos	Média	CV
(Amplitude)	(mm)	%
Estiagem ≤ 656,1 mm	533,06	18,15
656,1 mm < Normal ≤ 927,7 mm	774,82	10,45
Chuvoso > 927,7 mm	1.120,39	18,23

Fonte: Lemos; Bezerra (2019).

Ressalta-se que o coeficiente de Variação (CV) é utilizado para medir a instabilidade/estabilidade dos diferentes tipos de regimes pluviométricos, auferindo sobre o grau de estabilidade nas diferentes categorias, bem como sobre áreas colhidas, produtividade e preços médios das lavouras selecionadas pela pesquisa, avaliados dentro de cada um desses regimes pluviométricos identificados pelo estudo. Ou seja, medirão dispersão ou variabilidade dos dados em relação à média. O CV é calculado dividindo o desvio padrão pela média, e multiplicando por cem. A Tabela 4 mostra a classificação do Coeficiente de Variação (CV) de acordo com sua amplitude.

Tabela 4 - Classificação do CV de acordo com sua amplitude

Classificação do CV	Amplitude do CV
Baixo	CV < 10%
Médio	10% ≤ CV < 20%
Alto	20% ≤ CV < 30%
Muito Alto	CV ≥ 30%

Fonte: Gomes (1985).

Metodologia para alcançar o segundo objetivo

O segundo objetivo teve o propósito de avaliar o grau de estabilidade das variáveis área colhida, produtividade e preço médio das lavouras de feijão, mandioca e milho nos municípios selecionados em cada um dos regimes pluviométricos identificados na pesquisa entre os anos de 1974 e 2018. Utilizou-se também o CV como medida de instabilidade/estabilidade dessas, considerando-se cada categoria de chuvas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados obtidos para o primeiro objetivo específico da pesquisa

Os resultados para o Ceará se estendem de 1947 a 2017, já as observações para os municípios se estendem de 1974 a 2018. Compararam-se as estatísticas descritivas das localidades selecionadas com o estado do Ceará, de forma a verificar o comportamento das pluviometrias nestes dois municípios que apresentam sinais de desertificação.

Na Tabela 5 tem-se que a média de pluviometria para o Ceará, entre 1974 e 2018, foi de 892,9 mm. Comparando esse resultado para o mesmo período, observa-se que a precipitação média de chuvas em Pentecoste foi de 727,5 mm, com desvio padrão de 326,6 mm e CV de 44,9%. Já em Sobral, a precipitação média de chuvas foi de 702,9 mm, com desvio padrão de 318,9 mm, portanto, um CV de 45,4%. Como os coeficientes de variação dos dois municípios, assim como

o do Estado, são considerados muito altos de acordo com a classificação de Gomes (1985), então confirma-se a elevada instabilidade na distribuição das chuvas ao longo dos anos estudados.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das precipitações pluviométricas dos municípios de Pentecoste e Sobral, no período de 1974 a 2018

Estado/ Municípios	Observações	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)	Desvio Padrão	CV (%)
Ceará	45	388,8	1888,4	892,9	316,5	35,4
Pentecoste	45	203,6	1721,4	727,5	326,6	44,9
Sobral	45	156,3	1590,9	702,9	318,9	45,4

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa.

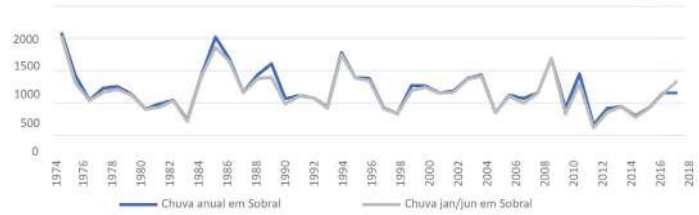
As oscilações pluviométricas anuais em Sobral e Pentecoste, entre os anos de 1974 e 2018, são mostradas no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Variação das pluviometrias anuais em Sobral e Pentecoste

Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

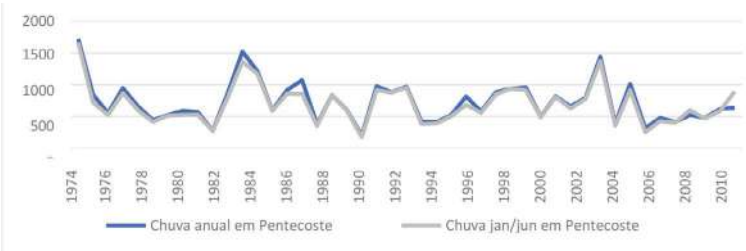
Os Gráficos 5 e 6 mostram a variaçãopluviométrica anual e de janeiro a junho dos respectivos anos analisados nos dois municípios estudados, demonstrando que a pluviometria anual destes municípios acontece praticamente no primeiro semestre do ano.

Gráfico 5 - Variação das pluviometrias anuais e de janeiro a junho em Sobral



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

Gráfico 6 - Variação das pluviometrias anuais e de janeiro a junho em Pentecoste



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

A delimitação das precipitações de chuvas nos municípios selecionados, comparativamente ao que ocorreu no Ceará, encontram-se na Tabela 6. Verifica-se que, em vinte e quatro (24) anos dos quarenta e cinco (45) observados, as precipitações pluviométricas estiveram abaixo da média menos meio desvio padrão em ambos os municípios, demonstrado uma probabilidade de ocorrência de estiagem de 53,3%.

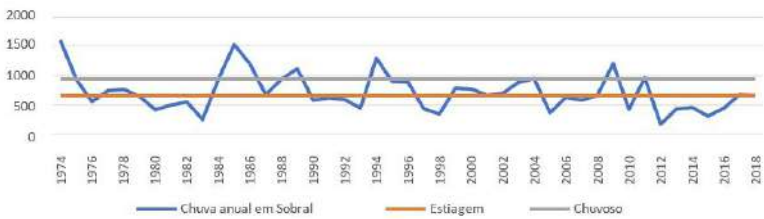
Tabela 6 - Números de anos, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) da pluviometria em Sobral e Pentecoste entre os anos de 1974 e 2018, nos regimes definidos com base na série histórica do Ceará

		Sobral				Pentecoste		
	Anos de	Média	DP	CV	Anos de	Média	DP	CV
ocorrência		(mm)	(mm)	(%)	ocorrência	(mm)	(mm)	(%)
Estiagem	24	467,3	133,8	28,6	24	479,8	113,9	23,7
Normal	11	780,3	96,8	12,4	10	830,5	70,7	8,5
Chuvoso	10	1161,7	243,6	20,9	11	1160,6	275,2	23,7

Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

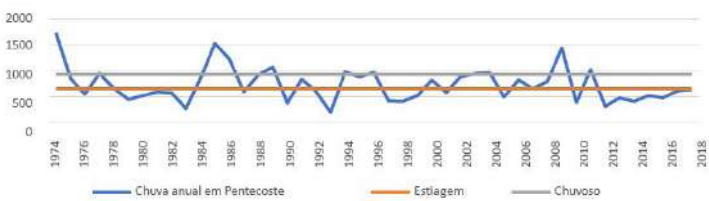
Os Gráficos 7 e 8 demonstram a elevada instabilidade da distribuição de chuvas que, das 45 observações, a precipitação pluviométrica esteve abaixo da média em ambos os municípios.

Gráfico 7 - Comportamento das chuvas em Sobral entre 1974 e 2018



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

Gráfico 8 - Comportamento das chuvas em Pentecoste entre 1974 e 2018



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME (2019).

Resultados obtidos para o segundo objetivo específico da pesquisa

Em decorrência da instabilidade pluviométrica, observa-se que as variáveis endógenas para as culturas estudadas apresentaram instabilidades quando aferidas pelos respectivos Coeficientes de Variação. O comportamento das culturas no município de Pentecoste se assemelha ao observado no município de Sobral, sendo considerados muito altos pelos parâmetros de Gomes (1985).

A Tabela 7 mostra os resultados obtidos dos CV para as lavouras de sequeiro estudadas. Observa-se que, em geral, as maiores instabilidades associadas às áreas colhidas, produtividades e preços médios de feijão, mandioca e milho, aferidos pelos respectivos coeficientes de variação, estão nos períodos de estiagem e chuvoso. A exceção ocorreu nas instabilidades associadas a área colhida e produtividade de mandioca, que foram maiores no período normal, em que se espera que essas variáveis sejam mais estáveis (menores) quando comparadas ao período de estiagem e chuvoso, dado que nestes últimos períodos a oferta desses produtos é reduzida e o CV associado tende a se elevar, ou seja, ficar mais instável.

Tabela 7 - Coeficientes de variação (CV) das variáveis agrícolas em cada regime pluviométrico

Pentecoste				Sobral		
		Feijão			Feijão	
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
Área colhida	50,5	40,4	45,0	50,5	36,5	40,3
Produtividade	61,7	14,8	36,9	52,0	46,7	58,3
Preço	73,5	59,4	58,8	72,9	57,9	53,3
		Mandioca			Mandioca	
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
Área colhida	120,5	88,3	136,0	140,8	142,6	114,0
Produtividade	52,0	32,5	41,9	48,6	149,8	31,7
Preço	58,8	56,2	148,9	50,7	67,6	260,2
		Milho			Milho	
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
Área colhida	59,9	32,3	26,9	48,5	27,5	29,3
Produtividade	75,5	30,5	42,5	64,3	35,2	37,9
Preço	79,1	37,5	53,3	59,5	44,3	51,8

Fonte: Elaboração própria com bases nos dados da FUNCEME e IBGE (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou captar a forma como as precipitações de chuvas interferem nas previsões de produção das lavouras de feijão, mandioca e milho no semiárido cearense, especificamente nos municípios de Pentecoste e Sobral.

A proposta do estudo foi alcançada, visto que os resultados confirmaram a hipótese inicial de que a instabilidade pluviométrica que se observou nos municípios estudados, entre os anos de 1974 e 2018, é maior nos anos que apresentaram níveis de pluviometria caracterizados como anos de estiagem. Em vinte e quatro (24) anos, dos quarenta e cinco (45) observados,

as precipitações de chuvas estiveram abaixo da média menos meio desvio padrão em ambos os municípios, demonstrado uma probabilidade de ocorrência de estiagem de 53,3%. Evidenciou-se também que a distribuição de chuvas anual nos municípios selecionados, neste período, é bastante irregular. As precipitações pluviométricas anuais nesses municípios, praticamente, se concentram no primeiro semestre do ano.

Além disso, verificou-se que as variáveis associadas às produções das lavouras de sequeiro, aferidos pelos respectivos coeficientes de variação (CV), também apresentaram maiores instabilidades nos anos classificados como estiagem pluviométrica, o que interfere na capacidade de previsão das variáveis área colhida, produtividade e preço médio, que definem a produção das lavouras de feijão, mandioca e milho em Sobral e Pentecoste.

Novos estudos são necessários a fim de verificar o processo de evolução de produtividades das terras de feijão, mandioca e milho nos municípios de Sobral e Pentecoste, dado que uma possível queda da produtividade da terra ao longo do tempo é considerada como um indicador de desertificação, comprovando-se dessa forma essa condição. Outra sugestão viável seria desenhar modelos probabilísticos de antevisão das variáveis definidoras da produção de agricultura de sequeiro nos municípios selecionados do Semiárido Cearense, para o mesmo período sob investigação.

Agradecimentos: CNPq.

REFERÊNCIAS

ALVES, Jose Jakson Amancio; NASCIMENTO, Sebastiana Santos do; SOUZA, Edílson Nóbrega de. NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 17, jun 2009. ISSN 2177-2738. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/12314. Acesso em: 18 nov. 2019.

ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142624/1/ID-41687.pdf. Acesso em: 18 nov. 2019.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro (2017)**. Disponível em: http://www.mi.gov.br. Acesso em: 18 nov. 2019.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Diário Oficial da União. Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2017. Disponível em: http://sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/resolucao115- 23112017delimitacaodosemiarido-DOU.pdf. Acesso em: 18 nov 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate** à **Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** Brasília, DF, 2004.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil.** Brasília, DF, 2007.

CAETANO, F. A. O.; GONÇALVES, D. S. L.; FEITOSA, M. M.; TEIXEIRA, R. N.; LEMOS, J. J. S.; Desertificação no Nordeste

brasileiro: uma análise das vulnerabilidades socioeconômicas no município de Irauçuba/CE. **Revisa Espacios**, v. 38, n. 39, 2017.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil.** Brasília, DF: 2016. 252p.

COSTA FILHO, J. **Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção de lavouras de sequeiro em áreas sujeitas à desertificação (ASD) no semiárido do estado do Ceará**: casos de Irauçuba e Tauá. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/43729. Acesso em: 18 nov. 2019.

UNCCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**, 1994. Disponível em: http://www.fao.org/brasil. Acesso em: 17 set. 2019.

FERNANDES, J. D.; MEDEIROS, A. J. Desertificação no Nordeste do Brasil: uma aproximação sobre o fenômeno no Rio Grande do Norte. **Revista Holos**, v. 3, n. 25, 2009.

FUNCEME. de, 2019. Disponível em: http://www.funceme.br. Acesso em: 25 set. 2019.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 12 ed. São Paulo: Nobel, 1985. 467p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 01 ago. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Vários anos. Banco SIDRA. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/Q. Acesso em: 01 ago. 2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Municípios Susceptíveis à Desertificação no Estado do Ceará.** Fortaleza, 2018. Disponível em: http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/pdf/Municipios_Desertificacao.pdf. Acesso em: 17 set. 2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal**. 2017. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017. Acesso em: 17 set. 2019.

LEMOS, J. J. S.; BEZERRA, F. N. R. **Instabilidade pluviométrica e expectativas na produção de grãos no semiárido do estado do Ceará**, Brasil. Fortaleza, 2019.

Doi:10.35260/87429397p.65-85.2020

ANÁLISE EPISÓDICA DE PRECIPITAÇÃO EXTREMA NA CIDADE DE PICOS-PI: UM ESTUDO DE CASO DA ATUAÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL SOBRE O SERTÃO PIAUIENSE

Werton Francisco Rios da Costa Sobrinho

INTRODUÇÃO

O estudo dos eventos meteorológicos severos nos espaços urbanizados, sobretudo em municípios sertanejos, constitui um dado fundamental para o conhecimento da realidade climática local, possibilitando subsidiar a sociedade e os gestores públicos da compreensão, avaliação das consequências dos impactos e na tomada de decisão. A maioria dos extremos pluviométricos, por exemplo, ocorrem no tecido urbano, principalmente em áreas de grande suscetibilidade ambiental e vulnerabilidade social, impactando de forma contundente as condições socioeconômicas dos citadinos.

> É nas cidades ou perímetros urbanos que essas chuvas intensas/concentradas vão causar mais danos, pois, é nessas áreas que a ação humana vai atuar mais

> fortemente modificando as características naturais, por exemplo impermeabilizando o solo e retirando as árvores, isso vai prejudicar a infiltração e absorção dessa água, provocando, consequentemente os alagamentos e inundações (RODRIGUES *et al.*, 2017, p. 133).

Os chamados eventos de chuva intensa no Piauí, climatologicamente, ocorrem no primeiro semestre do ano em virtude da concentração dos volumes pluviométricos neste período. Em Picos, por exemplo, o pico da quadra chuvosa corresponde aos meses de março e abril, período em que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está posicionada mais ao Sul. Contudo, dezembro configura o quinto mês mais chuvoso da climatologia de precipitação picoense, cuja normal climatológica pode ser potencializada positivamente quando da passagem de sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

De acordo com Marengo (2009), as precipitações severas nas áreas tropicais, caracterizadas por chuvas fortes e cheias súbitas, produzem efeitos contundentes nas sociedades, principalmente em face do seu potencial destrutivo. Já para Monteiro e Zanella (2013), os eventos extremos de chuva provocam inundações que configuram típicos desastres naturais. Estes ocorrem em períodos chuvosos intensos e ganham ampla visibilidade nos distintos modais de comunicação em face dos impactos promovidos nas áreas urbanas, geralmente, materializados nas perdas econômicas, impactos ambientais e elevados custos sociais.

No presente estudo, será realizada uma análise no que se refere à atuação e aos impactos deste sistema meteorológico na formação de precipitações intensas sobre parte do sertão nordestino, especificamente o Sudeste Piauiense, a cidade de Picos, no mês de dezembro de 2018. Compreendendo a importância dos eventos severos de chuva sobre os espaços urbanizados, o presente trabalho propõe realizar uma análise sinótica da evolução temporal das condições meteorológicas severas e impactos observados, relacionadas à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a cidade de Picos nos primeiros dez dias do mês de dezembro de 2018.

REFERENCIAL TEÓRICO

Embora esteja localizado numa área de baixa latitude, o que, em princípio, seria favorável a um considerável volume e equitativa distribuição de chuvas, o Nordeste do Brasil (NEB) apresenta, ao longo do ano, baixos índices de precipitação, além de uma grande variação interanual e sazonal. É na sua sub-região árida, o sertão, que a deficiência de precipitação acarreta maiores problemas, afetando intensamente as atividades humanas.

Quanto aos mecanismos responsáveis pela causa ou inibição das precipitações no Nordeste, pode-se afirmar que a ZCIT é um dos principais mecanismos de atuação durante a estação chuvosa (fevereiro a maio), sendo a responsável pela máxima precipitação em março-abril no norte e no centro do NEB, principalmente quando alcança a sua posição mais ao sul, em torno de 4º S, no final do outono austral.

Sistemas frontais, em especial as frentes frias, também são importantes mecanismos desencadeadores de chuvas no NEB, em geral, para aquelas que ocorrem de novembro a março nas porções sul e leste. A incursão de sistemas frontais e seus remanescentes podem promover precipitações entre 5º S e 18º S em interação com a convecção local. Suas atuações são comuns quando a ZCIT se encontra no hemisfério norte (entre 10º a 14º N). Durante a primavera/verão no hemisfério sul, os sistemas frontais se encontram sobre a parte central do continente sul-americano (eixo NW-SE) e, junto com o ar úmido oriundo da Amazônia, criam uma zona de convergência de umidade (ZCAS) que é a causa principal das chuvas no sul do Nordeste.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) constitui um dos principais fenômenos meteorológicos de escala sinótica em atuação na América do Sul, sendo responsável pela ocorrência de precipitações volumosas, principalmente na primavera-verão. Sua intensidade e manutenção é determinante para formação de instabilidades e precipitações intensas, geralmente associadas a grandes transtornos para a população. Neste aspecto, conforme Albuquerque e Correa (2012), há na literatura acadêmica especializada estudos que buscam relacionar eventos meteorológicos com certo grau de severidade com a atuação deste sistema e suas consequências sobre o espaço.

> O sistema ZCAS é caracterizado por uma banda de nebulosidade orientada na direção noroeste-sudeste que se estende do Sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros, associado à estacionariedade de frentes frias na região

> Sudeste do Brasil, sendo intensificada pela convergência de calor e umidade proveniente da região central da América do Sul (ALBUQUERQUE; CORREA, 2012, p. 797).

Sob uma perspectiva climatológica, a ocorrência da ZCAS impacta vigorosamente a dinâmica pluviométrica no final da primavera e no verão no hemisfério Sul sobre a maior parte do território brasileiro, bem como alguns países vizinhos, sendo diretamente responsável por volumes expressivos e persistentes de precipitações em algumas regiões e, paradoxalmente, a redução significativa dos acumulados de chuva nas áreas vizinhas. De modo geral, os estudos em torno do sistema ZCAS demonstram que a precipitação associada a sua atuação é superestimada na parte Sul e subestimada na parte tropical.

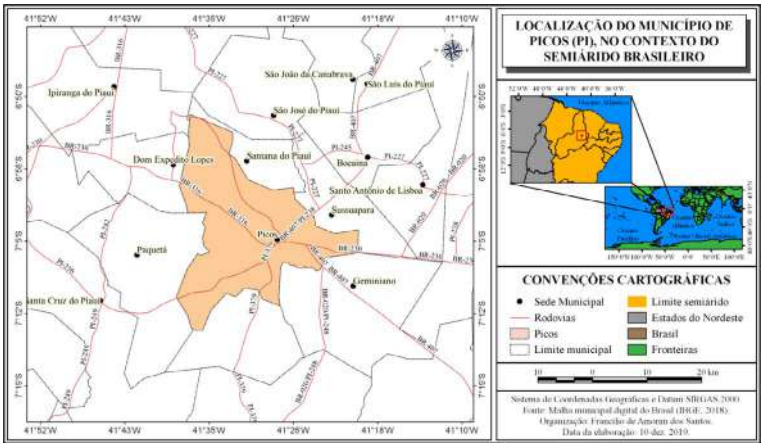
Contudo, este artigo pretende demonstrar como o sistema ZCAS, mesmo que episodicamente, exerce também um papel relevante sobre a dinâmica pluvial na faixa sertaneja do Nordeste ocidental, podendo desencadear eventos severos na área em estudo, o que justifica o aprofundamento na temática em questão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Picos (PI) está localizada na faixa sertaneja, na mesorregião Sudeste piauiense, cortada pelo rio Guaribas, a 307 km de distância da capital Teresina. Limita-se com os municípios de Santana do Piauí (N), Itainópolis (S), Geminiano, Sussuapara e Campo Grande do Piauí (L), Paquetá, Dom Expedito Lopes e Santa Cruz do Piauí (O), como pode ser visualizado na

Figura 6. A cidade possui uma área de 525.000 km², altitude média de 206 m e está situada entre as coordenadas 07º04'37" de latitude sul e 41º28'01" de longitude oeste, constituindo a terceira cidade mais populosa do Estado do Piauí com 78.002 habitantes (estimativa do IBGE, 2018).

Figura 6 - Localização do município de Picos, situada no sertão do Piauí



Fonte: Elaborado por Santos (2019).

As condições climáticas do município de Picos enquadram-se no clima BSh das regiões áridas, clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude, com precipitação deficiente durante a maior parte do ano. A precipitação pluviométrica média anual define o clima como Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 e 1.400. As chuvas no município se iniciam em outubro, sendo os meses de janeiro, fevereiro, março e abril os mais chuvosos, e, portanto mais úmidos. Os meses mais secos se estendem de maio a setembro (VIANA *et al.*, 2017, p. 98).

Para atingir o objetivo proposto, este trabalho contou com um levantamento bibliográfico, cartográfico e documental sobre o tema e a área em estudo. Ressalta-se que para a identificação dos episódios de chuva intensa ocorridos na cidade de Picos no período de máxima atuação da ZCAS sobre o semiárido piauiense, em dezembro de 2018, foram utilizados dados gerados pela estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Com a finalidade de ilustrar os acumulados da precipitação diária e mensal foram utilizados mapas de precipitação gerados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Também foi utilizada imagem colorida do satélite Meteosat, fornecida pela Divisão de Satélites do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, com o fito de observar a dinâmica e o deslocamento do sistema ZCAS, bem como orientação Noroeste-sudeste (NW-SE) de sua faixa de nebulosidade que se espraia da Amazônia até o Atlântico Sul.

Conti (2011) salienta que as precipitações em áreas urbanas são qualificadas como extremas somente a partir de 30 mm/h e críticas quando ultrapassam os 50 mm/h. Contudo, para o fim a que se destina este trabalho, adotou-se como parâmetro para identificação de um evento pluviométrico extremo as chuvas acima de 60 mm/24 horas, conforme o entendimento de Zanella (2009), Zanella, Sales e Abreu (2009). Nos últimos vinte anos, o INMET registrou na cidade de Picos 12 episódios de chuva extrema, sendo os mais significativos o de 14 de abril de 2002 (140 mm), 29 de março (120,9 mm) e 09 de abril (99,3 mm) de 2010, bem como o episódio de 04 de dezembro de 2018 (97,8 mm), explorado neste artigo.

Para a caracterização sinótica dos dias de chuvas extremas em dezembro de 2018 no município e identificação do sistema atmosférico atuante, foram utilizadas cartas sinóticas fornecidas pela Marinha do Brasil e imagens do satélite Meteosat. As cartas foram fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE) referentes aos dias 02 a 10 de dezembro de 2018, com o fito de delimitar a atuação da ZCAS. Ambas as imagens mencionadas foram utilizadas apenas ilustrativamente.

Para a elaboração deste artigo foram utilizados os dados diários de precipitação entre os dias 02 a 10 de dezembro de 2018 colhidos da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Picos nas coordenadas – 07º04'37" de latitude sul e 41º28'01" de longitude oeste. Para a parametrização dos dados colhidos foi utilizada a média pluviométrica da Normal Climatológica 1981-2010 estabelecida pelo INMET.

Por sua vez, para a análise dos impactos das chuvas sobre a cidade objeto em estudo, utilizou-se das notícias e informações veiculadas pelos principais jornais locais, como o Jornal O Dia e o Portal G1 Piauí (vinculado a TV Clube), Portal GP1 e Folha Picoense.

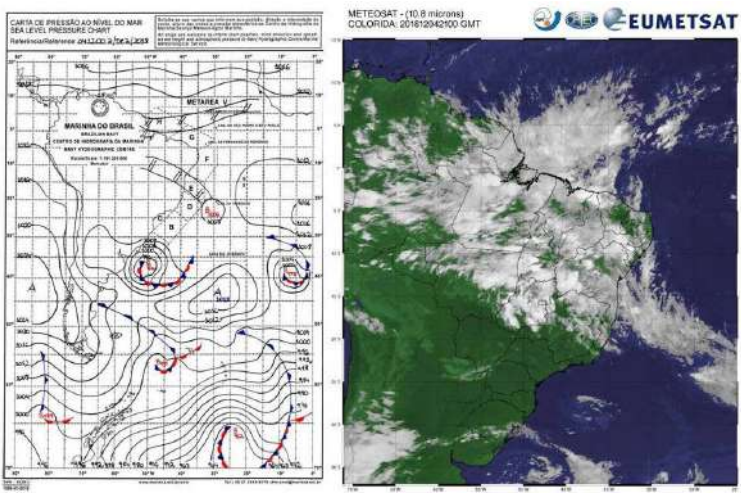
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com vistas a uma compreensão mais detalhada dos eventos de chuva extrema e sua repercussão sobre a cidade de Picos, optou-se por um estudo das precipitações que alcançaram relevância no noticiário local em face dos danos provocados e

cujos volumes foram mensurados pela estação meteorológica convencional do INMET no município. Este evento meteorológico severo causou grandes transtornos à população picoense, sobretudo, para a parcela que habita as tradicionais áreas de risco da cidade.

A Figura 7 exibe na imagem do satélite Meteosat no canal colorido a atuação da ZCAS sobre o Nordeste, especificamente o Sudeste e Centro-Norte piauiense. Também consta na referida figura a carta sinótica da Marinha do Brasil referente ao dia 04/12 onde é possível perceber a área de atuação prevista da ZCAS sobre o sertão do NEB, circunscrita ao trecho entre a faixa sertaneja baiana, pernambucana, cearense e piauiense.

Figura 7 - Carta Sinótica da Marinha (A), Imagem do satélite Meteosat no canal colorido (B) referente a 04 de dezembro de 2018

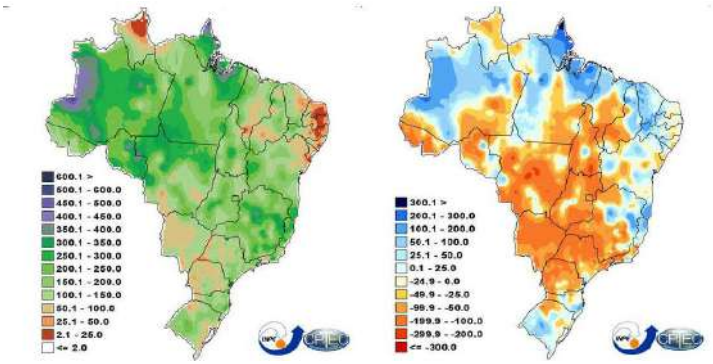


Fonte: Marinha do Brasil, CPTEC (2019).

Nos primeiros dias do mês de dezembro de 2018, o município de Picos foi atingido por intensas precipitações que

provocaram alagamentos, transtornos à trafegabilidade, danos às construções e perdas humanas, constituindo um evento meteorológico severo com certo grau de prejuízo econômico. Segundo o INMET, em dezembro de 2018 as precipitações em Teresina foram acima da média, apresentando um acumulado mensal de 270,4 mm. As chuvas intensas que atingiram a capital piauiense foram causadas, principalmente, em decorrência de um episódio de ZCAS, representado na Figura 8 a partir de imagens do satélite Meteosat coloridas, e provocaram acumulados expressivos no mês, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Acumulado mensal e anomalia de precipitação – dezembro de 2018



Fonte: INPE-CPTEC (2018).

Conforme o relatório destaque do período relativo a 24 de novembro a 07 de dezembro de 2018, disponível no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os volumes de chuva foram significativos de Norte a Sul do Brasil, contudo, as áreas que apresentaram os maiores acumulados pluviométricos foram as Regiões Norte, Centro-Oeste, parte do Sudeste e Oeste da Região Nordeste. O documento

indicou a configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), em seu terceiro episódio anual, como o principal sistema responsável pelo regime de chuvas na primavera-verão. Durante o intervalo de 08 a 14 de dezembro, conforme o Inmet (2018), as chuvas foram mais volumosas no Centro-Norte do Brasil, sendo que na Região Nordeste a ZCAS apenas atuou de forma mais consistente até o dia 09 do citado mês.

Conforme a Figura 9, o mapa de acumulado pluviométrico para o período escolhido aponta para concentrações de chuva em parte do Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, com destaque no oeste Nordestino para os volumes registrados na capital piauiense e entorno, bem como na faixa sertaneja, realçando o impacto da atuação do sistema de forma pontual na área em estudo. O episódio de ZCAS foi também identificado pelo CPTEC (2019) em seu relatório mensal de casos significativos do mês de dezembro de 2018. Segundo o supracitado documento, o fenômeno em destaque foram os acumulados de chuva entre os dias 03 a 09 de dezembro de 2018, que atingiram principalmente o oeste nordestino por ação de defluência em altitude, termodinâmica e convergência de umidade (ZCAS) em baixos níveis.

A estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) registrou, no dia 02 de dezembro, um acumulado de 21,0 mm, no dia 03 de dezembro, 15,4 mm, dia 04, 97,8 mm, dia 05, 49,0 mm, dia 06, 17,2 mm, dia 08, 15,2 e, dia 10 de dezembro, 39,0 mm, dos quais selecionamos apenas a amostra mais significativa para a espacialização e análise. A Figura 9 mostra os acumulados diários aferidos pela estação meteorológica convencional do INMET em Picos durante o mês de dezembro de 2018.

Figura 9 - Acumulado diário de precipitação em Picos (PI), dezembro de 2018

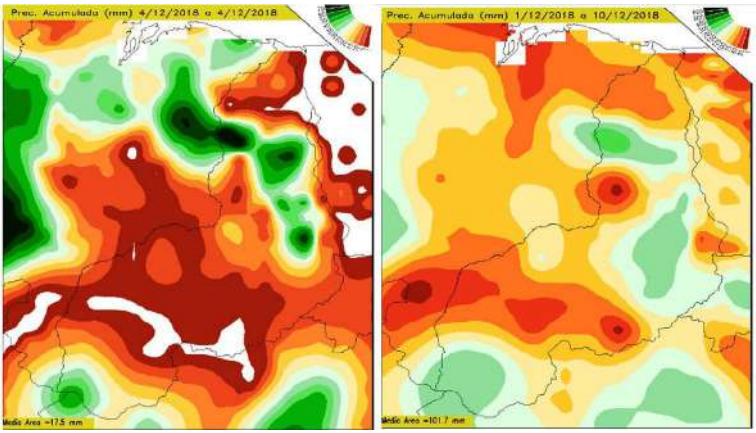
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018).

Pela análise do gráfico gerado pela estação meteorológica, observa-se que a precipitação foi concentrada nos dez primeiros dias do mês de dezembro (cerca de 90,6% do volume total de chuva acumulada), apresentando nos dias posteriores certa inconstância e redução nos volumes registrados, ou seja, do universo de 270,4 mm de chuva contabilizados pela estação do INMET, 245,2 mm foram aferidos no período de 01 a 10 de dezembro.

A partir destes dados, verificou-se que a precipitação acumulada ficou acima da média da Normal Climatológica para o período na área em estudo, em virtude da atuação da ZCAS, proporcionando uma precipitação acumulada mensal na ordem de 270,4 mm (308 % acima da média, fixada pelo INMET em 87,8 mm para o mês) e de 185,2 mm em apenas seis dias de atuação do sistema, ou seja, 211 % acima do volume de chuva esperado para o mês.

Os mapas de acumulados de precipitação gerados pelo CPTEC a partir dos dados colhidos pela estação convencional do INMET permitem espacializar e compreender a relevância dos volumes mais significativos ocorridos na área em estudo (Figura 10 e 11).

Figura 10 - Mapa de acumulado de precipitação do estado do Piauí relativo ao dia 04/12 e aos 10 primeiros dias de dezembro de 2018



Fonte: INPE-CPTEC (2018).

No dia 03 de dezembro, conforme o CPTEC (2019), teve início a atuação da ZCAS sobre o território piauiense. O

evento caracterizou-se por precipitação localizada, circunscrita nos volumes de maior expressão, a dois pontos do território: a faixa cerradeira ou Sudoeste piauiense, concentrada no município de Uruçuí (67,6 mm) e, na Grande Teresina, Centro-Norte piauiense, com acumulado de 37,2 mm na estação convencional do INMET na capital.

O evento do dia 04/12 foi o mais significativo, tanto em termos pluviométricos, quanto do ponto de vista dos impactos sobre o município de Picos, pois resultou em alagamentos de ruas movimentadas e transtornos na trafegabilidade e deslizamentos. A ação da ZCAS contribuiu para a precipitação de 97,8 mm no intervalo de 24 horas, representando cerca de 111% acima do total esperado para todo o mês que era de 87,8 mm (INMET, 2018). Este volume foi o mais significativo dos últimos 16 anos para uma precipitação no intervalo de 24 horas, perdendo apenas para a histórica chuva de 14 de abril de 2002, quando a cidade foi atingida por um temporal com volume de 140 mm.

A precipitação intensa também repercutiu no Centro-Norte, com destaque para os acumulados da capital, Teresina, Campo Maior e Castelo do Piauí, bem como a chuva que atingiu o extremo Sul piauiense, o município de Corrente, com 51 mm de chuva aferidos em sua estação automática.

No dia 06/12, a precipitação se manifestou pela Grande Teresina (a capital acumulou cerca de 61,8 mm), vale do Poti e faixa sertaneja, alcançando vários municípios do Sudeste Piauiense, como São João do Piauí (91,2 mm), Oeiras (79,6 mm) e Paulistana (48,4 mm). Já no dia 09/12, as chuvas

ficaram restritas ao vale do Poti, alcançando a capital com um volume significativo de 50 mm ao extremo Sul do estado. O acumulado de chuva registrado repercutiu no município com alagamentos em alguns pontos da cidade, principalmente nos bairros já mapeados como áreas de risco. Esse evento fechou o episódio de ZCAS no Piauí durante o mês de dezembro de 2018.

Figura 11 - Alagamentos em Picos (2018)

Fonte: A (CG Notícias); B (G1 Piauí); C (Folha Picoense) e D (Piauí hoje), 2018.

De acordo com os veículos de comunicação de maior circulação no Estado, o Jornal O Dia e o portal G1 Piauí, da TV Clube, dentre outros portais de notícias, no dia 04 de dezembro de 2018 a população da cidade de Picos sofreu grandes transtornos resultantes do grau de severidade do quantitativo pluviométrico aferido, conforme mostram a Figura 11.

O portal O Dia noticiou que a Defesa Civil municipal elencou o Junco e o Pantanal como os bairros mais afetados durante o temporal do dia 04. A ponte que interliga os bairros Ipueiras e Junco foi interditada na ocasião em face do aumento súbito do nível das águas do rio Guaribas. Houve deslizamento na ladeira de acesso ao bairro Bomba. A Avenida Transamazônica, a principal da cidade, foi completamente invadida pelas águas, cuja correnteza oferecia riscos ao deslocamento de veículos e pessoas. Bairros como o Junco, Cata-vento, Centro, São José, DNER e Morro da AABB foram os mais afetados. Na avenida Aerolândia, no Centro da cidade, a pavimentação asfáltica cedeu comprometendo em parte a estrutura de residências vizinhas.

Segundo o Portal G1 Piauí, foram quase 10 horas de chuva intensa sobre a cidade, sendo registrados pela Defesa Civil local e corpo de bombeiros vários pontos de alagamento e risco de desmoronamento. Segundo a Folha Picoense, ao ouvir o relato do senhor Eugênio Lopes, Coordenador do INMET no município, a precipitação teve início às 3h43 horas, prolongando-se até as 13h30 horas do dia 04, manifestando-se em diferentes graus de intensidade ao longo do dia.

Um caso mais grave foi noticiado pelo Portal GP1 que ressaltava o drama de famílias que moram em áreas tradicionalmente de risco, como o bairro Paroquial. A situação ficou dramática em face de obra não concluída de uma galeria pluvial localizada no alto de um morro. Com a intensa chuva do dia 04 parte da estrutura da galeria rompeu desabando por cerca de 20 metros e provocando, além da inundação, danos consideráveis a estrutura de residências do entorno, Figura 12.

Figura 12 - Rompimento de galeria pluvial no bairro Paroquial

Fonte: Portal GP1 (2018).

Para o Portal CG notícias, a chuva que atingiu a cidade na madrugada do dia 04 invadiu inúmeras residências e provocou transtornos nas principais ruas da cidade, como a Rua Armínio Rocha no bairro São José, a rua Dom Severino no bairro Exposição e o trecho da rodovia próximo ao Fórum Municipal no bairro Bomba. O mesmo portal noticiou que os casos mais graves foram verificados na zona leste da cidade, sobretudo nos bairros Junco, DNER e Exposição onde dezenas de residências foram atingidas. O volume acumulado não poupou nem o pátio do Campus Senador Helvídio Nunes da Universidade Federal do Piauí, que ficou parcialmente alagado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que nos centros urbanos médios, com condições topográficas e com problemas de planejamento específicos

como no caso de Picos, o risco dos desastres naturais é maior. Precipitações intensas aliadas à impermeabilização do solo e habitações construídas em áreas inundáveis e em encostas de morros dão a tônica para o anúncio dos desastres nas cidades. Alagamentos, inundações, transtornos à trafegabilidade, danos às construções e até risco de perdas humanas são exemplos de desastres que podem ocorrer nas cidades após a ocorrência de precipitações intensas.

É importante frisar que não se pode computar exclusivamente aos grandes acumulados pluviométricos, resultantes da atuação do sistema ZCAS, o fator central dos grandes transtornos vivenciados pela população picoense no período em estudo. Embora a concentração temporal da pluviosidade seja um reflexo típico da atuação deste tipo de sistema atmosférico, há que acrescentar o fato de que as áreas mais atingidas são consideradas de risco, sendo objeto tanto de uma ocupação desordenada do solo, quanto de uma inércia do poder público local em atuar preventivamente constituindo espaços geralmente impermeabilizados que potencializam ora o acúmulo, ora o escoamento superficial das águas oriundas da precipitação.

Diante do exposto, torna-se fundamental um exame mais detalhado que possibilite avaliar as condições atmosféricas em sua correlação com as mudanças estruturais e infraestruturas do espaço ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. T. A.; CORREA, W. S. C. Influência da zona de convergência do Atlântico Sul no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória – ES. **Revista Geonorte**, Edição Especial, 2, v. 1, n. 5, p. 796-806, 2012.

BARROS, José Maria. Chuva deixa rastro de destruição no bairro Paroquial em Picos. **GP1**. Publicado em 05 dez. 2018. Disponível em: https://www.gp1.com.br/noticias/chuva-deixa-rastro-de-destruicao--no-bairro-paroquial-em-picos-444746.html. Acesso em: 12 ago. 2019.

CPTEC-INPE. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **Mapa de acumulado de precipitação**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: http:// http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt. Acesso em: 01 fev. 2019.

CONTI, J.B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Atual Editora, 2011.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, dez., 2005.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de satélites e sistemas ambientais:** banco de dados de imagens. São José dos Campos, 2019. Disponível em: http://http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic. Acesso em: 01 fev. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológico para o ensino e pesquisa**. Brasília, 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. Brasília, 2018. Disponível em: http://http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas. Acesso em: 01 fev. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Análises semanais: destaques do período: 24/11 à 14/12**. Brasília, 2018. Disponível em: http://

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=imprensa_analises_semanais. Acesso em: 14 jan 2019.

LIMA, Erivan. Eugênio Lopes: "Chuva atinge 147 milímetros". **Folha Picoense**. Publicado em 10 dez. 2018. Disponível em: http://folhapicoense.com.br/cidade/eugenio-lopes-chuva-que-alagou-picos--atingiu-147-milimetros. Acesso em: 12 ago. 2019.

LOPES, Isabela. Após fortes chuvas, Defesa Civil coloca 4 bairros de Picos em zona de risco. **Jornal O Dia**. Publicado em 04 dez. 2018. Disponível em: https://www.portalodia.com/noticias/piaui/picos-alaga-e-moradores-ficam-ilhados-por-conta-da-forte-chuva-346193.html. Acesso em: 12 ago. 2019.

MARENGO, J. A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – impactos sociais e econômicos. *In*: **Boletim do Grupo de Pesquisas em Mudanças Climáticas**, n. 8, maio 2009.

MELO, A.B.C. **Previsibilidade da precipitação na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, durante a estação chuvosa, em função do comportamento diário das chuvas na pré-estação**. 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1997.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. Eventos extremos diários em Fortaleza (CE), Brasil: uma análise estatística de episódios pluviométricos intensos. *In*: Encontro de Geógrafos da América Latina, 14. 2013, Lima. **Anais...** Lima: 2013.

NASCIMENTO, André *et al*. Após fortes chuvas, Picos tem áreas alagadas com risco de desmoronamento. **G1 Piauí**. Publicado em 04 dez. 2018. Disponível em: https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2018/12/04/apos-fortes-chuvas-picos-tem-areas-alagadas-com-risco-de-desmoronamento.ghtml. Acesso em: 12 ago. 2019.

REDAÇÃO. Chuva causa alagamentos na cidade de Picos; veja fotos e vídeo. **CGNotícias**. Publicado em 04 dez. 2018. Disponível em: https://cgnoticias.com.br/chuva-causa-alagamentos-na-cidade-de-picos-veja-fotos-e-video/. Acesso em: 12 ago. 2019.

RODRIGUES, I. B.; HOLANDA, J. M.; GONÇALVES, D. S.; SALES, M. C. L. Análise dos eventos de chuva extrema e seus impactos em Fortaleza (CE), de 2004 a janeiro de 2015. **Revista de Geografia**, Recife, v. 34, n. 2, p. 127-144, 2017.

VIANA, Albert Isaac Gomes *et al*. Caracterização fisiográfica e socioeconômica do município de Picos/PI: potencialidades, limitações e vulnerabilidades**. Interespaço**, Grajaú, v. 3, n. 9, p. 88-108 maio/ago. 2017.

ZANELLA, M. E. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. *In*: DANTAS, E. W. C. COSTA, M. C. L. (Org.). **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: UFC, 2009. p. 191-216.

ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L.; ABREU, N. J. A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza, CE. **GEOUSP**, São Paulo, n. 25, p. 53-68, 2009.

Doi:10.35260/87429397p.87-117.2020

ANÁLISE RÍTMICA DO S.C.U. DO CENTRO URBANO DA CIDADE DE SOBRAL (CE)

Francisco Gerson Lima Muniz
Isorlanda Caracristi

INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais urbanos são resultados de intensas transformações oriundas das relações sociais e econômicas que se estendem ao longo dos tempos nas cidades de todo o mundo, principalmente a partir dos anos 80. Essas transformações trazem consigo a inserção de vários elementos que modificam as características ambientais locais/regionais, sobretudo quando falamos sobre o clima, com a introdução de novos elementos químicos, aumento do fluxo de energia, impermeabilização do solo, verticalização; descaracterização dos sistemas hídricos (desvios, canalização e aterramento) além da retirada da vegetação geram mudanças na troca de energia entre a superfície terrestre e a atmosfera.

O clima tem recebido maior atenção atualmente em relação aos problemas ambientais, tendo em vista que a temperatura (sensação térmica) é o principal elemento da percepção ambiental, principalmente quando se trata de ambientes urbanos. Nesta ótica, a tese desenvolvida por Carlos Augusto

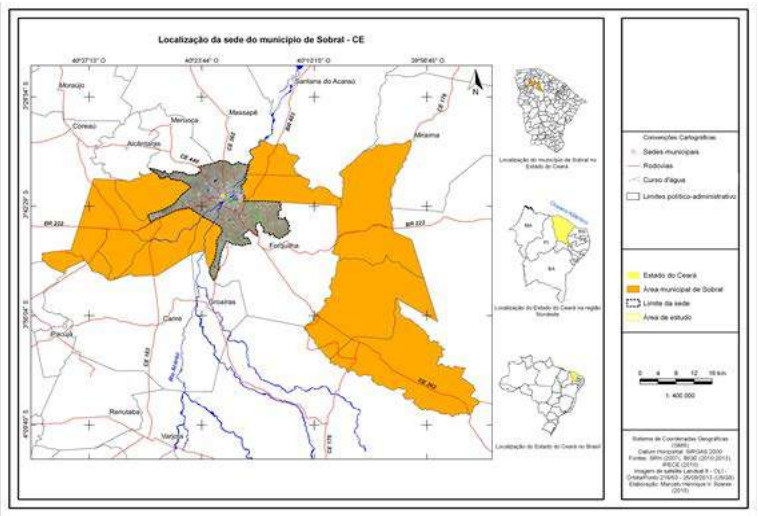
Monteiro em 1975/1976, intitulada Teoria e Clima Urbano, significou uma verdadeira reformulação aos trabalhos de fins climatológicos no contexto da produção científica nacional.

Monteiro afirma que a cidade como "moradia do homem", as suas relações de organização, edificação, funções e serviços estavam arquitetados em uma estrutura morfológica, características geoecológicas e dinâmica climática própria, culminando num Sistema de Clima Urbano – SCU (MONTEIRO, 2003a).

É na cidade que as transformações no ambiente são mais significativas, pois a urbanização gera modificações atmosféricas mais intensas. Nesta perspectiva, o município de Sobral (mapa 1), onde se situa a área específica da presente pesquisa, vivenciou/vivencia, desde a década de 1990, um avanço acelerado na urbanização. O modelo de expansão privilegia os aspectos arquitetônicos paisagísticos e os interesses da especulação imobiliária em relação à manutenção e recuperação dos sistemas ambientais locais.

O município faz parte da Região Noroeste do Estado do Ceará distante, aproximadamente, 230 km da capital Fortaleza por via rodoviária. A cidade de Sobral está localizada em torno das coordenadas de 3º41'10" de latitude (S) e 40º20'59" de longitude (WGr) e possui altimetria média de 70 m, inserida no semiárido brasileiro ou sertão nordestino, também denominado de Domínios das Caatingas.

Mapa 1 - Localização do município de Sobral e de sua sede



Fonte: Muniz, 2016.

As cidades médias brasileiras passaram a adotar o mesmo modelo de desenvolvimento das metrópoles, porém num ritmo mais acelerado de crescimento econômico e populacional. Esse desenvolvimento alterou, em curto prazo, elementos e fatores locais do clima, criando diferentes níveis de fluxo de energia intraurbanos do SCU (MONTEIRO, 2003b) expressos nos diversos ambientes (e nas mais variadas paisagens) que constituem a cidade: diferenças microclimáticas observadas entre os bairros, entre as áreas com maior adensamento de construções e as mais arborizadas ou as de expansão urbana ou próximas a rios e lagoas.

Neste contexto, nosso objetivo principal foi analisar o microclima do centro urbano da cidade de Sobral, ponderando como os elementos sociais interferem para a formação de um clima local, tais como fluxos de pessoas e veículos,

índices de arborização, de pavimentação, de áreas construídas e áreas verdes.

Para abranger esta discussão, o artigo foi organizado em quatro tópicos, além das considerações finais. O primeiro, a introdução, diz respeito ao presente tópico composto pelos questionamentos, objetivos da pesquisa, além da localização geográfica da área em estudo. O segundo tópico trata sobre o contexto socioambiental da cidade de Sobral, o terceiro tópico, traz os procedimentos metodológico e o quarto, os resultados e discussões.

SOBRAL – ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

A cidade de Sobral está inserida na compartimentação geomorfológica denominada Superfície Sertaneja, com substrato rochoso cristalino e predomínio do intemperismo físico, devido às altas temperaturas. Os processos erosivos aliados ao desmatamento da Caatinga têm causado graves problemas à dinâmica hidroclimática intrarregional, aumentando a fragilidade ambiental.

No contexto geral, os atributos climáticos são de altas temperaturas o ano todo, com grande índice de insolação e baixa pluviometria, que resulta no déficit no seu balanço hídrico. Conforme a classificação de Köppen e Gaussen citado por Caracristi (2000), os tipos climáticos são BSw'h e 4aTh, respectivamente: clima quente e semiárido de seca acentuada, com déficit hídrico de 7 a 8 meses, estabelecendo assim a sazonalidade de período chuvoso e período seco.

A cidade de Sobral não diverge das características climáticas do Nordeste Brasileiro (NEB), principalmente nas análises termodinâmicas. Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recurso Hídricos (FUNCEME), Sobral apresenta Clima Tropical Quente Semiárido, com pluviosidade média de 821,6 mm/ano, concentrando-se de janeiro a maio e com temperatura média de 28° Celsius.

A sazonalidade pluvial varia entre 3 e 5 meses, concentrados no primeiro semestre. A média das amplitudes térmicas anuais é baixa, porém a média diária chega a 5° C de diferença entre a máxima (diurna) e a mínima (noturna), em média. As médias das temperaturas máximas chegam a 36° C, enquanto das mínimas, 24° C, conforme os dados do Instituo Nacional de Meteorologia (INMET).

A economia e a expansão urbana de Sobral intensificaram na década de 1990 a partir da instalação de indústrias, inseridas pelo Programa Nacional de Apoio às Capitais e Cidades de Porte Médio (PNCCPM). Ao longo dessas duas décadas, a cidade foi recebendo aparatos urbanos que modificaram e ampliaram os negócios e seu potencial estrutural e econômico, assumindo características de cidade média (HOLANDA, 2010).

As cidades de porte médio, segundo Holanda (2010), seriam trabalhadas como polos secundários, fortalecendo o potencial regional dessas cidades distante dos grandes centros, com participação atuante do poder público, por meio de políticas de investimento na infraestrutura, no intuito de atração de capital externo e, consequentemente, as correntes migratórias

diminuindo, assim, os fluxos para as metrópoles.Houve uma intensa participação pública nas esferas municipal, estadual e federal por meio de reformas e construção de praças, como a construção do calçadão nas margens esquerda e direita do rio Acaraú, tombamento e recuperação do patrimônio histórico, construção e ampliação de vias de acesso à cidade, a nova ponte denominada José Euclides, abertura de ruas e avenidas, pavimentação em quase toda cidade, ampliação e reformas de rodovias com cidades adjacentes, chegadas de novas instituições de ensino como Instituto Federal do Ceará (IFCE), a Universidade Federal do Ceará (UFC) além de instituições privadas de ensino superior (HOLANDA, 2005).

Já a parceria público-privada proporcionou a chegada de novas atividades comerciais, principalmente com a criação de um distrito industrial. A cidade ampliou a rede de supermercados, lojas de material de construção, de automóveis e, mais recentemente, a chegada de um *shopping center* e de supermercados do tipo atacado.

Todo esse processo de crescimento e transformação ocasionou grande impacto no papel regional da cidade de Sobral, na qual sua capacidade de atração e influência na região norte do Ceará chega a 39 municípios, seja por influência econômica e empregatícia, ou por sediar o maior hospital da região ou, ainda, em virtude do seu potencial em educação básica e superior. Tal importância ficou simbolizada pela criação da região metropolitana de Sobral em Outubro de 2017 (LIMA, 2014).

O dinamismo proporcionado por essa modernização pós década de 1990 pode ser observado pelo crescimento urbano, aumento da frota automobilística e, principalmente, da população, como pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 - Crescimento da população no Município de Sobral e taxa de urbanização – 1980/2010

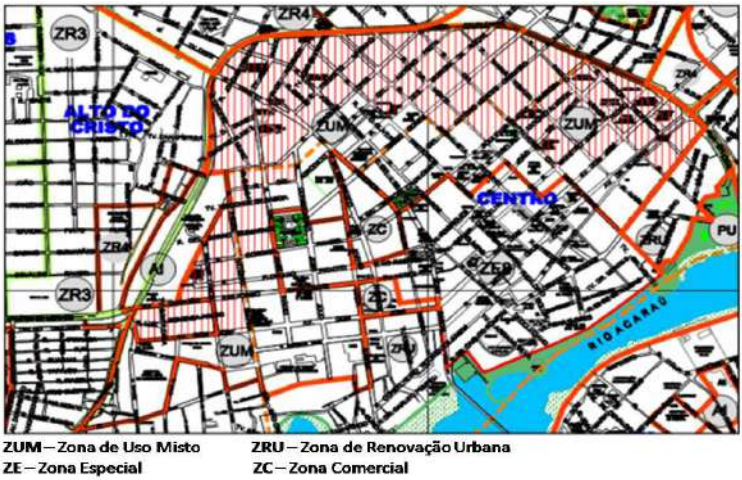
ANO	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL	TAXA DE URBANIZAÇÃO
1980	104.577	76.042	28.535	69.83%
1991	127.489	103.868	23.621	81.47%
1996	138.565	119.166	19.399	86%
2000	155.276	134.508	20.768	86.62%
2010	188.233	166.310	21.923	88.4%

Fonte: Adaptado IPECE e IBGE (2013).

No âmbito municipal, ao se tratar das transformações urbanas e modificações ambientais, temos que recorrer à lei orgânica do município e seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU.

A Lei do Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) do Município de Sobral, criada em 2000, divide a cidade e seus bairros em zonas conforme estabelece seu Art. 7: "A localização de usos e atividades, bem como os critérios para a ocupação do solo na Cidade de Sobral, estão vinculados ao zoneamento e obedecem às disposições constantes desta Lei e respectivos anexos". Para o centro, nossa área de estudo, temos o parcelamento para usos e ocupação conforme figura 13.

Figura 13 - Zoneamento bairro Centro, Sobral



Fonte: Muniz, 2016.

No bairro Centro, observa-se a delimitação de quatro zonas Zona Comercial, Zona de Uso Misto, Zona Renovação Urbana e Zona Especial 9, esta última refere-se a Zona de Preservação Histórica, tombada pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Dentro de cada zona há as limitações verticais, estabelecendo 24 metros a altura máxima na ZUM e ZRU, porém é permitido até 42 metros em algumas áreas limítrofes com o bairro, podendo interferir diretamente na circulação dos ventos e, consequentemente, no conforto térmico do bairro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo pautou-se nas proposições teórico-metodológicas do Sistema de Clima Urbano (SCU), de Monteiro (1976), desenvolvendo a pesquisa baseada no canal de

percepção Conforto Térmico (Canal I), pois este subsistema engloba as componentes derivada do calor, da ventilação e da umidade, e afeta a todos constantemente.

> As componentes termodinâmicas do clima (canal I) não só conduzem ao referencial básico para ação do conforto térmico urbano como são, antes de tudo, a constituição do nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas outras componentes. Dentro do esquema do S.C.U., esse canal atravessa toda a sua estrutura, pois que é o insumo básico, é transformado na cidade e pressupõe uma produção fundamental no balanço de energia líquida atuante no sistema. O uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, estão intimamente implicados no processo de transformação e produção (MONTEIRO, 2003, p. 44).

Após a revisão bibliográfica e cartográfica foram selecionados quatro pontos de observação e coleta de dados, nos quais foram instalados Postos de Coleta de Dados (PCD's).

A escolha dos PCD`s (Figura 14 e Quadro 1) foi realizada a partir da distinção entre os ambientes representativos da diversidade urbana da área central, sendo: uma área comercial totalmente pavimentada e sem arborização (PCD 01); em contraste com uma outra área com maior arborização (PCD 02); uma faixa urbanizada da margem do rio Acaraú (PCD 03); e uma área que tem sofrido recentes modificações na paisagem com a chegada de novo instrumento social, um campus da Universidade Federal do Ceará – UFC (PCD 04).

Figura 14 - Localização dos PCD´s

Fonte: Muniz, 2016.

Quadro 1 - Síntese das característica Geoambientais e da dinâmica urbana dos Posto de coleta de dados (PCD`s)

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS					
ÁREAS DOS **PCD´S**	**Hipsometria (m)**	**Topografia**	**Porte da Vegetação**	**Origem da Vegetação**	**Surpefície Hídrica**
1. Largo do Rosário	72	Declividade Moderada	Arbusto	Secundária	Ausente
2. Praça do Bosque	75	Plano	Arbóreo	Nativa	Ausente
3. Margem Esquerda	61	Plano	Herbácea e Arbusto	Nativa e Secundária	Rio Acaraú
4. Terreno UFC	70	Declividade Moderada	Arbusto	Secundária	Ausente

ASPECTOS DA DINÂMICA URBANA								
ÁREAS DOS PCD´S	**Espaçamentos entre as edificações**	**Altura das Edificações**	**Cobertura do Solo**	**Orientação predominante dos ventos**	**Tipo de vias**	**Fluxo de pessoas**	**Fluxo de veículos**	**Função Urbana**
1. Largo do Rosário	Sem espaço	Média/Baixa	Mármore	Nordeste	Concreto	Alto	Alto	Comercial
2. Praça do Bosque	Sem Espaço	Alta/Média	Solo exposto/ gramínia	Nordeste	Asfalto	Médio	Médio	Comercial/ residencial
3. Margem Esquerda	Semi aberto	Alta/Média	Calçada de cimento	Leste/Nordeste	Cimento	Baixo	Baixo	Lazer
4. Terreno UFC	Sem espaço	Média/baixa	Solo Exposto	Noroeste	Asfalto	Alto	Alto	Residencial/ universitário

Topografia – Declividade acentuada – (inclinação maior que 30%), Declividade moderada – (inclinação entre 5% e 30%), Plano – (declive de até 5%);**Altura das Edificações –** Alta (Acima de 3 pavimentos) – Média (De 2 a 3 pavimentos) – Baixa (1 pavimento) **Fluxo de Pessoas –** Alto (Acima de 25 pessoas por minuto) – Média (De 10 a 24 pessoas por minuto) – Baixa (Abaixo de 10 pessoas por minuto) **Fluxo e Veículos –** Alto (Acima de 35 veículos por minuto) – Média (De 20 a 35 veículos por minuto) – Baixa (Abaixo de 20 Veículos por minuto)

Fonte: Muniz, 2016.

Os dados coletados foram de temperatura (máxima, mínima e ambiente), umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento e nebulosidade, com utilização de instrumentos analógicos em um abrigo meteorológico, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Mini abrigos meteorológicos instalados nos PCD's

Fonte: Muniz, 2016.

Sobre a dinâmica urbana e as possíveis influências no *input* e *output* de energia na escala microclimática urbana, adotamos o critério de observação dos fluxos de pessoas e veículos simultaneamente durante 1 (um) minuto, após o registro dos elementos climáticos.

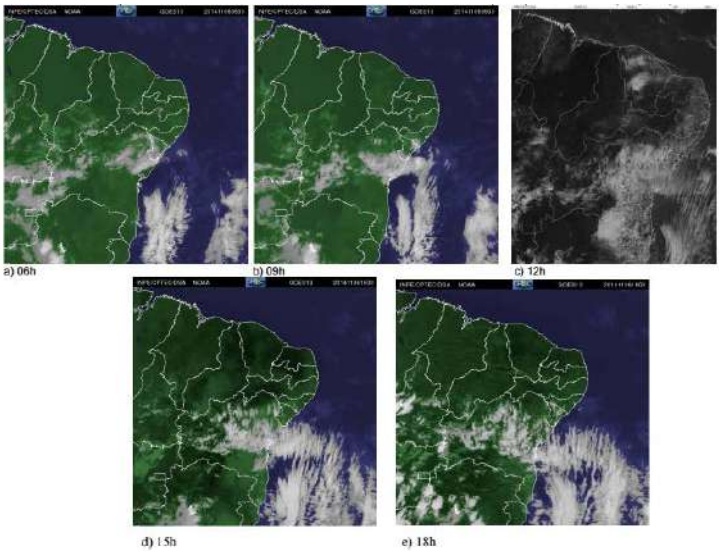
A coleta de dados foi realizada no dia 06/11/2014 no período de estação seca do semiárido brasileiro, correspondente à primavera meridional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As condições sinóticas confirmam o que foi revelado pelo comportamento dos elementos climáticos obtidos em

campo. As condições de céu limpo foram predominantes no experimento, expressando as características mais dominantes do clima semiárido nordestino (Figura 16).

Figura 16 - Dinâmica atmosférica para o dia da coleta (06/11/2014)



Fonte: Muniz, 2016.

Para se entender com maior precisão os resultados obtidos nessa pesquisa é importante ressaltar a atuação do *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) interferindo, sobretudo, na precipitação do Nordeste brasileiro (NEB). Esse fenômeno repercutiu ao longo de todo o ano estudado (2014), diminuindo a intensidade das chuvas produzidas pela ZCIT no primeiro semestre (estação chuvosa) e acentuando a estiagem do segundo semestre (estação seca).

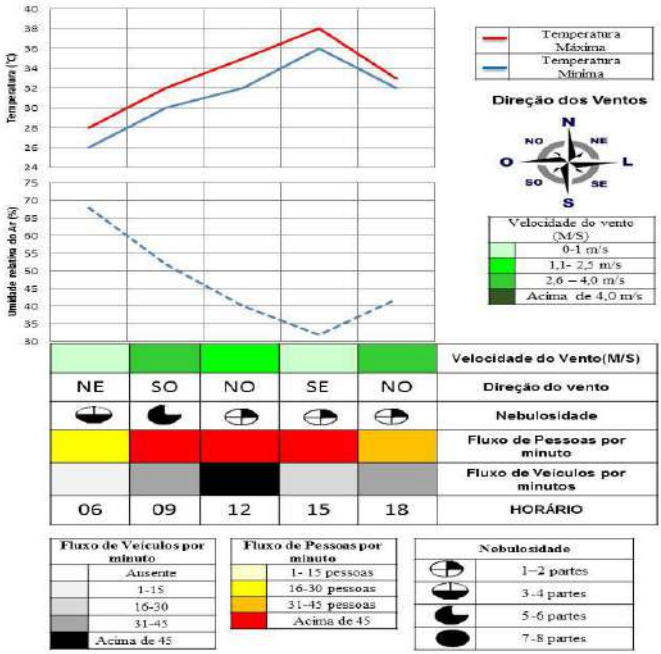
PCD 01 – Praça do Rosário

As condições climáticas para este período do ano no Nordeste Brasileiro (NEB) são, na grande maioria dos dias, de condições adversas quando falamos de conforto térmico para a população, sobretudo quando se trata de um ambiente totalmente urbanizado e produto de insumos que alteram os padrões climáticos, perceptíveis principalmente na temperatura.

O *input* de energia no SCU ocasionado pela adição de elementos que compõem a paisagem é notável mais ainda em microescala, é o caso do PCD 01. Por meio do gráfico de análise rítmica (Figura 17) é possível perceber como as temperaturas se acentuam nesse momento e, mesmo não se caracterizando como mês "mais quente" para a cidade de Sobral, pertence à quadra dos BROS (uma alusão aos quatros últimos meses do ano) com condições de tempo/clima adversos ao conforto térmico.

Observamos que a nebulosidade registrada acompanhou os resultados das imagens de satélite, apenas nas horas iniciais das coletas que observamos houve uma pequena a média nebulosidade, possivelmente provenientes de sistemas locais.

Figura 17 - Análise Rítmica do PCD 01



Fonte: Muniz, 2016.

A temperatura, por ser a mais sintomática na percepção de conforto térmico, é justamente a que mais se acentua, porém é preciso contextualizá-la com os demais atributos. Os altos valores se destacam, inclusive na Tmín às 6 horas que registrou 26° C, um acréscimo de quase 4° C em relação aos dados oficiais do INMET (22,6° C). As coletas seguintes 9, 12, 15 e 18 horas registram respectivamente 30° C, 32° C, 36° C e 32° C.

A tendência das altas temperaturas, obviamente, seguiu-se na Tmáx, com o desempenho continuando o mesmo, crescente até às 15 horas, quando se atinge o valor máximo e reduz-se

às 18 horas. Às 6 horas os termômetros marcaram 28° C, nas coletas seguintes, às 12 e 15 horas, 32° C e 35° C respectivamente, e com 38° C obteve a segunda maior temperatura do dia, ao lado do PCD 02, perdendo apenas do PCD 04. Em comparação aos dados oficiais, o PCD 01 sempre apresentou valores superiores, as maiores diferenças foram nos primeiros horários, por exemplo às 6 horas a amplitude foi de 3,3° C, enquanto às 15 horas essa diferença foi de apenas 1,2° C.

A umidade relativa do ar altera-se neste período, geralmente os valores são baixos, aumentando ainda mais a sensação de "secura" para a população, sintomas inclusive perceptíveis na respiração, que se refletem no aumento dos casos de doenças respiratórias, principalmente em crianças e idosos. No PCD 01, apesar da interferência da jardinagem no local, registramos valores muitos baixos podendo, inclusive, representar riscos à saúde. Apesar das primeiras coletas de 6 e 9 horas os valores serem considerados aceitáveis aos parâmetros de conforto térmico, 68% e 52% respectivamente, do meio dia em diante os valores ficam críticos, com 40% e às 15 horas somente 32%, o menor valor apresentado entre os PCD's.

Essas tendências de altas temperaturas e baixas umidades estão fadadas a causarem o desconforto térmico, desta forma a ação dos ventos é fundamental para a diminuição desses efeitos. Os ventos de 3 m/s das 15 horas e 3,3 m/s das 18 horas, constituem apenas um frescor momentâneo, pois são inconstantes. Ventos esses, que não mantiveram padrão de direção, sendo observada a direção Nordeste e Sudeste nos dois primeiros horários de coleta, ao meio dia o sentido foi a

Noroeste, às 15 horas a Sudoeste e às 18 horas, novamente, Noroeste. Essa ausência de padronização pode ser provocada pelo traçado urbano que altera a direção dos ventos de acordo com atuação eólica regional.

A importância do PCD 01 e a presença comercial/serviços, impõe um alto fluxo de pessoas e veículos motivado, principalmente, pela presença das agências bancárias e casas comerciais. A partir da observação de um minuto em cada coleta para contagem do fluxo de pessoas, a média obtida foi de quase 58 pessoas por minuto e, mesmo às 6 horas, com quase todos os comércios fechados, o número de transeuntes no local foi de 16 pessoas, às 9, 12 e 15 horas, respectivamente, 78, 85 e 67 pessoas, as maiores quantidades podendo representar um grande *input* de energia adicionado às condições locais de urbanização, já favoráveis ao desconforto térmico.

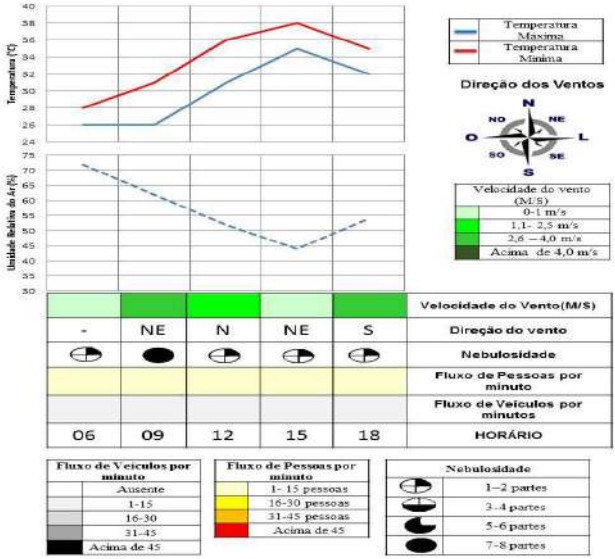
A média de veículos por minuto foi de 32, atingindo o maior valor às 12 horas, com 85 veículos, muitos carros de passageiros oriundos de cidades adjacentes e novamente segue a tendência de mais veículos à medida que há a liberação do uso de cartão de Zona Azul nos veículos estacionados nas vias públicas centrais.

PCD 02 – Praça do Bosque

A presença das árvores produz maiores índices de umidade em relação aos demais PCD's inclusive para este período do ano estudado, e o sombreamento pode ser um refresco às altas temperaturas registradas para época.

Os resultados expostos na Figura 18 mostraram a maior média entre os postos, com 56,8% de umidade relativa do ar superando, inclusive, o posto da Margem Esquerda (Rio Acaraú). Entretanto, esses valores podem ter sofrido influência com a reforma da praça, com o processo de umidificação do solo para evitar poeira, o que criou poças d'água ao longo da área. É impossível mensurar o grau de interferência nos resultados, até por não haver discrepância entre os PCD's.

Figura 18 - Análise Rítmica do PCD 02



Fonte: Muniz, 2016.

Como dito anteriormente, o PCD 02 apresentou a maior média de umidade relativa do ar, processo que iniciou com 72% às 6 horas, mas que foi decrescendo ao longo do dia, registrando 62%, 52% e 44%, respectivamente, às 9, 12, e 15

horas. Este último, o menor valor associado à maior temperatura. Já às 18 horas houve um aumento, atingindo os 54% e nebulosidade alta às 9 horas, com 8/8 partes de nuvens cobrindo o céu. Nos demais horários foi praticamente de céu limpo.

As altas temperaturas mantiveram um padrão de comportamento, iniciando com temperaturas amenas e, ao longo do dia, vão se elevando até atingir o ápice às 15 horas, voltando a cair às 18 horas havendo, assim, uma amplitude térmica de 12° C em relação ao menor valor da temperatura (Tmín) de 26°C e a maior temperatura (Tmáx) de 38° C. Valores bastante condizentes com características semiáridas, além de estar explícita a ação da continentalidade.

A Tmín, que iniciou com 26° C às 6 horas, manteve-se igual às 9 horas, elevou-se para 31° C ao meio dia e, às 15 horas, outra vez houve acréscimo de 4° C, registrando, assim, 35° C. Percebe-se que neste intervalo a temperatura sempre esteve acima dos 33° C, atribuídos como aceitáveis para estabelecer o conforto térmico à população. Às 18 horas houve uma pequena redução para 32°C.

A Tmáx registrou 28° C às 6 horas. Às 9 horas houve acréscimo de 3° C no resultado, ao meio dia elevou-se para 35° C e atingiu o ápice às 15 horas, com 38° C, estabelecendo a segunda maior temperatura junto com PCD 01, ficando atrás apenas do PCD 04, que registrou maior temperatura para o horário. Às 18 horas, como ocorreu nos demais PCD's, houve uma redução ao final da tarde, neste caso específico uma redução de 3° C.

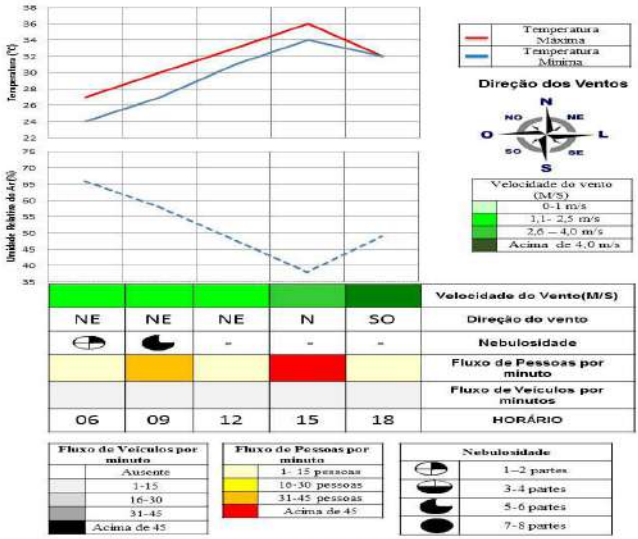
O vento, elemento climático fundamental para o conforto térmico, apesar de apresentar valores maiores se comparado ao primeiro experimento, ainda age na calmaria e brisa leve. Valores abaixo dos 3 m/s, com exceção das 9 e 18 horas que registraram, respectivamente, 3,9 m/s e 3,8 m/s, ou seja, uma brisa fraca. Já a direção dos ventos indicou Nordeste, Norte e Nordeste (9, 12 e 15 horas, respectivamente) e Sul para as 18 horas, lembrando que às 6 horas não foi registrado ação eólica, ou seja, valor zero.

Praticamente não houve circulação de pessoas em torno do abrigo, apresentando um total de apenas 12 pessoas durante todo dia de coleta. É importante frisar que devido à uma reforma na Praça do Bosque foram colocados tapumes em volta da praça evitando a circulação das pessoas. As pessoas, neste caso, deveriam contornar todo o perímetro da praça, inclusive, tal fato interferiu no fluxo de veículos, com exceção das 18 horas que marcou 15 veículos, os demais horários sempre estiveram igual ou abaixo de 10.

PCD 03 – Margem Esquerda

Por meio do gráfico de análise rítmica do PCD 03 (Figura 19), é possível verificar como as condições ambientais de semiaridez são fortes e, apesar de localizar-se na planície fluvial de um rio, as altas temperatura do ar prevalecem, mesmo com a ação dos ventos constante no local.

Figura 19 - Análise Rítmica do PCD 03



Fonte: Muniz, 2016.

O comportamento da temperatura foi o mesmo dos demais PCD's, registrando os menores valores nas primeiras coletas, crescendo à medida em que as horas avançavam e voltando a cair na última hora de coleta. Dessa forma, a Tmín de 24° C, registrada às 6 horas, foi a menor temperatura coletada no dia, apresentando assim 2° C abaixo em comparação a todos os outros PCD's para este horário. Na coleta seguinte, a Tmín foi de 27° C e ao meio dia foi acrescido mais 3° C, atingindo a Tmín mais elevada às 15 horas, com 34°C, decrescendo 2° C às 18 horas. Com esses valores a Tmín do PCD 03 sempre se configurou como a menor ou uma das menores Tmín em relação aos PCD's.

A Tmáx seguiu o padrão da Tmín, mantendo-se a uma amplitude térmica de 3° C nas duas primeiras coletas entre ambas e foi decrescendo até apresentarem os mesmos valores, apresentando 32° C às 18 horas. Essa situação inusitada apresenta o menor valor de Tmáx e ao mesmo tempo o maior valor de Tmín para o horário. A tendência de queda na temperatura no PCD 03 diminui às 18 horas, possivelmente devido à presença do espelho d'água, que pelo calor específico da água, tende a absorver a radiação solar ao longo do dia e liberar essa energia à medida que o sol se põe. A Tmáx, assim como a Tmín, apresentou os menores valores entre os PCD's.

É evidente que a umidade relativa do ar apresentaria valores influenciados pelo Rio Acaraú, com média de 51,8% de umidade, ficando atrás apenas do PCD 02, já tratado anteriormente. Os resultados, que iniciaram com 66% às 6 horas, tiveram uma redução em 8%, 10%, e 10% respectivamente às 9, 12 e 15 horas, atingindo o nível mais baixo com apenas 38%, e às 18 horas o resultado foi de 49%. Com exceção das 6 e 18 horas, quando os resultados da estação do INMET apresentaram valores maiores, o PCD 03 registrou resultados de umidade relativa do ar maiores para demais horários. É importante salientar que a presença de nuvens foi registrada em dois horários, às 6 horas, encobrindo o céu em 2/8 partes e às 9 horas, 6/8 partes, ou seja, grande quantidade de nuvens. Já no restante do dia o céu permaneceu limpo sem presença de nuvens, com total estabilidade.

A função de canalização e distribuição dos ventos do vale do Rio Acaraú é exercida pela baixa altitude da planície fluvial,

situação que é bastante perceptível aos que trafegam no local, assim o PCD 03 apresentou uma média nos ventos de 3,3 m/s. Essa brisa, apesar de leve, é praticamente constante e, aliado à umidade, proporciona condições atmosféricas mais saudável à saúde humana nesse período quente e seco.

No local também foi registrado a maior velocidade do vento em valores absolutos, com 8,3 m/s às 18 horas. Vento este que se intensifica ao entrar da noite, aliviando as altas temperaturas que caracterizam a cidade ao longo do dia. Já as direções dos ventos mantiveram uma constância no sentido Nordeste nas três primeiras coletas, ao Norte às 15 horas e às 18 horas seguiram na direção Sudoeste, já reflexo do retorno que a brisa faz a "chocar-se" com a Serra da Meruoca e retorna em direção à cidade de Sobral.

A presença da água desempenha papel influenciador no *input* e *output* de energia, principalmente pela sua característica e o calor específico. No local, há a mínima inserção de energia através dos fluxos de pessoas e veículos que fica restrito à circulação de bicicletas e motocicletas da guarda municipal, inclusive registrado 3 veículos durante o minuto de observação das 9 horas, e foram os únicos. Já em relação ao número de pessoas que circulam no local, a maioria é de praticantes de atividades físicas, principalmente às 6 e 18 horas, porém para o dia da coleta houve um aumento significativo.

No primeiro experimento a média foi 4,6 pessoas por minuto, enquanto no segundo experimento foi de 22,2 pessoas por minuto. Contudo, esse aumento expressivo é explicado devido a um show musical que ocorreu na noite anterior,

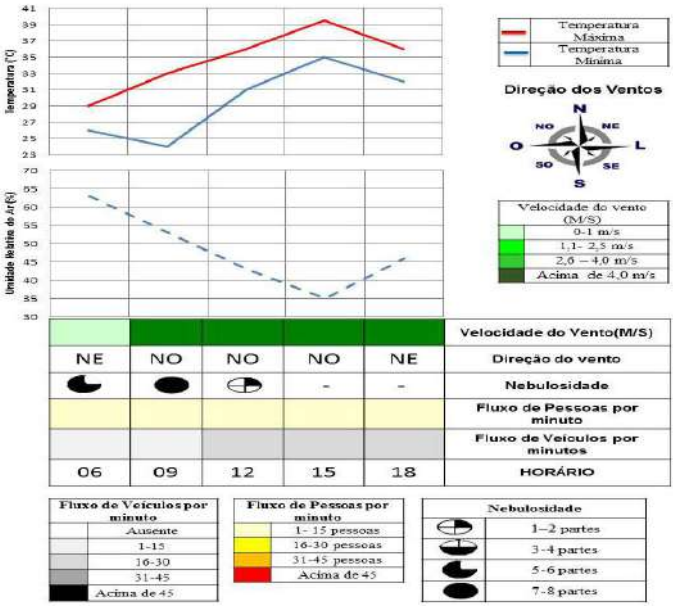
e propiciou um grande número de pessoas exercendo várias funções: às 6 horas, os praticantes de atividades físicas, totalizando 10 pessoas; às 9 horas marcou 38 pessoas, sendo que muitas faziam coletas de latas e também funcionários municipais responsáveis pela limpeza; ao meio dia apenas uma pessoa trafegando na área; e às 15 horas foram 54 pessoas, esse número expressivo é explicado pelo processo de desmonte do palco e das barracas que foram instaladas para o show, além de pessoas que continuavam a limpeza e, finalmente, às 18 horas seguiu a normalidade totalizando 8 pessoas que circulavam pelo local.

PCD 04 – Campus UFC

A partir da análise rítmica (Figura 20) do PCD 04 nas proximidades do Campus da UFC/Sobral, verificou-se situações relevantes na caracterização do conforto térmico para o centro da cidade de Sobral.

Os resultados da temperatura mínima do ar (Tmín), que começa dentro da normalidade em relação aos PCD's, registrando às 6 horas 26° C, igualmente com o PCD 01 e 02. Contudo, às 9h o valor da Tmín foi de apenas 24° C, chegando a ser 6° C menor se confrontado ao PCD 01, e 4° C menor em comparação aos dados oficiais. Contudo, apesar da aparente anormalidade, os instrumentos funcionavam perfeitamente e foram revisados todos os dados nas confecções dos gráficos, desta forma não é possível identificar a motivação na qual resultou esse valor. Os horários seguintes seguiram as tendências dos demais PCD's, registrando 31°C, 35°C e 32°C respectivamente às 12, 15 e 18 horas.

Figura 20 - Análise Rítmica do PCD 04



Fonte: Muniz, 2016.

Na medida em que o PCD 04 registrou a menor temperatura do segundo experimento (24°C), também assinalou a maior temperatura para o dia, chegando aos 39,5° C de temperatura máxima (Tmáx) às 15 horas, ficando uma diferença de 3,5° C em comparação ao PCD 03 e 2,7° C maior em relação à Tmáx oficial registrada. Para este mesmo posto, a amplitude térmica foi de 15,5° C durante o experimento, sendo um valor alto se considerarmos que trabalhamos com dados durante o período solar do dia, ou seja, não há comparação com os horários de resfriamento da superfície terrestre (período noturno). A Tmáx iniciou com 29° C para as 6 horas, a maior para o horário, às 9 horas assinalou 33° C, já com 3°

C de diferença para o PCD 03 e, ao meio dia, a Tmáx foi de 36° C, novamente a maior Tmáx para o horário junto com o resultado do PCD 02. Após o extremo das 15 horas, a Tmáx diminui e assinala 36° C às 18 horas. Mesmo com a queda, há uma distinção de 4° C em comparação ao PDC 03.

As altas temperaturas são sempre ressaltadas por serem um fator preponderante do semiárido. Contudo, observados e analisados os valores de temperatura do PCD 04, quase sempre acima dos demais PCD's, foram influenciados pelos condicionantes socioambientais da área, pois há uma grande quantidade de veículos que ficam estacionados nas proximidades onde foi instalado o abrigo meteorológico, oriundos de uma oficina mecânica e de pinturas que ampliou seus serviços e sua sede física.

Durante o dia da pesquisa havia mais de uma dúzia de veículos ocupando as vias sendo responsáveis por armazenar ainda mais energia proveniente dos raios solares e, também, por modificarem os índices de albedo, desta forma, um ganho de energia, *input,* integrando-se à dinâmica microclimática local e repercutindo na área central da cidade de Sobral.

A média de umidade relativa do ar foi apenas a penúltima com 48%, mas os valores a cada horário de coleta não destoaram dos demais, porém às 6 horas quando registrou 63% esse foi o menor valor para o horário entre os PCD's, mas isso não se repetiu e os resultados do PCD 04 ficaram sempre à frente dos resultados do PCD 01. Já às 9 horas foi assinalado o valor de 53%. É válido ressaltar que estas coletas foram marcadas pela presença de nuvens, sobretudo às 9 horas, quando o céu

estava quase que completamente coberto com 7/8 partes. Às 12 horas a umidade relativa do ar foi de 43% apesar de ser o segundo menor entre os PCD's para a hora, este valor ainda foi acima dos 39% marcados pelos dados oficiais, situação que se repetiu às 15 horas, quando o dado oficial assinalou apenas 29% e o PCD 04 com 35%, apesar de ambas não serem benéficas à saúde humana. E às 18 horas há uma pequena melhora nos índices e valor da umidade eleva-se para 46%.

As altas temperaturas e os índices de medianos para baixo da umidade implicam numa participação importante dos ventos, sua ação pode representar ou não o conforto térmico para a população local e os transeuntes. Desta forma, ao analisar a velocidade do ar observa-se que o ponto registrou maior média, 4,7 m/s, novamente ressaltamos a distância com canal do leito do Rio Acaraú e do seu afluente o riacho Mucambinho. A velocidade do vento mensurada às 6 horas foi de apenas 0,5 m/s, porém essa calmaria só ocorreu neste horário, nas coletas seguinte foram sempre na casa dos 5 m/s configurando uma brisa fraca, e às 18 horas a velocidade foi 7,2 m/s, essa brisa moderada foi possível devido à dinâmica eólica que se modifica ao se aproximar a noite, já refletida na análise do PCD 03.

As direções dos ventos se mantiveram no sentido Norte, mais precisamente, Nordeste, Noroeste, Noroeste, Noroeste e Nordeste para as cinco coletas realizadas, ressaltando a orientação preferencial para região, porém a constituição da via no sentido sul-norte (Rua Padre Antônio Ibiapina) pode servir de canal e direcionando para esses sentidos.

Os fluxos de pessoas observados durante um minuto obtiveram uma média menor que 3 pessoas por minuto, foram duas (2) pessoas às 6 horas, 4 pessoas às 9 horas, ao meio-dia apenas uma pessoa, às 15 horas novamente 4 pessoas e encerrando às 18 horas apenas 3 pessoas. São números bastante fracos, mas que podem ser relevados.

Sobre os fluxos de veículos não foi considerado o grande número de automóveis estacionados nas vias, advindos da oficina próxima. Sendo, portanto, considerados somente os que realmente trafegaram pelo local durante o minuto observado, assim a média foi de quase 19 veículos, ficando atrás apenas do PCD 01. Os horários de maiores fluxos foram 12 e 18 horas, respectivamente, 23 e 28 veículos, possivelmente pela importância da via onde as pessoas se deslocam para suas residências para o intervalo de almoço e fim do expediente de trabalho, desta forma os demais horários são secundários, porém assinalados 10 veículos mesmo às 6 horas, 14 veículos às 9 horas, e assinalando às 15 horas um número de 18 veículos, ou seja, mesmo nesses horários secundários, há bastantes fluxos podendo refletir no *input* de energia na microescala local.

Assim, com a presença de oficinas automotivas e carros em conserto estacionados próximos ao PCD 04 foi considerado como fator microclimático para as elevadas temperaturas dos horários de 12h às 15h. Acredita-se que o valor da temperatura mínima registrada na coleta das 9h (24° C), bem abaixo da Estação da INMET localizada em meio rural, deva-se ao fato das características locais do PCD 04, que é a de área urbana com menor concentração de casas, poucas árvores e ampla

área não construída. Tais características associadas à presença de grande nebulosidade (7/8 partes), baixa umidade (53%), pouco tráfego de veículos e pessoas e brisas de 5m/s no referido horário de 9h, produziram condições de maior dissipação momentânea de energia (tanto na proporção como na velocidade da perca calor), visto que às 6h a umidade estava mais elevada (63%), quase não havia vento (0,5 m/s) e a cobertura de nuvens foi menor, com 5/8 partes, resultando na aparente "anormalidade" entre as temperaturas mínimas registradas nos horários das 6h e 9h e entre estes e os dados do INMET.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise dos atributos (micro)climáticos do centro da cidade de Sobral (CE) observou-se que as altas temperaturas são uma constante no contexto urbano da cidade, expressando uma das principais características do semiárido nordestino. Contudo, essa característica regional tem se acentuado pelas variáveis climáticas locais associadas à conjuntura de espaço urbano (morfologia, sítio e função urbana), algo que é evidente quando confrontamos os dados de campo com os registros oficiais do INMET (estação meteorológica localizada em meio rural), sempre salientando a influência da atuação do *El Niño* no comportamento dos parâmetros climáticos no período considerado.

Durante a coleta (período seco) só foram registrados valores considerados confortáveis, na primeira hora de coleta, ou seja, às 06 horas da manhã, atingindo níveis críticos na faixa do "muito quente" nos horários de 12h e 15h, que é

uma condição microclimática geradora de sérios problemas de saúde à população de Sobral.

Naturalmente, os ambientes tropicais podem gerar certo desconforto térmico pela grande quantidade de calor que é intensificada com o crescimento territorial das áreas urbanas, mas essa condição se agrava quando não se atenta para as características climáticas no processo de planejamento urbano. É de fundamental importância para todo ordenamento e intervenção territorial urbanos que se tenha o conhecimento das especificidades socioambientais de cada cidade, para que seja possível propor medidas que contribuam com a melhoria da qualidade de vida da população atual e das gerações futuras.

REFERÊNCIAS

CARACRISTI, Isorlanda - A Climatologia: Domínios e Métodos. **Jornal Espaço-Tempo**. v 1, n. 1 - Casa da Geografia de Sobral/UVA – Sobral/CE, 1996.

CARACRISTI, Isorlanda. Estudo Integrado do Clima da Região do Médio Curso do Rio Acaraú: uma análise geográfica do clima local. **Revista Essentia**, Sobral, v. 1. n. 1, 2000.

FUNCEME. **Sistemas meteorológicos causadores de chuvas na região nordeste do Brasil** – Boletim especial, 2002. Disponível em http://www.funceme.com.br. Acesso em: 25 nov. 2014.

HOLANDA, V. C. C. de. **Modernizações e espaços seletivos no Nordeste brasileiro. Sobral:** Conexão Lugar/Mundo. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

HOLANDA, V. C. C. Sobral – CE: de cidade do sertão às dinâmicas territoriais da cidade média do presente. *In*: HOLANDA, V. C. C.; AMORA, Zenilde B. (Org.). **Leituras e Saberes Sobre o Urbano:**

cidades do Ceará e Mossoró no Rio Grande do Norte. ed 1. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2010, p. 75-94.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010:** Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://censo2010.ibge.gov.br/resultados. Acesso em: 18 out. 2018.

INMET. **Diagrama do conforto humano.** Disponível em: http//: www.inmet.gov.br. Acesso em 10 abr. 2014.

LIMA, J. G. **Dinâmicas urbanas em espaços sertanejos cearenses**: novas configurações do urbano e ações imobiliárias em Sobral/CE. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia), Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, 2014. 167f.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano.** Série Teses e Monografias nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MONTEIRO, . A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. cap. 1, p. 9-67.

MUNIZ, Francisco Gerson Lima. **Urbanização e Conforto Térmico:** Análise Climática do Centro da Cidade de Sobral (CE). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Vale do Acaraú - UVA, Centro de Ciências e Humana. Sobral, 2016. 228 f.

MUNIZ, Francisco Gerson Lima; CARACRISTI, Isorlanda. As Transformações Urbanas e a Sazonalidade: Produtores do Conforto Térmico do Centro da Cidade de Sobral – CE. **Revista GEOGRAFIA ENSINO & PESQUISA**, v. 22, , p. 1-12, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes.** *In:* **ONU(BR)**. ONU News. 21 Jun. 2017. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes. Acesso em: 18 out. 2018.

Doi:10.35260/87429397p.119-136.2020

SEGURANÇA HÍDRICA E VULNERABILIDADE HÍDRICA EM MOÇAMBIQUE-ÁFRICA

Sâmella Patrícia Lima Paungartten
Nátane Oliveira da Costa

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a humanidade, constituindo um fator determinante e condicionante para o desenvolvimento econômico e social. Para a Organização das Nações Unidas (ONU), o acesso à água é essencial para a realização do "potencial humano", entendido pela organização como o que as pessoas podem fazer e o que podem se tornar, suas capacidades com a liberdade de exercer escolhas reais em suas vidas (ONU, 2006).

Para Sen (2000) a falta de liberdades concretas está diretamente relacionada à pobreza econômica, que priva as pessoas da liberdade de saciar a fome, de obter alimentos suficientes, de usufruir de água potável ou de serviços de saneamento. Quando o ser humano é privado do acesso à água potável em casa ou quando não tem a água como fator de produção, suas escolhas e liberdades podem ser fortemente condicionadas.

Em Moçambique, África Subsaariana, apenas metade dos habitantes têm acesso a água potável e, menos ainda, cerca

de um quarto, têm acesso a saneamento básico adequado. Além disso, as frequentes secas naturais que assolam a região, que podem estar sendo agravadas pelas mudanças climáticas, ameaçam a disponibilidade dos seus recursos hídricos (UNICEF, 2015).Assim, este artigo procura compreender o estado da segurança hídrica em Moçambique na perspectiva da vulnerabilidade socioambiental e da governança da água, a partir da análise de dados obtidos em documentos oficiais e artigos desenvolvidos sobre o tema abordado.

SEGURANÇA HÍDRICA

As discussões que circundaram por muito tempo a temática hídrica no cenário mundial estiveram, em grande parte, associadas ao seu estado quantitativo e às problemáticas emergidas a partir de um quadro desigual de oferta e demanda hídrica.

A acentuação dos debates e a ampliação do conhecimento de quadros específicos associados a essa temática incentivaram novas perspectivas pautadas em parâmetros mais humanos e integrativo dos recursos hídricos, emergindo a partir de então, o termo segurança hídrica.

O conceito de segurança hídrica surgiu na década de 1990 e evoluiu significativamente desde o Segundo Fórum Mundial, a Global Water Partnership, que introduziu uma definição mais holística de segurança da água, considerando não somente seu estado quantitativo, mas também a sua qualidade e acessibilidade (BEEK; ARRIENS, 2014).

A Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta a segurança hídrica como uma nova terminologia para melhor definir a complexidade das variáveis que envolvem o cenário hídrico global, definindo-a como acesso confiável à água suficiente, a preço acessível, para levar uma vida saudável, digna e produtiva, mantendo os sistemas ecológicos que fornecem água e que também dependem dela.

Cook e Bakker (2012), sintetizando conceitos recentes, definiram a segurança hídrica como um nível aceitável de riscos relacionados à água para humanos e ecossistemas; associada à disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para manter as condições de vida, segurança nacional, saúde humana e serviços ambientais.

Atualmente, o tema tem apresentado múltiplas vertentes: alguns estudos pautam-se em abordagem mensuráveis, como os que medem o estresse **hídrico**; outros, as condições de segurança hídrica a partir das necessidades alimentares – segurança alimentar; as políticas de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a governança da água e, dependendo do contexto natural, os que associam a segurança hídrica aos riscos naturais, como inundações, secas e as vulnerabilidades ante a estes eventos (COOK; BAKKER, 2012).

Apesar da amplitude de dimensões e perspectivas de análises apresentadas, este artigo considera o estudo do grau de segurança da água com base na susceptibilidade da população moçambicana às condições naturais, sociais e políticas.

CARACTERIZAÇÃO DE MOÇAMBIQUE

A República de Moçambique situa-se na costa Leste do continente africano, entre as latitudes 10°20' e 26°50' S, e entre as longitudes 30°12' e 40°51' E. Possui uma **área de 799,380 km², com extensa costa de 2770** km. Faz fronteira a Norte com a Tanzânia, a Oeste com o Malawi, Zâmbia, Zimbabwe e Suazilândia e a Sul com a África do Sul, numa extensão de fronteira terrestre de 2470 km (Figura 21).

Figura 21 - Mapa de Localização de Moçambique

O país está dividido em 10 províncias nomeadamente, de Sul para Norte: Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambézia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado. A cidade capital, Maputo, possui também o status de província e está localizado na costa do Oceano Índico no sul da África.

Demograficamente, de acordo com o recenseamento de 2017, a população encontrava-se ligeiramente abaixo dos 2 milhões, dos quais se estimam que entre 70 a 80% vivem em áreas periurbanas, estando previsto um crescimento para o dobro (4 milhões de pessoas) em 2025 (INE, 2017). Após a sua independência da colonização portuguesa, Moçambique foi assolado por duas guerras militares consecutivas, a primeira, liderada pela Frente Socialista de Moçambique, FRELINO, e em 1976, sofrida pela Resistência Nacional Moçambicana - REMANO. Além disso, o país sofreu muito com o apartheid na África do Sul, que desestabilizou o país e gerou elevados fluxos migratórios internos, associados a níveis alarmantes de pobreza e miséria (CORTÊS, 2018).

Este contexto perdurou até 1992, quando foi assinado o Acordo Geral da Paz, pelo então presidente de Moçambique, Joaquim Alberto Chissano (FRELIMO) e pelo líder da Resistência Nacional Moçambicana (RENAMO).

Atualmente, existe um consenso na literatura de que Moçambique está em processo de reestruturação, com base na adoção de medidas de privatização neoliberais em diversos setores da economia, acompanhada pela elevada dependência financeira de organismos internacionais no combate às desigualdades econômicas e sociais (VISSENTINI, 2012).

Vulnerabilidade ambiental

O contexto natural em que Moçambique se encontra atualmente conduz a uma situação de vulnerabilidade da água em virtude de dois fatores ambientais principais e relacionados:

a sua caracterização climática e a disposição dos seus recursos hídricos superficiais.

O clima de Moçambique é predominantemente tropical úmido a semiúmido, com marcadas variações sazonais de precipitação, que aumentam em direção ao Sul e da costa adjacente para o interior do continente. Associado ao clima, o país é influenciado por ciclones tropicais e o fenômeno El Niño/La Niña que aumentam a variabilidade hidroclimática, contribuindo para cheias e secas extremas, que ocorrem ciclicamente no país com intensidade e intervalos variáveis (UELE; LYRA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2017).

Quanto aos seus rios, apesar de uma extensa rede de drenagem, com treze bacias hidrográficas principais sendo, de Sul a Norte, as bacias dos rios Maputo, Umbeluzi, Incomati, Limpopo, Save, Buzi, Pungoé, Zambeze, Licungo, Ligonha, Lúrio, Messalo e Rovuma. É um país localizado a jusante dessas bacias, partilhando nove das quinze bacias hidrográficas internacionais da região. Uma condição que desencadeia uma série de limitações ao seu uso, uma vez que os países que estão a jusante dependem do bom uso das águas a montante (MOÇAMBIQUE, 2007).

As significativas variações climáticas que contribuem para os frequentes eventos hidroclimáticos e a condição de uma região hidrográfica localizada a jusante convergem para um quadro de vulnerabilidade hídrica em Moçambique.

Vulnerabilidade social

A vulnerabilidade social pode ser definida como a predisposição de uma pessoa, sociedade ou grupo poulacional de ser afetado por uma ameaça, que pode ser resultantes de fatores econômicos e/ou ambientais aumentando sua suscetibilidade a determinado fenômeno (CARDONA, 2001).

Alguns indicadores são de fundamental importância para a avaliação do estado de vulnerabilidade social diante de cenários de crise hídrica, seja por fatores naturais, seja por fatores estruturais. Nesta perspectiva, três indicadores podem traduzir este quadro: educação, acesso à água e saneamento básico. Cova e Church (1997) delineiam que tais indicadores são importantes por permitir compreender tais condições:

- Deficiência em sistemas de esgoto, acesso a fontes de água e abastecimento hídrico – expõe os grupos populacionais a inúmeras doenças de veiculação hídrica comprometendo sua qualidade de vida; aos habitantes de zonas rurais, estes tornam-se mais vulneráveis em razão da menor renda e dependência na extração de recursos naturais (exemplo, agricultura).
- Educação – quanto maior o acesso, maior a possibilidade de superação de uma condição de desigualdade.

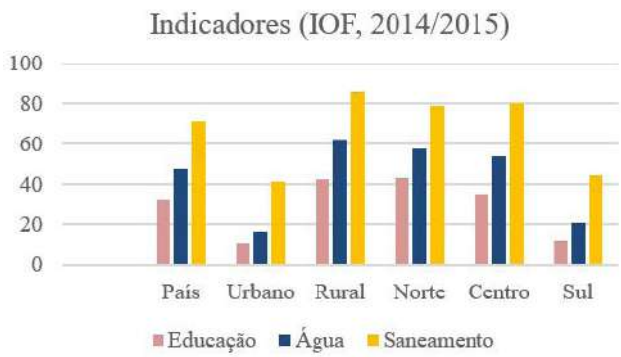
Para esta avaliação foram utilizados os dados fornecidos pela 4ª Avaliação Nacional da Pobreza, baseados nos dados do Inquérito aos Agregados Familiares sobre Orçamento Familiar

(IOF) 2014/15, obtidos a partir do conceito de pobreza multidimensional.

Nesta discussão, abarcou-se somente os dados referentes aos indicadores: educação (acesso e conclusão do nível primário), água (acesso a uma fonte hídrica segura) e saneamento básico (acesso ao abastecimento de água potável e esgotamento sanitário).

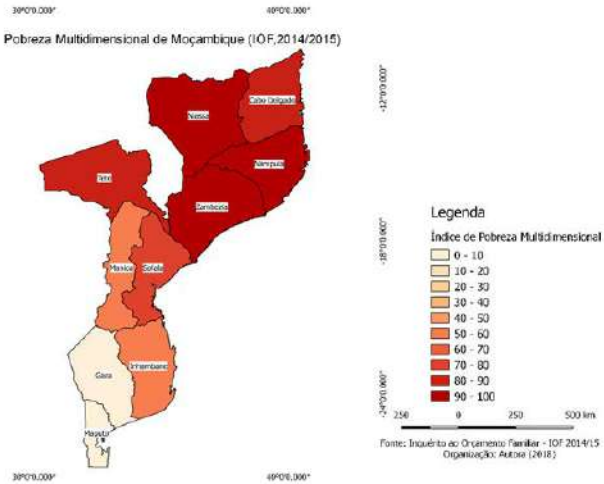
Segundo a interpretação do Gráfico 9 e as conclusões do relatório sobre os indicadores selecionados, Moçambique apresenta consideráveis desigualdades no acesso a água e saneamento básico, notadamente, quando se trata da relação norte/sul e urbano/rural.

Gráfico 9 - Avaliação dos indicadores selecionados (IOF,2014/2015)



Os maiores índices estão presentes no norte do país, decrescendo à medida que se aproxima das províncias do sul, relação igualmente desigual quando comparados aos índices rural/urbano (Figura 22).

Figura 22 - Mapa de espacialização da pobreza multidimensional em Moçambique



Os baixos índices de educação, acesso a fontes seguras de água potável, bem como de saneamento básico configuram frequentes indicadores retratados nos relatórios de programas internacionais de assistência a Moçambique.

Segundo o relatório do Banco mundial de 2007, mais de 70% da população rural e cerca de 30% da população urbana não têm acesso a uma fonte de fornecimento de água adequada.

Na análise da UNICEF para o ano de 2015, a cobertura total do saneamento aumentou desde 1990 para 21%, todavia, a disparidade entre a cobertura nas zonas urbanas e rurais continuam significativas: 44% nas zonas urbanas contra 11% nas zonas rurais. Quanto ao abastecimento de água potável, esta é considerada baixa, situando-se em 49%, com uma grande disparidade entre a cobertura urbana (80%) e a cobertura rural (35%).

> O desafio de melhorar as condições de ASH nas pequenas cidades/vilas é enorme; elas representam cerca de 15% da população urbana de Moçambique, quase 2 milhões de pessoas. Embora estas vilas sejam estratégicas para o desenvolvimento, os serviços de abastecimento de água potável e saneamento ficaram muito para trás nos investimentos em grandes cidades, ou até nas zonas rurais circundantes (UNICEF, 2015).

Atualmente, Moçambique passa por um processo de urbanização crescente, estima-se que em 2025, 6,3 milhões de pessoas, ou seja 52% de uma população urbana de 12,5 milhões, e 21% da população nacional, viverá nas 12 cidades de mais de 250.000 habitantes. Isto representa sensivelmente uma duplicação do número de residentes urbanos, sendo que cerca de três quartos destes viverá nas zonas periféricas, em condições precárias de habitação, abastecimento de água e saneamento (MOÇAMBIQUE, 2007).

Muitas destas cidades sofrem com o problema de falta de água e de problemas originados pelo consumo de água imprópria, as doenças de veiculação hídrica chegam a atingir mais de 30 % da população.

Apesar disso, as políticas de Estado, mesmo pressionadas pela crescente pressão demográfica, t*ê*m sido insuficientes, não só no suprimento de água para as necessidades básicas diárias, como cozinhar e lavar, mas também na maior quantidade de doenças veiculadas em razão da falta de saneamento básico (MOÇAMBIQUE, 2007).

Em várias regiões rurais, muitas pessoas, sobretudo mulheres e crianças, têm como principal atividade diária a busca

pelo abastecimento hídrico domiciliar. Elas caminham dezenas de quilômetros em busca de pequenas quantidades de água, que muitas vezes nem suprem suas necessidades mais básicas, abstendo-se de atividades vitais para o desenvolvimento humano, como produção agrícola e atividades culturais.

A baixa segurança no abastecimento de água tem também implicações severas na agricultura, inibindo o seu desenvolvimento. A economia rural em Moçambique é altamente dependente da agricultura de subsistência. Trata-se de uma população com grandes necessidades básicas, com baixa garantia de abastecimento de água, usando água poluída ou contaminada, extraída diretamente dos charcos, rios, lagos, poços, com consequências negativas para o desenvolvimento de suas culturas (MOSCA; BRUNA; MANDAMULE, 2016).

A baixa garantia no abastecimento de água significa vulnerabilidade à seca, o que afeta seriamente a agricultura. Diante disso, os agricultores são obrigados a cultivar terrenos sensíveis à atividade antrópica, estes terrenos incluem encostas, margens de cursos de água e outras áreas naturalmente instáveis, o que acarreta a erosão de solos e na maior suscetibilidade às inundações.

GOVERNANÇA HÍDRICA EM MOÇAMBIQUE

A compreensão do estado de segurança hídrica de Moçambique perpassa, especialmente, pela maneira como o país tem organizado seu arcabouço legal e institucional no planejamento e na gestão de seus recursos hídricos, sobretudo, na condução de problemas como o abastecimento de água e eventos hidroclimáticos.

As políticas de atendimento do abastecimento hídrico e resolução dos efeitos dos eventos hidroclimáticos em Moçambique estão pautadas na Lei das Águas de 1991 e na Política de Águas de 2007. Nelas se definem os recursos hídricos de dominialidade do Estado, a descentralização na gestão das águas, a participação pública na tomada de decisão, a bacia hidrográfica como unidade de gestão, a inclusão das mulheres nos processos decisórios e a prioridade da água para o abastecimento humano e para o desenvolvimento social e econômico do país (MOÇAMBIQUE, 2007).

Moçambique possui dois níveis de governação: o central, constituído pelos órgãos centrais e locais do estado; e o local, constituído pelas autarquias. Em ***nível do estado central, o Ministério das Obras Públicas e Habitação,*** por meio da Direção Nacional de Águas (DNA) é a instituição responsável pela gestão estratégica do setor de águas em Moçambique, que inclui nomeadamente, o abastecimento de água e o saneamento e gestão dos recursos hídricos.

Nesse conjunto, o governo estabeleceu o Quadro de Gestão Delegada (QGD), tendo criado duas instituições públicas: o Fundo de Investimento do Património de Água (FIPAG), com autoridade para gerir o património de abastecimento de água privada e contratar operadores; e o Conselho de Regulação do Abastecimento de Água (CRA), como entidade reguladora independente, ficando o governo, através do Ministério das Obras Públicas e Habitação, com as funções de orientação política setorial (UANDELA, 2012; RAMÔA, 2010).

Desde a Política Nacional de Águas de 1997, o governo aprovou estratégias de mobilização da participação do setor

privado para a exploração dos sistemas de abastecimento de água em algumas das cidades, principalmente em Maputo/ Matola, Beira/Dondo, Quelimane, Nampula e Pemba.

Para disponibilização de água nas zonas Rurais, foram abertos inúmeros furos comunitários e, em regiões com o lençol freático salinizado, o abastecimento de água passou a ser feito por meio de carros ou tratores transportando cisternas (RAMÔA, 2010).

No entanto, apesar do amadurecimento das políticas hídricas de Moçambique e de alguns avanços na operacionalização do abastecimento hídrico, considera-se que essa estrutura não tem sido completamente descentralizada, negligenciam as formas tradicionais de abastecimento hídrico e muitas das vezes tem sido fruto de manobras políticas (BARROS, 2009; BOEHM, 2010).

A revisão de dados conjuntamente com a leitura da literatura especializada sobre a privação de serviços básicos para o alcance do bem-estar da população moçambicana concordam que o maior número de investimentos, seja estatal ou privado, deram-se sobretudo nas províncias que têm concentrado o maior número de indústrias e serviços do país - Maputo, Matola, Beira e Nampula (BARROS, 2009; RAMÔA, 2010).

Uma projeção realizada pela FIPAG e divulgada pelo Relatório de Estratégia Nacional de Assistência para Recursos Hídricos em Moçambique, indica que haverá um aumento até 2020 de demandas por água, principalmente pelos setores domésticos e industriais (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Consumo de água por setores em Moçambique até 2020

Estas projeções demonstram que este aumento da procura de serviços de água por parte dos setores da economia comercial e industrial pode acentuar a diminuição do acesso à água por parte da população, que atualmente se enquadra numa realidade produtiva, essencialmente agrícola.

Com o objetivo de superar os déficits no acesso e controle dos eventos hidroclimáticos, as cooperações internacionais têm investido em projetos de infraestrutura para o maior abastecimento e controle de enchentes/inundações e secas. No entanto, Moçambique ainda sofre com a politização dos processos de materialização dos serviços de abastecimento de água no território.

Sobre isso, Silva (2014) menciona que embora as intervenções dos organismos internacionais tenham buscado alcançar novos paradigmas ao almejar a superação de uma gestão central liderada pelo Estado, para um processo de governança em si, envolvendo as múltiplas partes interessadas, e a democratização

do acesso a água, estes organismos ainda não conseguem fortalecer os mais vulneráveis por, sobretudo, querer implementar um padrão ideal exógeno que não corresponde ***à*** atual realidade política, social e cultural de Moçambique.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Moçambique, assim como muitos países africanos, estão sob pressão para reduzir a vulnerabilidade social e garantir o abastecimento de água para a sua população. Com base no quadro exposto, aponta-se que o cenário de insegurança hídrica no país não está só na diminuição da disponibilidade absoluta de água (oferta menor que a demanda) devido ao intenso crescimento demográfico, ou pelas condições climáticas que levam à escassez hídrica, mas sim, na crise do desigual acesso à água díspares no país, em meio a um conjunto de políticas que tem negligenciado a realidade do país. O Estado de Moçambique, bem como as cooperações internacionais precisam reconhecer o alto grau de dependência do bem-estar social da população à água, de maneira a dar maior prioridade a um desenvolvimento, considerando a água como um bem acima de um valor meramente econômico.

REFERÊNCIAS

BARROS, C. P.; CHIVANGUE, A.; SAMAGAIO, A. Urban dynamics in Maputo, Mozambique. **Cities**, v. 36, p. 74-82, 2014.

BARROS, R. **Integrated Water Resource Management in Mozambique:** The case of the Limpopo River Basin. 2009. Dissertação de Mestrado. ETH Zürich, Departement für Umweltwissenschaften.

CARDONA, O. D. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo**. Bogotá: CEDERI, 2001.

COOK, Christina; BAKKER, Karen. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 1, p. 94-102, 2012.

CORTÊS, E. R. D. O. **Velhos amigos, novos adversários:** as disputas, alianças e reconfigurações empresariais na elite política moçambicana. 2018. Tese de doutoramento em Antropologia Lisboa: Instituto de Ciências Sociais. Lisboa.

DEBBANÉ, Anne-Marie; KEIL, Roger. Multiple disconnections: environmental justice and urban water in Canada and South Africa. **Space and Polity**, v. 8, n. 2, p. 209-225, 2004.

FIPAG. Fundo de investimento e Patrimônio do abastecimento de água de Moçambique. Disponível: http://www.fipag.co.mz/index.php/pt. Acesso em: 10 nov. 2019.

GREY, David; SADOFF, Claudia W. Sink or swim? Water security for growth and development. **Water policy**, v. 9, n. 6, p. 545-571, 2007.

INE. Recenseamento Geral da população e habitação de Moçambique 2007. Disponível em: http://www.ine.gov.mz/operacoes-estatisticas/censos/censo-2007. Acesso em: 10 nov. 2018.

MOÇAMBIQUE. Estratégia Nacional de Gestão de Recursos hídricos, 2007. Disponível em: https://energypedia.info/images/e/e6/

PT_Estrategia_Nacional_de_Assistencia_para_RecursosHidricos_em_Mo%C3%A7ambique_Banco_Mundial.pdf. Acesso em: 09 Jul. 2018.

MOSCA, J.; BRUNA, N.; MANDAMULE, U. A Economia Política da Agricultura: ênfase para o agronegócio. *In*: MOSCA, J. (Org). **Políticas Públicas e Agricultura em Moçambique.** Maputo: Escolar Editora, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água: relatório do desenvolvimento humano, 2006. Nova Iorque: **PNUD:** Lisboa: Trivona, 2006.

RAIMUNDO, Ines; PENDLETON, Wade. The state of food insecurity in Maputo, Mozambique. **Southern African Migration Programme**, 2016.

RAMÔA, A. R. C**. Contribuição para a evolução do abastecimento de água e do saneamento de águas residuais em áreas peri-urbanas dos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa Moçambique.** 2010 Dissertação (Mestrado) - Engenharia do Ambiente. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade**. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. 410 p.

SILVA, Tatiana. **Desafios e Oportunidades para a Governança Inovadora das Águas**: O Caso De Grande Maputo. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41510179/Desafios_e_Oportunidades_para_Governanca_das_Aguas.pdf. Acesso em: 22 dez. 2019.

TVEDTEN, I.; CANDIRACCI, S. "Flooding our eyes with rubbish": urban waste management in Maputo, Mozambique. **Environment and Urbanization**, p. 631-646, 2018.

UANDELA, A. Gestão descentralizada dos sistemas de abastecimento de água: desafios de eficiência e sustentabilidade. Três estudos de caso. *In*: WEIMER, B. (Ed.). **Moçambique:** Descentralizar o Centralismo: Economia Política, Processos, Resultados. Maputo: Instituto de Estudos Sociais e Económicos (IESE). p. 395-421, 2012.

UELE, D. I.; LYRA, G. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. D. Variabilidade Espacial e Intranual das Chuvas na Região Sul de Moçambique, África Austral. **Revista Brasileira de Meteorologia**, p. 473-484. 2017.

WATER, U. N. The United Nations inter-agency mechanism on all freshwater related issues, including sanitation. **Policy Brief: Water Quality**. 2014.

UNICEF. Quase 750 milhões de pessoas ainda não têm acesso à água potável. Disponível em: http://nacoesunidas.org. Acesso em: 25 nov. 2017.

UNESCO. **Relatório Anual de Moçambique**. Disponível em: http://www.unicef.org.mz/annualreport2016/pt/index.html. Acesso em: 22 nov. 2018.

VISENTINI, P. **As revoluções africanas:** Angola, Moçambique e Etiópia. São Paulo: UNESP, 2012.

ZUIN, V.; ORTOLANO, L.; DAVIS, J. The entrepreneurship myth in small-scale service provision: Water resale in Maputo, Mozambique. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v. 4, n. 2, p. 281-292, 2014.

Doi:10.35260/87429397p.137-154.2020

PLANEJAMENTO HIDROGRÁFICO EM MICROESCALA: O CASO DO QUILOMBO SÍTIO VEIGA, QUIXADÁ (CE)

Caroline Vitor Loureiro
Danielle Rodrigues da Silva

INTRODUÇÃO

As características ambientais do semiárido nordestino demandam, devido suas condições climáticas, pedológicas e geológicas, um planejamento do uso e distribuição dos recursos hídricos centrados na vulnerabilidade natural desses elementos e na justiça social, considerando a diversidade de usuários existentes.

A condição de existência de Neossolos Litólicos, caracterizados de acordo com Pereira e Silva (2007) como solos de alta susceptibilidade aos processos erosivos e à desertificação, aliada às irregularidades climáticas e a não organização dos processos de uso-ocupação do solo, principalmente nas bacias hidrográficas, gera uma situação de fragilidade ambiental, onde a intervenção humana pode desencadear impactos ambientais de diferentes magnitudes.

Ainda nesse contexto, as bacias de drenagens cearenses, em geral, são compostas por rios de regime intermitente, passando

por processos de assoreamento, circundadas por terrenos desertificados e com regimes diferenciados (alimentadas por uma quadra chuvosa de 3-4 meses de chuvas anuais).

Mesmo com essas particularidades e diversidades, Nascimento (2012) aponta que:

> No contexto dos usos múltiplos das águas na mancha semiárida nordestina, no geral, e em particular no Ceará, destaca-se a política de construção de barragens, denominadas regionalmente de açudes. Segundo Sampaio (2005), o Ceará concentra a maior quantidade de reservatórios de água do país, porém não representa ainda a solução para o problema da seca no Estado (NASCIMENTO, 2012, p. 99).

No que se refere ao planejamento dos recursos hídricos, Guarjulli (2003) considera que no Estado brasileiro, principalmente nas regiões caracterizadas pela semiaridez, há o predomínio de decisões governamentais de caráter unilateral centralizado e, em geral, buscando atender aos interesses particulares ou de um setor específico, como por exemplo, na distribuição territorial de barragens, poços ou construção de adutoras e projetos de irrigação. Só em 2018, foram contabilizados 133 conflitos por água no Nordeste, afetando 23.160 famílias (CPT, 2019).

Também se faz necessário repensar ou até mudar as formas de intervenção sobre os ambientes, avaliando o papel das diferentes escalas da sociedade nessa interferência, sem desconsiderar uma análise da situação de vulnerabilidade das parcelas da sociedade que mais intervém de forma incisiva na

dinâmica das bacias. Como alternativa para tal, faz-se necessário reavaliar a quem ou a que os planejamentos e ações de melhoria da qualidade ambiental buscam atender, e sugerir uma gestão participativa no que diz respeito à manutenção da qualidade dos ambientes.

A terra e a água no Nordeste se sobressaem ainda mais como elementos de conflitos e imediato gerenciamento que visa a regularização e melhor distribuição. Associando esses dois elementos, podemos citar o caso das comunidades quilombolas. Os entraves vividos pelas comunidades quilombolas no Brasil são inúmeros. Além da busca por reconhecimento, respeito à sua identidade e delimitação do território, as condições estruturais que vivenciam também requerem atenção e mudanças para garantir dignidade para as condições de viver e se reproduzirem. Nesse aspecto, o acesso à água ainda se configura em desafios, tendo em vista que a bacia hidrográfica, como unidade de planejamento do Estado, não garante acesso a todos.

A governança tem sido apropriada pela política de águas como uma prática que traduz maior flexibilidade e capacidade do Estado em descentralizar papéis, transferir responsabilidades e ampliar o universo de sujeitos participantes nas decisões, sem abdicar dos instrumentos de controle e supervisão. Nessa concepção, a Lei Federal nº 9.433/1997 (Lei das Águas) instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), composto por instâncias dos níveis federal, estadual e das bacias hidrográficas, incumbido de coordenar a gestão integrada das águas e de planejar, regular e controlar o

uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos, entre outros objetivos (BRASIL, 1997).

Na prática, o que se observa é que essa governança dos recursos naturais, em especial do recurso água, não se dá por opção dos usuários, mas sim, por uma necessidade de planejar em micro-escala, já que o planejamento sequer inclui os pequenos grupos.

Ressaltamos que a Lei das Águas prevê os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) como instrumento de descentralização dessa gestão e ferramenta necessária para inclusão de ações democráticas no que se refere à gestão dos recursos hídricos. Os Comitês de Bacias Hidrográficas podem representar uma ferramenta que exerce ou tenta exercer o papel de governança ambiental e atuação nos processos decisórios na gestão dos recursos hídricos, pois descentraliza e democratiza a gestão da água e promove articulação da atuação das entidades intervenientes.

A experiência dos Comitês de Bacias Hidrográficas demonstra a importância do exercício da participação civil nesses fóruns, e sua manutenção como espaços de um questionamento que não se realiza apenas da forma do processo decisório do Estado, mas também das relações entre Estado e sociedade civil, no campo das políticas públicas (JACOBI, 2006).

A tentativa de consolidação dessa vertente de práticas decisivas democráticas não livra o processo de governança ambiental no país de críticas. Câmara (2013) afirma que apesar de já bem consolidada no Brasil, ainda carece de apoio na constituição de processos de gestão ambiental, nos seus

aspectos legais, institucionais, de capacitação institucional, de representatividade dos sujeitos sociais e de interface com as demais políticas públicas.

Contudo, o que acontece quando o recurso sequer alcança uma comunidade?

Ao observarmos a forma como a Comunidade Quilombola Sítio Veiga é (ou não) atendida pelas políticas de planejamento dos recursos hídricos, nos questionamos se (e de que forma) essa comunidade se programa para atender às suas demandas de uso da água. Pensemos ainda, em que medida a gestão dos recursos hídricos tem favorecido a comunidade quilombola no acesso à água?

Coadunamos com as ideias de Lima, Silva e Sampaio ao afirmarem,

> As reformas levadas a efeito no sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, brasileiros, por mais modernos que tenham sido e por mais que tenham buscado a descentralização, a integração e a participação através dos comitês de bacia, enquanto mantiveram a ideia de combate, tiveram pouco êxito quando se tratou de elevar a qualidade de vidas da população camponesas e de garantir acesso à água (LIMA; SILVA; SAMPAIO, 2011, p. 12).

Partindo deste contexto, buscamos compreender o papel do planejamento em microescala para o acesso à água no Quilombo Sítio Veiga – Quixadá (CE). Para sua realização, procedemos a quatro etapas: levantamento bibliográfico; levantamento de dados secundários; realização de entrevistas semiestruturadas e trabalhos de campo para registros fotográficos; análise dos dados.

A COMUNIDADE QUILOMBOLA SÍTIO VEIGA

O Sítio Veiga é uma comunidade tradicional quilombola que foi oficialmente reconhecida como remanescente de quilombolas em dezembro de 2009, pela Fundação Cultural Palmares (FCP), conforme atribuições da Portaria nº 98, de 26 de novembro de 2007.

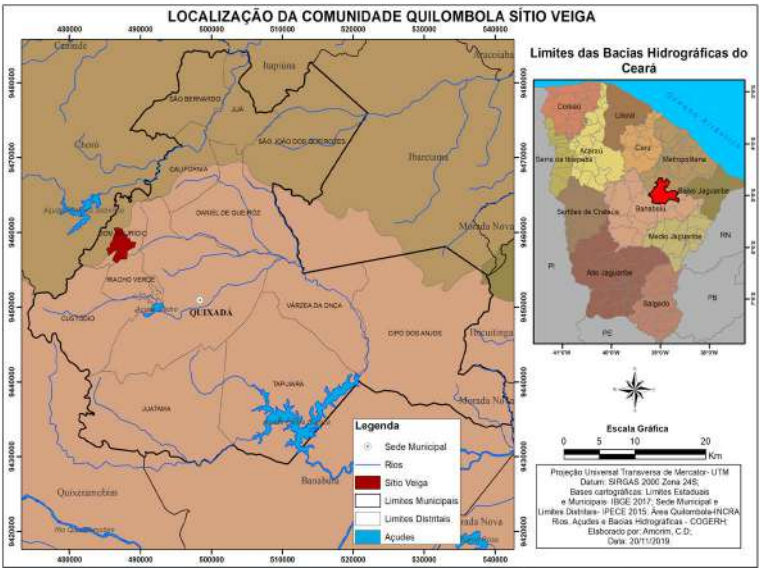
De acordo com o Decreto Federal nº. 6.040 de 7 de fevereiro de 2000, Povos e Comunidades Tradicionais

> [...] são grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2000, p. 01).

O Sítio Veiga localiza-se no Distrito de Dom Maurício, na Serra do Estevão, município de Quixadá, no Sertão Central do Ceará (Figura 1). Distante aproximadamente vinte e cinco quilômetros do centro de Quixadá, a região mantém famílias oriundas de negros que foram escravizados e que luta(r)am para (sobre)viver, produzir e preservar seus costumes e valores identitários.

O entendimento sobre comunidades quilombolas ainda apresenta resistências e incompreensões (MORENO, 2014). Ainda segundo a autora, quando falamos hoje de comunidades quilombolas, tal categoria jurídica ainda é revestida de estereótipos e preconceitos. Marcada por primitivismo e voltada para um passado de servidão.

Figura 23 - Mapa de localização da Comunidade Quilombola Sítio Veiga, Quixadá (CE) considerando a delimitação das bacias hidrográficas do estado



Fonte: IBGE, 2017; IPECE, 2015.

Essa superficialização do conceito de quilombola mascara todo potencial que as comunidades tradicionais desenvolveram ao longo da história por meio de suas resistências, luta, superação e capacidade de reinventar-se.

No caso do Sítio Veiga, a comunidade é reconhecida como quilombola baseada em sua ancestralidade, trajetória histórica de resistência e adaptação à região na qual se inseriu e possui mais de 100 anos de história, contada através da tradição oral e das manifestações religiosas, culturais e arquitetônicas, afirmam Maia e Nogueira (2019).

De acordo com Moreno (2014) o quilombo Sítio Veiga

> [...] é um agrupamento reconhecido enquanto "comunidade remanescente de quilombos", cujo

> vínculo desse agrupamento com o território remete aos descendentes das populações negras escravizadas no Ceará (MORENO, 2014, p. 02).

Segundo levantamentos históricos, baseados na história oral, a pesquisadora Moreno (2014) identificou que o sítio Veiga teve sua origem associada a um antigo morador, chamado Chiquinho Ribeiro que veio para as terras do Veiga fugido de Pau dos Ferros (RN). Conta a autora:

> De acordo com as narrativas dos moradores do Sítio Veiga, seu Chiquinho Ribeiro Bessa migrou para a Serra do Estevão, por volta de 1906, fugido de Pau dos Ferros/RN, em virtude de um "causo" que os moradores não souberam informar do que se tratava, sabem apenas que seu Chiquinho veio com sua família fugindo de uma perseguição [...]Seu Chiquinho Ribeiro, em 1930, comprou as terras do Sítio Sorocaba, atual Sítio Veiga, onde está a maioria das residências da família (MORENO, 2014, p. 94).

Ainda segundo a autora, a presença negra na serra do Estevão não iniciou com a chegada do seu Chiquinho, pois, segundo levantamento toda a comunidade descende de duas famílias, frutos do casamento ocorrido em 1924 entre a da filha de seu Chiquinho, Luzia Ribeiro da Silva e o senhor Raimundo Eugênio de Souza, rapaz oriundo de família negra que já vivia na Serra do Estevão (MORENO, 2014). Essa mesma informação encontra-se no Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (2012), de responsabilidade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, que afirma que as 39 famílias que compunham a

comunidade são frutos do entrelaçamento de somente duas famílias (MAIA; NOGUEIRA, 2019).

O processo de ocupação e uso das terras da serra do Estevão, não se deu (nem se dá) de modo facilitado, pois o contexto semiárido em que está inserida nos permite perceber que os obstáculos de acesso à água, ao saneamento e às políticas públicas dessa natureza ganham relevo no cotidiano da comunidade quilombola (Figura 24).

Figura 24 - Contexto de semiaridez no qual se insere a Comunidade Quilombola Sítio Veiga

A paisagem representada na Figura 24 revela a necessidade do estabelecimento de práticas colaborativas da comunidade, assim como do acesso e uso de estratégias de convivência com a escassez de água, por meio do armazenamento em pequena escala, uma vez que situa-se no contexto semiárido. Em área serrana, somatizam problemáticas de acesso, de localização das residências e de irregularidade do terreno, como revela Costa (2015):

> Ao chegar à referida comunidade, percebe-se um território com um vasto campo irregular, formado com altos e baixos e, nesse meio, as casas são espaçadas uma das outras, estando algumas localizadas mais acima e outras mais abaixo. O acesso à maioria das residências se dá a pé devido a trechos desiguais e assimétricos que impossibilitam a passagem de veículos. De um modo geral, as residências são construídas de tijolos, sem água encanada nem iluminação pública (COSTA, 2015, p. 23).

Com uma história secular, a comunidade quilombola Sítio Veiga, continua na luta por direitos e acesso a políticas públicas que possibilitem viver e produzir dignamente no território quilombola. Nesse interim, estabelecem com a natureza relação de convivência, estabelecendo práticas de gestão em microescala, mesmo não tendo (ou tendo) consciência desse processo.

O PLANEJAMENTO EM MICROESCALA PARA O ACESSO À ÁGUA NO QUILOMBO SÍTIO VEIGA

No semiárido, em consequência da má distribuição de chuvas no tempo e no espaço, há localidades e comunidades que arcam com os efeitos da estiagem, principalmente no período de entressafra. Em muitas delas as comunidades são obrigadas a caminhar longas distâncias em busca de água, já afirmavam Lima, Silva e Sampaio (2011).

Essa situação se repete em muitas comunidades tradicionais, como a comunidade quilombola Sítio Veiga. As condições de infraestrutura do quilombo são apresentadas por Maia e Nogueira

(2019), e os fazem compreender que há muitos limites ainda a serem superados na comunidade. Segundo os autores:

> A comunidade localizada na zona rural, entre os municípios de Quixadá e Choró, é de difícil acesso, por se encontrar no topo de uma serra. A dificuldade de acesso e a falta de incentivo dos órgãos públicos fazem com que o quilombo não conte com muitos equipamentos e nem com infraestrutura, como postos de saúde, escolas e saneamento básico. A iluminação pública é precária em alguns pontos e o acesso a água é feito través de poços profundos ou cisternas (MAIA; NOGUEIRA, 2019, p. 4).

Esse é o retrato de muitas das comunidades tradicionais do Nordeste, cujas intempéries climáticas, ambientais e sociais levam as populações e grupos sociais a estabelecerem uma relação com a natureza de compreensão de seus fenômenos e ajustes a essas condições. É o que verificamos na afirmação a seguir:

> No Nordeste, estas relações de dependência, convivência e permanência com a natureza levaram o homem do campo a adotar práticas que lhe possibilitassem ajustar-se às condições de estresse hídrico local e/ou de irregularidade de chuvas. O camponês conhece o período chuvoso, a localização dos recursos hídricos mais próximos, as vias de acesso a eles, o período mais adequado ao plantio e colheita da produção, os solos mais férteis, a madeira mais apropriada para os fogões e para as cercas (LIMA; SILVA; SAMPAIO, 2011, p. 12).

Se por um lado as condições infraestruturais levam a comunidade a estabelecer relação de convivência/sobrevivência, por outro, é preciso reconhecer que muitos de seus saberes e fazeres são oriundos do saber camponês, cujo vínculo e respeito pela natureza possibilitam estabelecer práticas de convivência com as condições de escassez qualiquantitativa de água.

A comunidade não possui serviços de água canalizada, portanto, necessitam buscá-la in situ (nos açudes), o que permitiu a observação da natureza. Depende, portanto, exclusivamente da coleta da água da chuva e armazenamento desse recurso por meio, principalmente, das cisternas de placas (Figura 25), açudes e poços existentes no entorno.

Figura 25 - Cisterna de placa localizada em uma das residências da Comunidade Quilombola Sítio Veiga

Fonte: As autoras, novembro de 2019.

De acordo com uma moradora da comunidade, ao ser indagada sobre como conseguem água para as atividades diárias: "Ah mulher, aqui não tem água encanada não. É esse sofrimento sempre! A gente vai buscar lá no açude, lá em baixo. Quem tem transporte vai de transporte, quem não tem, vai a pé" (Entrevista Moradora 1, 19/11/2020).

Sem abastecimento de água e, consequentemente, alheio ao planejamento dos recursos hídricos em macro escala, o que se observa no quilombo é o desenvolvimento e adoção de práticas tradicionais de armazenamento de água com a utilização de estratégias de armazenamento em pequena escala de abrangência, tais como: cisternas de placas, barreiros, tanque de pedra, cacimbas e cacimbões (Quadro 02), nas quais, a comunidade é a responsável pela gestão.

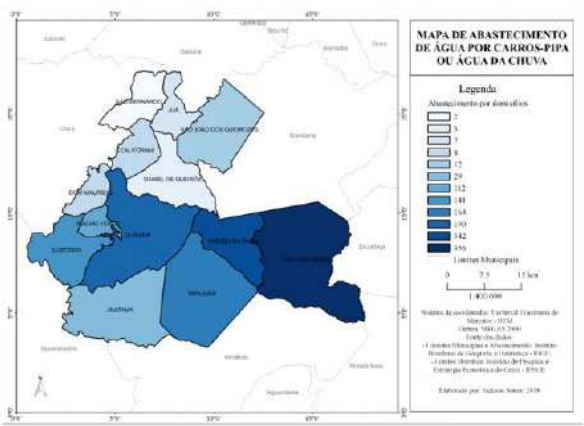
Quadro 2 - Estratégias de Armazenamento e Convivência com a Escassez de Água no quilombo Sítio Veiga

	ESTRATÉGIA DE CAPTAÇÃO	DESCRIÇÃO	CONSTRUÇÃO/ FINANCIAMENTO	UTILIZAÇÃO DA ÁGUA ARMAZENADA	GESTÃO
1	Cisterna de placas	Reservatório, em geral, cilíndrico, fechado, para armazenar água da chuva captada do telhado. É formado por um tanque de armazenamento, área de captação e um condutor.	Família e comunidade Governo ONGs	Consumo familiar	Família
2	Barreiros	Reservatório de armazenamento de água, aberto, cuja captação é feita diretamente da chuva e da água que escoa no solo. É exposto à evaporação e à poluição.	Comunidade e/ ou técnicos do governo.	Dessedentação animal, higiene e limpeza em geral.	Comunidade
3	Cacimba ou cacimbão	Reservatório fechado, de forma cilíndrica, com profundidade variável, até encontrar um veio d'água, escavado no leito de um rio, em locais onde existe uma camada de rocha em decomposição, contida por anéis pré-moldados ou alvenaria de tijolos e coberta por uma laje de concreto, deixando uma abertura para manutenção e retirada da água.	Comunidade, Proprietários de terra.	Consumo humano, animal e agricultura.	Família e/ou comunidade
4	Caldeirão ou tanque de pedra	Reservatórios que se formam naturalmente nas fendas das aflorações rochosas do embasamento cristalino e permitem o acúmulo da água das chuvas.	Fenômeno natural, aprofundado pela comunidade	Uso humano, animal e agrícola	Comunidade

Fonte: Adaptado de Silva, 2008.

A seleção e uso desses instrumentos são seculares e refletem as características da população camponesa, que mantém com a natureza estratégias de convivência que, muitas vezes, se colocam como (única) alternativa para as populações e grupos sociais vulnerabilizados. Além dessas, outras estratégias utilizadas são a busca de água nos açudes próximos à comunidade e a compra de água dos carros-pipa. A Figura 26 revela que o distrito de Dom Maurício recebe abastecimento de carros-pipa, no entanto, em menor volume comparado a outras áreas da cidade de Quixadá.

Figura 26 - Abastecimento por água da chuva ou carro-pipa nos distritos do município de Quixadá



Fonte: IBGE, 2010; IPECE, 2010. Elaborado por Sousa, 2018.

O custo médio de uma "pipa d'água" é de R$ 100,00, segundo moradores da comunidade. A vulnerabilidade social e os problemas econômicos configuram-se como o maior empecilho para a compra de água por meio dos carros-pipa, de modo que em situação de escassez, configura-se como

última alternativa da comunidade. Sousa e Silva (2018) afirmaram que estes instrumentos "[...] são, muitas vezes, a última ajuda até que uma solução mais democrática seja encontrada, aliada a mudanças sob as dimensões social, política e econômica" (p. 8-9).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que na comunidade as políticas de macro planejamento dos recursos hídricos apresentam-se ineficientes para garantir o acesso à água. Dessa forma, as cisternas de placas, o armazenamento domiciliar, alguns poços profundos configuram-se como alternativas da comunidade que estabelecem, mesmo sem consciência da prática, formas de gerenciamento da água administrando a quantidade disponível de acordo com as demandas familiares.

No contexto dos anos em que há escassez ou baixas taxas pluviométricas, as formas de gerenciamento alteram-se, verificando-se que há um aprofundamento do planejamento e a busca por alternativas que complementem as demandas locais, tais como os carros-pipa e o uso da água dos açudes mais distantes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art.1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de**

28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 01 jan. 2013.

BRASIL. Decreto no 4.887, de 20 de novembro de 2003. **Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombolas de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.** 2003. Legislação Federal e marginalia.

COSTA, T. C. de Q. **Mulheres quilombolas e o pertencimento étnico-racial:** Elementos para uma análise da constituição dos perfis Identitários na comunidade de quilombo Sítio Veiga em Quixadá/CE. 106 fls. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Serviço Social - Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Trabalho e Questão Social da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Fortaleza, 2015. 106 p.

GARJULLI, R. Os recursos hídricos no semi-árido. **Revista Ciência e Cultura.** São Paulo, v. 55, n. 4, p. 87-102, 2003.

JACOBI, P. R.; SINISGALLI, P. A. A. Governança ambiental e economia verde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1469-1478, 2012.

LIMA, A. E. F.; SILVA, D. R.; SAMPAIO, J. L. F. As Tecnologias Sociais como estratégia de convivência com a escassez de Água no Semiárido Cearense. **Revista Conexões Ciência e Tecnologia**. Fortaleza, v. 5, n. 3, p. 9-21, 2011.

MAIA, S. de S. e S.; NOGUEIRA, J. L. V. Quilombo Sítio Veiga: Uma rica história de lutas e culturas. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)**, [S.l.], v. 4, n. 1, fev. 2019. ISSN 2446-6042. Disponível em: http://publicacoesacademicas.unicatolica-quixada.edu.br/index.php/eedic/article/view/2692/2230. Acesso em: 28 dez. 2019.

MORENO, D. C. G. **Os Quilombolas do Veiga e o São Gonçalo:** Memória e Identidade na festa e devoção a São Gonçalo no Sítio Veiga. 2014. 199fls. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Sociologia

- Programa de Pós-graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014. 199p.

NASCIMENTO, F. R. Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil. **GEOgraphia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense**. Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 82-109, 2012.

NASCIMENTO, F. R. **O fenômeno da desertificação.** Goiânia: Editora UFG, 2013.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. *In*: SILVA, J. B. *et al.* (Org.). **Ceará:** um novo olhar geográfico. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 189-210.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relatório Técnico de Identificação e Delimitação do território da comunidade remanescente de quilombo Sítio Veiga**. Fortaleza. 2012.

SILVA, D. R. da. **Buscando água**: as estratégias de convivência com a escassez de água no assentamento Serra das Moças e dos Caboclos – Parambu – Ceará. 2008. 155f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SOUSA, J. A. de; SILVA, D. R. da. As faces do uso dos carros-pipa no sertão de Quixadá-CE. **Anais**... XIX Encontro Nacional de Geógrafos: Pensar e fazer a Geografia brasileira no século XXI – escalas, conflitos socioespaciais, e crise estrutural na nova geopolítica mundial. 01 a 07 de julho, Paraíba, João Pessoa, 2018.

Doi:10.35260/87429397p.155-169.2020

O USO DAS GEOTECNOLOGIAS PARA O MAPEAMENTO E CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS DE PLACAS NO TERRITÓRIO POTIGUAR

Silmária Katiuscia Maia Barros
Janine Beatriz Torres
Pedro Balduino de Sousa Neto
Ivi Aliana Carlos Dantas

INTRODUÇÃO

O semiárido, uma região no nordeste brasileiro que apresenta características bem peculiares, é marcado por condições climáticas específicas, como: insuficiência de precipitações, além da irregularidade temporal e espacial, temperaturas elevadas e fortes taxas de evaporação, baixa umidade e solos pobres em termos de nutrientes. Nessa região a cobertura vegetal do solo é conhecida como caatinga.

"Atualmente, com a incorporação de uma parte de Minas Gerais, o Semiárido abrange uma área de 912 mil quilômetros quadrados, onde vivem cerca de 22 milhões de pessoas, representando 46% da população nordestina e 13% da brasileira" (MALVEZZI, 2007, p. 9).

Outras características presentes no semiárido brasileiro são: poucos reservatórios (alguns ainda são privados), dificuldade de armazenamento de água. Essas características exigem que os habitantes do semiárido criem alternativas para facilitar o convívio com essas adversidades. Os longos períodos de seca são fenômenos antigos, naturais e, ao mesmo tempo, inevitáveis na região do nordeste brasileiro, A sociedade vive um processo de reformulação e compreensão do conceito de semiárido, no tocante à necessidade de enraizamento e um reforço no sentimento de pertencimento por parte dos moradores dessa região, por entender que é um território tão rico em diversidade.Ab´Sáber (2003) destaca que o Nordeste apresenta variações climáticas em sua abrangência territorial.

> Efetivamente, é muito grande a variabilidade climática do domínio das caatingas. Em alguns anos as chuvas chegam no tempo esperado, totalizando, às vezes, até dois tantos a mais do que a média das precipitações da área considerada. Entretanto, na sequência dos anos, acontecem alguns dentre eles em que as chuvas se atrasam ou mesmo não chegam, criando os mais diferentes tipos de impactos para economia e as comunidades viventes dos sertões (AB´SÁBER, 2003, p. 89-90).

Essa convivência está inserida hoje em muitas discussões promovidas por órgãos do terceiro setor, além de bancos e universidades, mas ainda precisa ser ampliada para os mais diversos segmentos da sociedade e se aproximar cada dia mais da realidade das comunidades, associações, pessoas que comunguem das mesmas experiências, possibilitando a troca

e o enriquecimento do conhecimento acerca do espaço vivido.

De acordo com Malvezzi (2007)

> O segredo da convivência está em compreender como o clima funciona e adequar-se a ele. Não se trata mais de "acabar com a seca", mas de adaptar-se de forma inteligente. É preciso interferir no ambiente, é claro, mas respeitando as leis de um ecossistema que, embora frágil, tem riquezas surpreendentes (p. 12).

Inquestionavelmente, é importante o diálogo dos atores sociais com a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), que tanto apoia na mudança de perspectiva em relação à convivência com o semiárido, preocupa-se com a questão socioambiental, avalia várias problemáticas locais como da questão hídrica, o papel do produtor rural, a possibilidade de desenvolvimento local, a participação efetiva da comunidade na execução e continuidade dos projetos de forma emancipatória e participativa.

A água é um recurso hídrico indispensável para a condição de vida no planeta terra, como também possui valor econômico voltado para vários modos de produção, dentre eles a produção agrícola, que necessita de uma grande quantidade de água. O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água doce no mundo.

> Em termos globais, o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Mas a distribuição natural desse recurso não é equilibrada. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água

> disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas aos Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país (ANA, s.d., s/p).

De acordo com Araújo (2000), há diferenças no mesmo Nordeste, havendo espaços na região que desenvolvem atividades modernas. Há uma contradição de espaços que tendem a permanecer e a resistirem às mudanças, isso porque essa modernização é restritiva e seletiva, com tendência de sempre manter um padrão de dominação e de controle tradicional.

É nesse contexto que o presente artigo teve como objetivo discutir sobre a utilização das geotecnologias para o mapeamento e construção de cisternas de placas no semiárido potiguar. São apresentadas a seguir algumas das aplicações temáticas em Geotecnologias, indicando-se estudos realizados na região Nordeste.

REFERENCIAL TEÓRICO

A seca e o semiárido brasileiro

A questão da água no Semiárido brasileiro é apresentada de forma dicotômica: de um lado está a relação do baixo desenvolvimento atrelada às condições hídricas, e do outro temos um novo jeito de olhar o semiárido, sobre a possibilidade de uma melhor convivência com esse lugar, no qual as limitações climáticas não sejam condicionantes para que novas formas de se relacionar com o meio possam surgir.

> É o Semiárido mais chuvoso do planeta: a pluviosidade é, em média, 750 mm/ano (variando, dentro da região, de 250 mm/ano a 800 mm/ano). É também o mais populoso, e em nenhum outro as condições de vida são tão precárias como aqui. [...] Há déficit hídrico. Mas essa expressão não significa falta de chuva ou de água. O grande problema é que a chuva que cai é menor do que a água que evapora. No Semiárido brasileiro, a evaporação é de 3.000 mm/ano, três vezes maior do que a precipitação. Logo, o jeito de agasalhar a água de chuva é fundamental para aproveitá-la. Outra característica é a variação das chuvas no tempo e no espaço. Não há período fixo, nem lugar certo para chover (MALVEZZI, 2007, p. 10).

Talvez a indisponibilidade não seja de água, mas dos mecanismos para a distribuição mais justa, para a aquisição desse recurso tão necessário. Outro ponto que merece destaque é em relação à falta de conhecimento da população, à falta de investimento em estudos, análises e divulgação de dados relacionados à questão hídrica no semiárido. Ficando apenas o conhecimento difundido do senso comum, muitas vezes ultrapassados, que não representam mais a realidade.

Portanto, a questão da escassez de água na região semiárida do Nordeste é fruto de vários aspectos: físicos, políticos, ambientais, entre outros. Como se não bastasse todos esses problemas relacionados à água, ainda existem outros desafios ligados ao uso, à apropriação, à distribuição e à gestão dos recursos hídricos. É bem mais complexo do que se possa imaginar e engloba diversos agentes da sociedade.

> A Agência Nacional de Águas (ANA) foi criada pela Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000, constituindo-se em entidade federal, cuja função é a implementação da política nacional de recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dentre os fundamentos legais da Lei 9.433/97, ficou estabelecido que a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, procurando também garantir uma representação minimamente equitativa de estado e sociedade nos comitês de bacia Hidrográfica (ANA, s.d, s/p).

Dessa forma, a gestão adequada dos recursos hídricos é fundamental não só para garantir que mais territórios tenham acesso à água armazenada, como também uma melhor integração dos componentes sociais, ambientais com o intuito de desmistificar essa ideia persistente em tratar o semiárido a partir de uma análise improdutiva devido à indisponibilidade de água.

Conforme essa nova delimitação, o semiárido apresenta aspectos populacionais e demográficos com um significado percentual, delimitando a área física segundo interesse que os governantes têm nessa região.

> A maior parte do Semiárido situa-se no Nordeste do país e também se estende pela parte setentrional de Minas Gerais (o Norte mineiro e o vale do Jequitinhonha), ocupado cerca de 85% de sua área

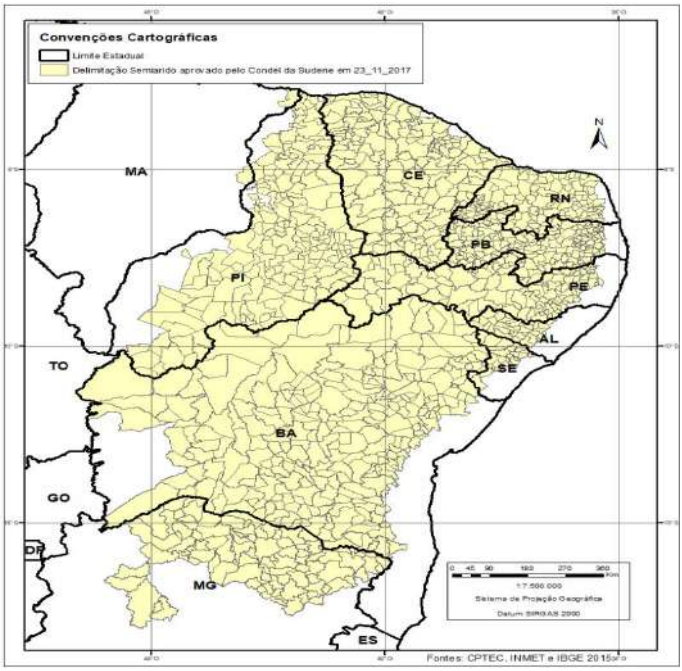
> caracterizada como Semiárida, sendo o Ceará o que possui a maior parte de seu território com esse perfil. O Maranhão passou a fazer parte do Semiárido Legal em 2017 com a inclusão de seus primeiros municípios dentro da área. 73 novos municípios nos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco e Piauí passaram a fazer parte do Semiárido Legal a partir de 2017 (ASA, 2019, p. 1)

De acordo com a ASA (2019), o Semiárido Brasileiro é composto pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, com um total de 1.262 municípios. Os critérios para delimitação do Semiárido foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da SUDENE de nº 107, de 27/07/2017 e de nº 115, de 23/11/2017.

A Figura 27, localização do Semiárido no Brasil, representa nova delimitação estabelecida pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), com base nas resoluções nº 115, de 23 de novembro de 2017, e nº 107, de 27 julho de 2017.

Para a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), o Semiárido brasileiro é um território reconhecido pela legislação como sujeito a períodos críticos de prolongadas estiagens. Isso aconteceu a partir de convenções internacionais adotadas após a Conferência Internacional das Nações Unidas para o Combate à Desertificação em Nairóbi, no Quênia, em 1977.

Figura 27 - Localização do semiárido no Brasil



Fonte: Base da dados do IBGE (2015).

Muitas soluções foram apresentadas no decorrer dos anos na tentativa de resolverem problemas relacionados a questões hídricas, voltadas apenas para interesses políticos e econômicos, que relacionavam a culpa do não desenvolvimento da região a condicionantes naturais. No entanto, não resolveram, de fato, a difícil situação enfrentada pelos moradores dessa região no tocante ao acesso à água, especificamente os nordestinos.

Porém, são vários exemplos de experiências exitosas que promovem a aproximação, o entendimento com a convivência com a realidade semiárida, bem como a problemática ambiental inserida.

> Esta, como um recurso hídrico, torna-se então um foco da política compensatória salientada por Albuquerque Júnior (1999). Ações emergenciais para "combater a seca" passam a ser constantes, marcadas pela construção de grandes obras hídricas no interior nordestino como o açude do Cedro de Quixadá, no Ceará, na década de 1880 – 1890 (DNCOS, [s.d.]) e a barragem do açude de Cocorobó, localizada em Canudos-BA, construída entre 1951 a 1967 (DNOCS, [s.d.]). (SOUZA; PAIVA, 2017, p. 5).

Indivíduos, estados, governos, organizações e movimentos sociais vêm integrando-se, em diálogo com as comunidades camponesas, para propor um novo modelo de desenvolvimento para o Nordeste, desenvolvendo tecnologias sociais de convivência com o semiárido eficientes e adequadas para que, efetivamente, a sustentabilidade na relação sociedade e natureza sejam atingidas.

Um acúmulo de esforços diversos nesse sentido vem sendo desenvolvido com base nos princípios da agroecologia para a redução da fome, o enfrentamento da seca, promovendo a permanência do homem no campo. As ações da Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), a exemplo do estado do Ceará, têm sido referência nas últimas duas décadas, no planejamento coletivo e participativo, na implantação e acompanhamento dos resultados dessas tecnologias.

Atualmente, um dos conceitos que está mais em vigor sobre tecnologia social é: "Conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam

soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida" (ITS, 2004, p. 26).

Para experimentar de fato essa convivência com o Semiárido, há a necessidade de uma mudança de mentalidade das pessoas no tocante à questão ambiental, contribuindo para a construção de um novo olhar social nas comunidades rurais para que a relação sociedade-natureza ocorra em bases mais sustentáveis, bem como a complexidade em relação ao entendimento do conceito de território, bem como seu uso e desenvolvimento.

São experiências, nos termos defendidos por Malvezzi (2007), que contribuem para gestar um novo conceito civilizatório: a convivência com a região semiárida, que se antepõe à imagem, durante décadas difundida, de uma região árida. Mais ainda, trata-se de processos que contribuem para pôr em relevo um debate que aponta caminhos contrários a "[...] um ponto de vista, ao mesmo tempo, real e ideológico, que muitas vezes serve para que se atribua à natureza problemas políticos, sociais e culturais, historicamente construídos" (MALVEZZI, 2007, p. 11). É no sentido de criar estratégias para a convivência com a região semiárida que visando dar suporte teórico para o desenvolvimento deste trabalho que o próximo tópico apresentará as ações do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).

Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) no território potiguar

O programa P1MC teve o objetivo de construir Um

Milhão de Cisternas com a capacidade 16 mil litros. Outro programa que surgiu foi o P1+2, Programa Uma Terra e Duas Águas: Construção de cisternas de 52 mil para que as famílias possam utilizar a água de chuva armazenada para consumo humano e animal, bem como cultivo de alimentos. Esse programa P1+2 objetiva também construir cisternas com 52 mil litros nas escolas, o que deu o nome do programa Cisternas nas Escolas das zonas rurais.

No entanto, o P1MC considera-se como um programa de sucesso, uma vez que ele trouxe benefícios para as famílias beneficiadas, e esse foi um programa que transitou entre governos, com a eleição do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva que deu continuidade e levantou as ações da ASA, e no governo seguinte da Presidenta Dilma Rousseff que durou até 2016.

Segundo a Articulação do Semiárido (ASA, 2019), no Rio Grande do Norte foram construídas 67.527 cisternas de placas com capacidade para 16.000 litros em cada cisterna. Servindo assim para o abastecimento de 272.806 pessoas, que passam a dispor de água em casa.

Geotecnologias

As tecnologias atuais voltadas para o estudo do espaço geográfico têm mostrado soluções eficazes para dinamizar o processo de gestão e a tomada de decisões futuras em relação à lógica de organização do espaço. Para as pesquisas em Geografia, Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto e demais tecnologias emergentes são instrumentos exitosos que permitem uma melhor interpretação

e representação dos fenômenos que se manifestam no espaço geográfico, constituindo-se em ferramentas fundamentais para fins de ordenamento territorial, análise e monitoramento ambiental (AQUINO; VALLADARES, 2013).

Os avanços operacionais no que diz respeito a ciência geográfica para a explicação e organização do espaço, deve-se ao apuro das técnicas de coleta, tratamento e análise dos dados georreferenciados. O geoprocessamento é explicado como a tecnologia computacional que integra os dados georreferenciados e transforma em informações. Neste sentido, Albuquerque (2012) coloca que "essas ferramentas são exitosas pois o desenvolvimento dessas ações objetiva melhorar e adequar as análises, tanto sociais quanto ambientais atrelado ao desenvolvimento científico na compreensão da realidade". Assim, nos últimos anos, as chamadas Geotecnologias tornaram-se imprescindíveis para o ordenamento territorial.

As técnicas computadorizadas atuam como importantes ferramentas para o conhecimento, levantamento de dados e informações sobre a área de estudo com antecedência, precisão e baixo custo. Um exemplo disso é o Sensoriamento Remoto. As imagens obtidas por meio de satélites permitem a identificação e caracterização de aspectos geoambientais e multitemporais de extensas áreas da superfície terrestre, o que permite ao pesquisador observar a evolução da paisagem ao longo dos anos. A partir do sensoriamento remoto é possível observar os impactos ambientais de origem natural ou antrópica, por exemplo (FLORENZANO, 2008).

É imprescindível o reconhecimento da necessidade do

monitoramento das tecnologias sociais de convivência com o semiárido no tocante a sua potencialidade inovadora, eficiente e colaborativa, reafirmando a ideia de que a tecnologia social deve ser reaplicada e ampliada de forma a promover o desenvolvimento do território local e minimizar as formas de exclusão social, com alternativas inversas à lógica perversa do atual modelo instalado em nossa sociedade.

Para que isso ocorra, além da intervenção do governo, órgãos do terceiro setor, e da sociedade como um todo, sugere-se a utilização de algumas técnicas utilizadas no Sistema de informações integradas, utilizado pela Geografia e por outras Ciências que possibilitam mapear as áreas beneficiadas com as Tecnologias Sociais de convivência com o semiárido, de modo que eles possam de forma segura acompanhar a distribuição dessas tecnologias, bem como viabilizar novos ambientes que proporcionem uma melhor convivência com o semiárido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a construção deste artigo, inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o Nordeste Brasileiro (AB´SÁBER, 2003; SOUZA; PAIVA, 2017), envolvendo as condições climáticas que a região está inserida, a convivência com as secas (MALVEZZI, 2007), atentando principalmente para a questão da disponibilidade hídrica, trazendo dados sobre as cisternas de placas e correlacionando as geotecnologias. No que se refere aos dados sobre as cisternas, foram utilizados dados secundários cedidos pelo órgão responsável, a Articulação do Semiárido (ASA).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geografia é classificada como a ciência que objetiva analisar e organizar o espaço, compreendendo os fenômenos ambientais e socioeconômicos com base em diferentes técnicas. A difusão das geotecnologias, técnicas de sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas possibilitou a disciplina mais precisão em seus estudos aplicados. O conhecimento com afinco das condições do solo e do terreno para o desenvolvimento de atividades, tornou-se indispensável nos últimos anos.

O uso das geotecnologias para o desenvolvimento de ações torna-se um aliado importante na atuação dos órgãos governamentais, das instituições públicas e privadas e da própria população com o gerenciamento dos recursos hídricos, em especial para o P1MC articulado pela ASA.

Ainda assim, é necessário colocar que as Geotecnologias não respondem as questões teóricas das pesquisas e representam apenas ferramentas técnicas para o seu desenvolvimento. Desta forma, é necessário ainda debruçar-se em uma metodologia teórico-conceitual para que os estudos possam dialogar com os resultados obtidos junto aos resultados técnicos recolhidos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; CRUZ, M. L. B. SIG-WEB Ceará em mapas interativos, novas

ferramentas na cartografia escolar. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 253-269, jan./abr. 2012.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama de Águas:** Quantidade de Água. Brasilia.: s.d. Disponível em: https://www.ana.gov.br/aguas--no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua. Acesso em: 19 ago. 2019.

ANDRADE, M. C. De. **O homem e a terra do Nordeste**. São Paulo: Cortes. 2006.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. *In*: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

ITS BRASIL. **Tecnologia Social no Brasil** - Caderno de Debate. São Paulo: ITS. 2004: 26. Disponível em: itsbrasil.org.br/conheca/publicações/cadernos. Acesso em: 15 ago. 2019.

JESUS, Vanessa M. Brito; COSTA, Adriano Costa. Tecnologia Social: Breve referencial teórico e experiências ilustrativas. *In:* **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. Instituto Pólis: São Paulo 2013. Disponível em: polis.org.br/uploads/2061/2061.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

MALVEZZI, Roberto. **Semiárido**: uma visão holística. Brasília: Confea, 2007.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 3 ed. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 2012.

SOUZA, Neucimeire Santos; PAIVA, Carla Conceição. **Água no Semiárido:** Discursos e práticas divergentes. **Com Sertões: Revista de comunicação e cultura no semiárido**. / Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. - n. 5 (jul./dez. 2017) - Juazeiro: UNEB/DCH, 2017. Disponível em: http://www.revistas.uneb.br/index.php/consertoes/index. ISSN 2357- 8963. Acesso em: 19 ago. 2019.

Doi:10.35260/87429397p.171-187.2020

QUALIDADE DA ÁGUA DE DESSALINIZADORES UTILIZADOS EM COMUNIDADES RURAIS DE SOBRAL (CE)

Francisco Bruno Monte Gomes
Marcus Vinicius Freire Andrade
Suely Torquato Ribeiro

INTRODUÇÃO

A água é um elemento básico para a garantia da vida e para o desenvolvimento humano. Assim, é um componente presente desde o início dos primeiros registros da vida humana e seu desenvolvimento. De grande forma, proporcionou influência no desenvolvimento socioeconômico, migração entre humanos, ocupação, fixação do homem, facilitando o surgimento dos primeiros aglomerados urbanos/rurais, possíveis tecnologias e até mesmo conflitos territoriais.

O semiárido nordestino brasileiro, historicamente, é afligido pela escassez de água, tanto em quantidade como em qualidade, constituindo um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população (FERREIRA *et al.*, 2015).

A existência de áreas com disponibilidades hídricas críticas, com demandas reprimidas, insatisfeitas e até mesmo tendo

sua qualidade comprometida principalmente pela salinização fez com que diferentes segmentos da sociedade civil e do poder público buscassem investidos em diversas alternativas, tais como, a construção de pequenos açudes e na perfuração de poços artesianos, sendo esta última opção de grande notoriedade e atenção especial por parte dos órgãos públicos de gestão (PALÁCIOS, 2011).

O Governo Federal, através do Ministério do Meio Ambiente, implantou em 2004 o Programa Água Doce com a instalação de mais de três mil dessalinizadores para retirada de sais das águas que serão extraídas do subsolo. Estima-se ainda que cerca de 100 mil pessoas já foram beneficiadas com a implantação dos 150 desses sistemas, localizados em nove estados brasileiros, sendo oito deles localizados na Região Nordeste e um na Região Sudeste. O programa apresenta como meta atingir 2,5 milhões de pessoas até o ano de 2019 (MMA, 2015).

O processo de osmose reversa é mais o comum para esta finalidade. Os dessalinizadores são equipados com membranas capazes de diferenciar e separar a água dos sais, das quais, são semipermeáveis e frágeis; também possuindo a capacidade de variar na sua capacidade de filtrar a água salgada (FREITAS, 2011).

Segundo a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), já foram construídos cerca de 4.500 poços em comunidades de todo o Ceará, em seus 184 municípios, já foram instalados um total de 450 dessalinizadores em 87 municípios (CEARÁ, 2011; 2012).

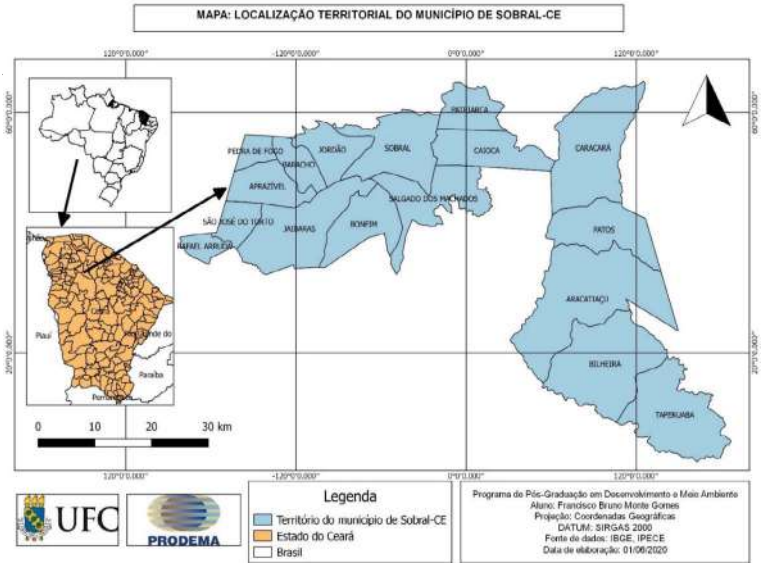
De acordo com Pinheiro e Callado (2005), grande parte dos sistemas localizados principalmente no Estado do Ceará apresenta problemas em função da deficiência no processo de manutenção das membranas e capacitação de operadores. Outra questão que deve ser pontuada está no rejeito oriundo do processo, no caso o material altamente salino com poder poluente elevado, podendo causar contaminação do lençol freático e gerar sérios impactos ambientais no solo.

Diante de tais fatos, a principal razão do lançamento de todo esse sistema logístico está na oferta de água para o consumo humano, principalmente em áreas em que o abastecimento 'regular' advindo de sistemas convencionais de distribuição está comprometido devido os longos processos de escassez e baixa nos níveis de mananciais. E quando se discute consumo o principal, fato que dever levado em consideração é a sua qualidade a fim de não causar prejuízos à saúde da comunidade usuária dos sistemas.

É importante salientar que as membranas instaladas nos dessalinizadores são suficientemente capazes para filtrar e separar sais, mas não microrganismos que têm tamanho inferior, sendo assim, se faz necessário analisar os parâmetros biológicos, como por exemplo, os coliformes de forma mais eficiente.

Portanto, o presente estudo tem como finalidade avaliar os parâmetros de qualidade da água disponibilizada por esses sistemas em localidades pertencentes ao município de Sobral-Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS



Fonte: Autores, 2020.

As localidades pesquisadas foram: Carnaúbas, Casinhas e Caracará, das quais, têm como fontes de abastecimento soluções alternativas (cisternas, reservatórios) e o próprio sistema de dessalinização construído pelo governo. Enfatiza-se que somente Caracará possui um adicional com um sistema de tratamento e abastecimento convencional gerenciado pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). As coordenadas geográficas de localização das comunidades com o ponto de análise podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Coordenadas geográficas das comunidades avaliadas na pesquisa

Carnaúbas
Latitude: 0368814
Longitude: 04004350
Elevação: 110 m
Casinhas
Latitude: 0367439
Longitude: 04008561
Elevação: 123 m
Caracará
Latitude: 0371502
Longitude: 04001796
Elevação: 112 m

Fonte: Autores, 2020.

De acordo com os últimos levantamentos do IBGE apenas Caracará tem um densidade populacional maior dos que as demais, bem como, apresenta um desenvolvimento econômico, baseado, sobretudo, na agricultura de substância e comércio local, logrando o *'status'* de unidade distrital oficial do município de Sobral, com uma estimativa populacional de 1800 habitantes, cerca de 630 domicílios com maioria dos domiciliados de mulheres (aproximadamente 930). Já em Casinhas estimam-se a marca de aprox. 650 habitantes e Carnaúbas aprox. 320 habitantes.

Os serviços de saúde são todos buscados na sede de Caracará, porém as áreas são acompanhadas por agentes locais de saúde. A cobertura de saneamento básico (falando de uma forma geral dos três locais) atinge níveis baixos: acessos à água potável estão nas soluções alternativas coletivas e individuais. Os domicílios não possuem ligação com rede coletora de

esgoto, tendo apenas a instalação de fossas secas, com registros também de liberação a céu aberto. No que diz respeito à coleta de resíduos sólidos ocorre de forma regular apenas em Caracará, onde em seguida são encaminhados para um lixão e partes dos materiais são queimados; em Casinhas e Carnaúbas não há registros, contudo, poderá ir de encontro com a realidade de muitos pequenos núcleos populacionais país a dentro: queimar, enterrar ou, simplesmente, depositar a céu aberto sem prévio tratamento.

Procedimentos técnicos

Na presente pesquisa, a metodologia foi baseada, num primeiro instante, na realização de levantamentos bibliográficos em capítulos de livros, periódicos, artigos técnicos em jornais, dissertações e teses, sempre fazendo estreita relação com temáticas centrais abordadas no estudo: semiárido, dessalinização, consumo humano, água potável, saúde pública e políticas públicas. Em seguida, os trabalhos foram divididos em outras duas etapas:

I. Monitoramento de parâmetros básicos (cor, turbidez, fluoreto, coliformes totais e *Escherichia coli*) para averiguar regularidades para consumo humano. As coletas das amostras são realizadas semanalmente, através dos técnicos da Vigilância em Saúde Ambiental do município de Sobral (CE), seguindo todos os protocolos existentes nas normas técnicas para coleta e amostragem.

II. Integração dos dados e informações. Foi necessário, como medida complementar, a utilização de gráficos, tabelas e

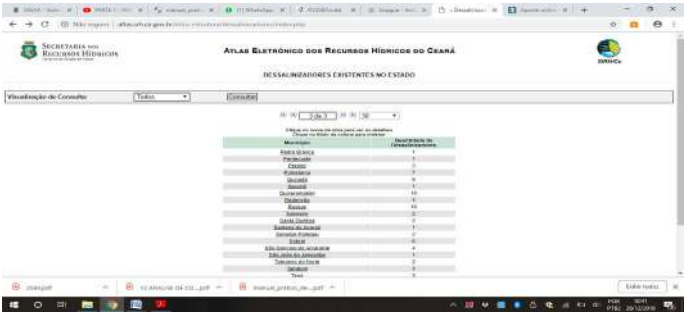
imagens para melhor visualização dos resultados e posteriores discussões. Os levantamentos foram realizados no período dos anos de 2016 a 2018.

Resultados e discussões

O departamento de Vigilância em Saúde Ambiental possui como um dos seus principais campos de atuação o de monitorar continuamente as águas distribuídas e ofertadas em toda a rede territorial do município de Sobral (CE). Faz parte da estrutura organizacional da Secretaria Municipal de Saúde. Atualmente são estabelecidos mais de 60 pontos diferentes de monitoramento/avaliação envolvendo soluções convencionais, alternativas individuais e coletivas de abastecimento de água.

De acordo com a Superintendência de Obras Hídricas do Estado do Ceará, apontado no Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos divulgado em outubro de 2010, foram instalados no território do município de Sobral 06 unidades de dessalinização, conforme mostra a na Figura 29.

Figura 29 - Numeração de dessalinizadores existentes em alguns municípios cearenses



Fonte: Sohidra, 2010.

Quando se propõe a discutir sobre qualidade de água e consumo existe uma lista muito grande de parâmetros que podem ser avaliados e assim poder delinear se uma água está ou não apropriada. Contudo, avaliar todos em sua plenitude é um fator economicamente inviável, assim, é apontado pela legislação um grupo de parâmetros que determinam essa condição. No caso deste estudo foram: cor, turbidez, coliformes totais (CT) *Escherichia coli* (EC) e fluoreto.

A cor da água é uma característica física devido à existência de substâncias dissolvidas, ou em estado coloidal, na maioria dos casos, de natureza orgânica. Pode originar-se de minerais ou vegetações naturais, ou ainda de despejos industriais das mais diversas categorias e tipificações.

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2013).

A classificação dos coliformes, segundo SILVA (1997), apresenta o grupo de coliformes totais que inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35° C. Apresenta cerca de 20 espécies, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato intestinal de humanos quanto de outros animais de sangue quente.

De acordo com a Funasa (2013), a *Escherichia coli* consiste na bactéria do grupo coliforme que fermenta os carboidratos lactose e manitol, com produção de ácido e gás a 44,5 ± 0,2° C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a ureia e apresenta atividade das enzimas ß galactosidase e ß glucoronidase, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

A concentração de flúor (fluoreto) é um parâmetro relevante para avaliação da qualidade nas águas de consumo, seja pela possibilidade de prevenção da cárie dentária, quando presente em níveis adequados, seja pelo potencial de provocar fluorose dentária, quando em níveis elevados. Estabelecer níveis de segurança para o fluoreto em águas de consumo é uma medida imprescindível de proteção à saúde humana (FRAZÃO *et al.*, 2011).

Verifica-se na Tabela 10 o quantitativo de amostras analisadas no período de 2016, 2017 e 2018 para a localidade de Carnaúbas. Observou-se que os parâmetros analisados mantiveram uma média de 05 amostras analisadas por ano, com oscilação para 04 e caindo para apenas uma em 2018 para o parâmetro fluoreto, totalizando 14 para cor, 10 para turbidez, 14 para CT-EC e 09 para o fluoreto.

Tabela 10 - Quantitativo de amostras analisadas por ano e variável (Carnaúbas)

CARNAÚBAS					
2016	COR	TURBIDEZ	CT	EC	FLÚOR
	05	05	05	05	04
2017	05	01	05	05	04
2018	04	04	04	04	01
TOTAL	14	10	14	14	09

Fonte: Autores, 2018.

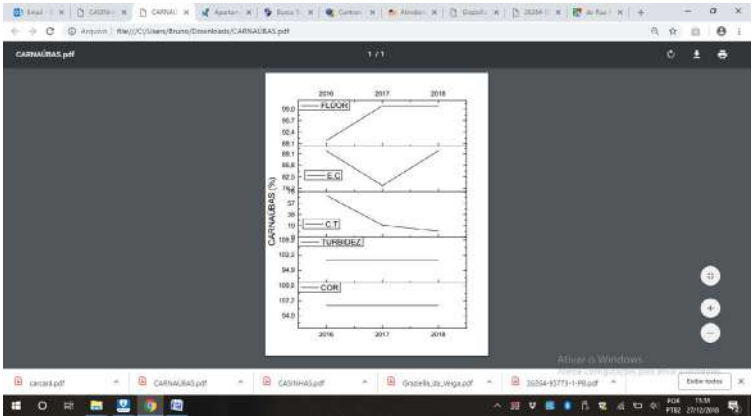
Ao ser realizado o monitoramento integral destes quantitativos, notou-se que os resultados devidamente em conformidade com o que é estabelecido pela legislação (Anexo XX da portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 03/10/2017) atingiu o limite de 100% para cor e turbidez, já os microrganismos oscilaram entre 90% de conformidades com queda 10% de CT para desconformidade no ano de 2018. Contudo, a EC elevou-se para picos de 90% de ausência, fato este, que despreocupa os órgãos de fiscalização pelo fato desta bactéria proporcionar maiores possibilidades de contaminação da comunidade usuária.

Entretanto, não é descartado que no domicílio seja realizado um pós-tratamento, tais como, filtração, fervura e utilização de hipoclorito de sódio como mecanismo de segurança para assegurar a qualidade e não promover doenças. No Gráfico 11 estão ilustrados esses principais resultados.

Na Tabela 11 são notados os valores amostrais averiguados entre 2016 a 2018 na comunidade de Casinhas. Como resultados dos totais o cenário conclusivo foi: atendimento em 100% das amostras para parâmetros de cor e turbidez (2016); os microrganismos também chegaram a margens de 90-100% com satisfação, e flúor com os mesmos cenários

de conformidade. Em 2017, somente os coliformes totais apresentaram presença para 90% das amostras analisadas. Contudo, EC revelou 90% de ausência, portanto, houve um equilíbrio.

Gráfico 11 - Quantitativo de amostras analisadas por ano-variável (Carnaúbas)



Fonte: Autores, 2018.

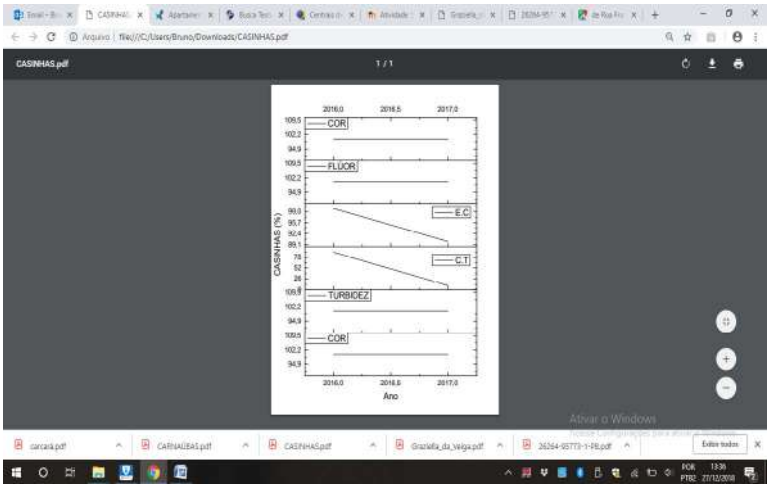
As literaturas de acompanhamento da qualidade de água relatam que, em alguns momentos, coliformes podem ser comuns em sistemas amostrais; o importante é não elevar a confirmação de EC. Cor, turbidez e fluoreto estiveram conformes em todas as amostras (100%), estiveram conformes. No Gráfico 12 está um consolidado destes principais resultados.

Tabela 11 - Quantitativo de amostras analisadas por ano e variável (Casinhas)

CASINHAS					
	COR	TURBIDEZ	CT	EC	FLÚOR
2016	05	05	05	05	05
2017	05	01	05	05	04
2018	00	00	00	00	00
TOTAL	10	06	10	10	09

Fonte: Autores, 2018.

Gráfico 12 - Quantitativo de amostras analisadas por ano e variável (Casinhas)



Fonte: Autores, 2018.

Um fato chamou atenção durante o período de desenvolvimento da pesquisa, em 2018 o sistema da comunidade foi desativado por problemas técnicos no sistema de bombas, tornando inviável a distribuição. Diante disso, não houve monitoramento durante todo o ano.

Em Caracará a unidade dessalinizadora vem como uma oferta a mais para a comunidade no que cerne o acesso à água, tendo em vista que já existe uma estação de tratamento do

SAAE, sobretudo, o território é bem maior em termos espaciais se comparado com os anteriores, já com título de distrito oficialmente reconhecido e pertencente a Sobral.

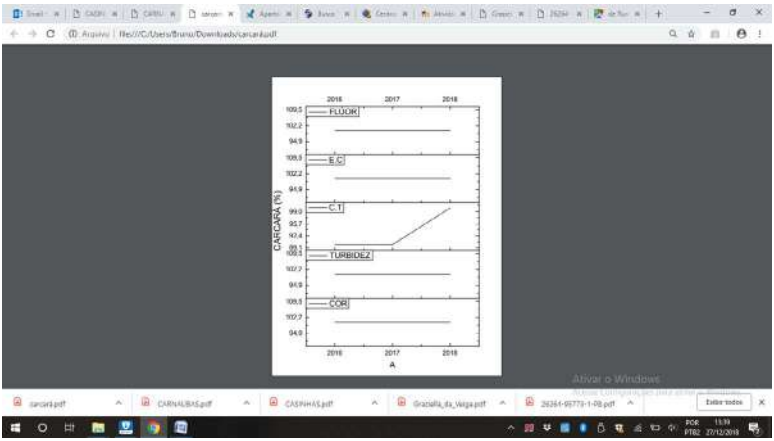
No início do monitoramento em 2016 para os parâmetros de cor, turbidez, EC e fluoreto todos estavam em conformidades com o estabelecido pela legislação em 100%, apenas CT com uma porcentagem pequena de 10% fora do exigido. Tal situação refletiu o mesmo cenário para o ano de 2017 e em 2018, todos os parâmetros mantiveram adequação em todas as amostras (100%). Na Tabela 12 tem-se os números amostrais averiguados entre 2016 a 2018 na comunidade de Caracará, no Gráfico 13 a realidade encontrada para essa pesquisa de adequação ou não está melhor relacionada.

Tabela 12 - Quantitativo de amostras analisadas por ano e variável (Caracará)

CARACARÁ					
	COR	TURBIDEZ	CT	EC	FLÚOR
2016	05	05	05	05	05
2017	05	01	05	05	05
2018	05	05	05	05	05
TOTAL	15	11	15	15	15

Fonte: Autores, 2018.

Gráfico 13 - Quantitativo de amostras analisadas por ano e variável (Caracará)



Fonte: Autores, 2018.

A comunidade busca sempre que necessário a água disponível no chamado popularmente de "poço sohidra", colocando uma quantia de R$ 1,00 cada morador tem direito a 20 litros de água. Por meio das quantias arrecadadas conseguem designar um responsável pela gestão do local, ligando, desligando e, de uma forma geral, mantendo o lugar adequado. Na figura seguinte (4) é possível notar vários recipientes de usuários que ao longo do dia vão buscar água para os diversos usos. Observou-se que os parâmetros analisados mantiveram uma média de 05 amostras analisadas por ano com oscilação para 04 e caindo para apenas uma em 2018 para o parâmetro fluoreto, totalizando 14 para Cor, 10 para turbidez, 14 para CT-EC e 09 para o Flúor.

Durante o decorrer da pesquisa nesta localidade foram ouvidos diversos relatos sobre a água distribuída pelo SAAE de Sobral, portanto, evidenciando a necessidade de buscar água na unidade. Sendo pontuadas as seguintes situações: "*falta muita*

água na minha casa"; "a água tem um gosto muito grande de cloro*"; "não confio na água do SAAE porque chega muito amarelada"; "acho essa água do poço muito boa, muito limpa"; "tem um cheio de podre a água do SAAE"* dentre outras citações.

De posse desse dado preliminar a vigilância em saúde ambiental foi questionada e ressaltou que na estação do Caracará há alguns problemas técnicos e outros de cunho estrutural. Contudo, os laudos de qualidade apontam que a água encontra-se dentro dos conformes para o consumo humano e que toda a gerência é informada periodicamente sobre a situação, assim como os órgãos de saúde local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a qualidade da água dos dessalinizadores implantados em três comunidades localizadas no interior do município de Sobral, entre os anos de 2016 a 2018, estavam, em sua grande maioria, dentro dos padrões para consumo humano, conforme determina o anexo XX da portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 03/10/2017, anteriormente conhecida como Portaria nº 2.914/2011.

O departamento de Vigilância em Saúde Ambiental monitora, por intermédio do programa institucional VIGIÁGUA do Ministério da Saúde, mensalmente, todos os pontos objetos da presente pesquisa, afirmando não somente o acompanhamento quantitativo, mas também os intuitos qualitativos, perfazendo um diálogo constante com a comunidade, sobretudo, esclarecendo sobre os principais cuidados domiciliares que devem ser seguidos.

Alguns resultados de qualidade apresentaram presença para coliformes totais e outros para a bactéria *Escherichia coli*, diante destes cenários foi possível identificar uma campanha onde o uso do hipoclorito de sódio foi indicado como uma das medidas para prevenir possíveis contaminações.

Um fator que merece ser destacado como conclusão foram os bons resultados para o parâmetro fluoreto, pois geralmente espera-se que algumas águas subterrâneas, dependendo do tipo de solo da região, podem acarretar teores acentuados de flúor e isso pode impactar a saúde das pessoas, não somente na questão dos dentes, mas também em problemas futuros nos ossos.Como propostas futuras de trabalho ficam as seguintes sugestões: diálogo direto com a comunidade para conhecer a percepção sobre esse tipo de sistema de dessalinização, discutir de forma mais clara e profícua os dilemas que um sistema como esse pode trazer, como é o caso das manutenções e também qual destinação pode ser ofertada para os subprodutos (sais) gerados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde**. Portaria de consolidação para controle e qualidade de água para consumo humano.** Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis. Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Água Doce**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/agua/agua-doce. Acesso em: 28 jul. 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde – 4 ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

CEARÁ. Superintendência de Obras Hidráulicas. **Planilha geral de dessalinizadores.** Disponível em: http://www.sohidra.ce.gov.br. Acesso em: 19 jun. 2012.

CEARÁ. Superintendência de Obras Hidráulicas. **Águas subterrâneas.** Disponível em: http://www.sohidra.ce.gov.br. Acesso em: 12 jul. 2011.

FERREIRA, D. A. C.; FERREIRA, A. K. C.; MARINHO, A. C. C. S.; CAVALCANTE, F. L.; TRAVASSOS, K. D. T.; SOUZA, A. C. M. Qualidade da Água Dessalinizada Destinada às Comunidades Rurais de Mossoró/RN. **Blucher Chemistry Proceedings.** Volume 3, Número 1, nov. 2015.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Revista Saúde Pública.** São Paulo, 2011.

FREITAS, T. D. N**. Produção de água a bordo de navios e plataformas.** Trabalho de conclusão de curso (TCC). Curso de graduação em Tecnologia em Construção Naval. Rio de Janeiro (RJ), 2011.

PALÁCIOS, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; SANTOS, J. C. N.; CHAVES, L. C. G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB, UAEA/UFCG v. 15, n. 4, p. 395–402, 2011.

PINHEIRO, J. C. V.; CALLADO, S. M. Avaliação de desempenho dos dessalinizadores no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 36, 2005.

SILVA, N. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. Valéria Christina Amstalden. São Paulo: Livraria Varela, 1997.

Doi:10.35260/87429397p.189-220.2020

AVALIAÇÃO DA GOVERNANÇA PARTICIPATIVA DESENVOLVIDA NOS MUNICÍPIOS DE PIQUET CARNEIRO E QUIXERAMOBIM NA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO PILOTO AGROPECUÁRIO MUNICIPAL DE PREPARAÇÃO E RESPOSTA ÀS SECAS DO CEARÁ

Josias Farias Neto
Francisco Horácio da Silva Frota

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa foi realizada diante da constatação no desenvolvimento do Plano Piloto Agropecuário Municipal de Preparação e Resposta as Secas do Ceará, da problemática referente a indefinição de estratégias para avaliar a efetividade das Instituições Participativas (IPs), integrantes do Modelo de Gestão Compartilhada desta experiência, abrangendo 07 municípios. Trata-se de uma temática cada vez mais relevante.

A Região Nordeste do Brasil é afetada historicamente pela seca. Na última década, os eventos de seca extrema foram observados com maior frequência também nesta região. O Ceará apresenta-se com acentuadas vulnerabilidades diante

das secas, agravadas pela pressão antrópica tanto nos aspectos climáticos, físicos e hídricos. O Estudo da FUNCEME denominado Desertificação e as Vulnerabilidades Ambientais no Estado do Ceará de 2018, ratifica essa assertiva. Resolução do Conselho Deliberativo da SUDENE de 2017 decretou que 98,7% do Território Cearense foi classificado como semiárido.

Demonstrando um cenário ainda preocupante, em relação às reservas hídricas, até junho deste 2019 (limite do recorte temporal desta pesquisa), conforme dados da FUNCEME, os 155 reservatórios monitorados no Estado pela COGERH apresentavam apenas 21,08% acumulado, enquanto nos principais mananciais responsáveis pelo abastecimento de água de Piquet Carneiro (Açude São José) e Quixeramobim (Açude Quixeramobim), respectivamente, 2,33% e 10,03%. Aliado a esses aspectos, também justificando a Pesquisa em apreço, os desafios, apesar de alguns progressos, com vistas a superação da fragmentação das Políticas Públicas, nas três esferas de governo.

Após um longo histórico no Nordeste na prática e utilização da denominação inapropriada "combate as secas", ocorreram avanços iniciados na década de 1990, a partir de discussões propostas pelos Movimentos Sociais com o pensamento da Convivência com a Seca. Este processo não ocorreu de forma participativa e permanente, uma vez que a atuação do Estado só acontecia em épocas de seca rigorosa (ASA, 2014).

Na elaboração e gestão de Políticas Públicas é necessário que exista a participação de todos os envolvidos. Este é o ponto chave da governança, por incluir o interesse dos indivíduos,

fortalecendo a democracia representativa a partir da tomada de decisão pelo diálogo, interação e negociação (WARNER, 2005; UNDP, 2007).Agravado pelas secas iniciadas no ano de 2012, através de uma inédita experiência no Brasil, foi dada a largada no Ceará, em 2014, a uma Experiência de Gestão Proativa das Secas, tendo como instrumento os Planos Pilotos Municipais. Ressalte-se que no final de 2014, para a gestão estadual do período 2015 a 2018, a Proposta de Governo Os 7 Cearás, cita em um dos seus tópicos: "...Nesse sentido, uma Gestão Proativa da Seca significa tratar as vulnerabilidades – e não os sintomas, ... Tais medidas destinam-se a aumentar a resiliência a seca" (CEARÁ, 2014).

Dentro deste contexto, a presente pesquisa avaliou a Governança Participativa desenvolvida nos Municípios de Piquet Carneiro (no decorrer de 2014 e de junho de 2015 a junho de 2019) e Quixeramobim (de julho de 2016 a junho de 2019), na Implementação do Plano Piloto Agropecuário Municipal de Preparação e Resposta às Secas do Ceará.

Considerando o que foi exposto – o cronograma da Governança Participativa (Construção Coletiva e Gestão Compartilhada) desenvolvida nos 07 (sete) municípios do Plano, os conceitos, os elementos e instrumentos de participação, a qualidade deliberativa e seus efeitos, bem como a questão da diversidade – a opção da Pesquisa, portanto, foi responder a seguinte questão central: Qual a efetividade da Governança Participativa desenvolvida nos municípios de Piquet Carneiro e Quixeramobim, na implementação do Plano Piloto Municipal de Preparação para as Secas do Ceará?

Os objetivos específicos foram: analisar a Governança Participativa dos Planos Municipais de Piquet Carneiro e Quixeramobim, incluindo-se as fases de preparação (Construção Coletiva) e implementação (Gestão Compartilhada), abrangendo os avanços, retrocessos, grupos não participantes, contextos institucionais e propostas de melhorias; examinar os efeitos da Governança Participativa nas Ações Desenvolvidas (Diferenças e Mudanças Principais) sob a influência dos planos dos dois Municípios e propostas para estes se constituírem fortemente em ferramentas de empoderamento da municipalidade no acesso aos Projetos prioritários; e investigar o funcionamento do Modelo de Gestão Compartilhada (Comitê Gestor e Câmara Técnica Estadual) dos Planos Municipais de Piquet Carneiro e Quixeramobim, no acesso aos Projetos Prioritários e Propostas correspondentes.

Para levantamento dos dados da pesquisa e análise qualitativa com base nos pressupostos teóricos metodológicos foram feitas consultas a fontes bibliográficas e documentais selecionadas, bem como das entrevistas parcialmente estruturadas, realizadas com os membros paritários dos Comitês Executivos de Gestão dos dois Municípios.

O próximo capítulo referente ao Desenvolvimento, terá início com uma síntese da Contextualização Histórica da Experiência Piloto no Ceará e a seguir, apresentação dos resultados do Tratamento Analítico das Entrevistas Consolidadas de Piquet Carneiro e Quixeramobim, à luz dos autores pesquisados das referências utilizadas.

SÍNTESE DA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA EXPERIÊNCIA PILOTO NO CEARÁ

De conformidade com dados coletados nas revisões bibliográfica e documental, este tópico será iniciado com uma sinopse da Experiência Piloto em desenvolvimento referente ao Plano de Preparação para as Secas em 07 municípios estratégicos do Ceará.

O início da Experiência se deu por meio da Prefeitura de Piquet Carneiro, em uma parceria pioneira no Ceará com vários agentes envolvidos, sob a cooperação técnica e financeira do Banco Mundial e apoio da Unidade de Gerenciamento do Projeto São José na SDA com a elaboração no ano de 2014 do Plano Piloto Agropecuário Municipal de Preparação e Resposta as Secas (2015 a 2018).Dando sequência, foi construído coletivamente em julho de 2016, com metodologia proposta por equipe do Estado intensificando-se a participação de representações de todos os agentes ligados a agricultura familiar da municipalidade, o Plano Piloto do 2º município (Quixeramobim) por meio de uma parceria com o Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), representado por dois Consultores contratados por este agente de Cooperação Técnica Internacional. Paulatinamente, deu-se continuidade com o aprendizado fortalecido nesta 2ª experiência junto a outros 05 (Campos Sales e Salitre – Território do Cariri Oeste; Sobral e Irauçuba – Meio Norte e Tauá – Sertões dos Inhamuns), sob a responsabilidade de equipe da Câmara Técnica Estadual, encerrando-se este processo de Construção Coletiva da 1ª etapa da fase piloto em abril de 2018. Esta ampliação, com base nos critérios utilizados para

os dois primeiros municípios, foi acordada com representantes do Banco Mundial através de 03 (três) vídeo conferências e referendada pelo Gabinete do Secretário da SDA. Totalizam 07 municípios da fase Piloto, os quais estão sendo acompanhados em nível estratégico por parte da citada Câmara Técnica em articulação direta com os Comitês Executivos Municipais de Gestão (paritários).

A partir do município de Quixeramobim foi replicada, adaptando-se para os demais, a metodologia de Construção Coletiva dos Planos, inclusive com o desenvolvimento de uma importante Oficina de Validação do Plano antes da sua edição, participando representações de todos os agentes envolvidos.

Essa experiência tem ocorrido a partir de uma abordagem combinando os seguintes princípios básicos: Gestão de Riscos e não de Crises; a Governança Participativa dos Planos abrangendo as fases da Construção Coletiva no processo de planejamento e elaboração, bem como a Gestão Compartilhada na implementação, reunindo representações de todos os agentes envolvidos; protagonismo das Organizações Locais dos(as) Agricultores(as) Familiares em sintonia com representações Institucionais Governamentais (Município e Estado), Movimentos Sociais e Organizações Comunitárias; visão de futuro com olhar também para o curto e médio prazos; e busca organizada e qualificada para a complementaridade das Políticas Públicas.

A seguir são citadas as principais referências utilizadas nesta Experiência Piloto: Estratégia de Preparação para as Secas e Resiliência as Mudanças Climáticas (Banco Mundial, Governo

Federal e Governo do Estado através da Câmara Técnica do CEDR – SDA referente ao Plano Piloto); Documentos dos Planos Piloto dos dois municípios; Proposta de Governo Os 7 Cearás; Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário da SDA (2012 a 2015) e Plano de Convivência com a Seca do Governo do Estado (2015 a 2018).

Tem como objetivo geral contribuir com a redução da vulnerabilidade dos (as) agricultores(as) familiares, diante das secas. O apoio técnico estratégico é desenvolvido por parte da Câmara Técnica do CEDR referente à Experiência do Plano Piloto, constituída por representantes de 16 Entidades (três esferas do Poder Público e Movimentos Sociais em nível local e Estadual). Já o apoio operacional é realizado de forma descentralizada por parte dos Comitês Executivos Municipais de Gestão junto aos integrantes das Associações Comunitárias dos(as) Agricultores(as) Familiares, responsáveis pela execução das ações na base.

Dentro do processo de Governança Participativa dos Planos, merecem destaques ações diferenciadas em desenvolvimento, tais como: Propostas de Parcerias com as Universidades Públicas, FUNCEME, EMBRAPA, EMATERCE e IFCE tendo como público os jovens rurais combinando-se as questões de gênero, geração e etnias, bem como ações diferenciadas no apoio a construção participativa de Cooperativas de Agricultores(as) Familiares agregando-se a Certificação Orgânica Agroecológica.

Ressalta-se, ultimamente, avanços em relação ao campo promissor da Gastronomia Orgânica através de medidas a fim

de serem atreladas as Feiras dos Agricultores(as) Familiares desenvolvidas nos 07 municípios do Plano. Também justifica registro, o cenário atual de escassez de recursos do Governo Federal para a Agricultura Familiar no Estado, desde meados de 2016. Adicionalmente, nos dois últimos anos o comprometimento de recursos dos Projetos São José III e Projeto Paulo Freire, cujos contratos encontram-se em fase de finalização. Por outro lado, com base em uma Avaliação conjunta realizada em 1º de fevereiro do ano de 2019, estão sendo buscadas janelas de oportunidades identificadas com a seletividade e focalização nas prioridades, bem como melhorias nos processos em andamento.

RESULTADOS DA GOVERNANÇA PARTICIPATIVA (CONSTRUÇÃO COLETIVA E GESTÃO COMPARTILHADA) DOS PLANOS DE PIQUET CARNEIRO E QUIXERAMOBIM A LUZ DOS AUTORES PESQUISADOS

Inicialmente sobre os vácuos identificados das populações de agricultores(as) familiares, nestas duas etapas dos Planos, nestes dois municípios, Boaventura de Sousa Santos coloca em seu Artigo "Crítica da Governação Liberal": o Fórum Social Mundial como Política e Legalidade Política Subalterna - "A Globalização contra hegemônica centra-se nas lutas contra a exclusão social." [...] "A globalização contra hegemônica contrapondo-se ao processo de exclusão, implica na redistribuição". [...] "A redistribuição baseia-se, simultaneamente, no princípio da igualdade e do reconhecimento da diferença".

Ainda no mesmo artigo, Santos (ano) adianta a seguinte consideração, reiterando a relevância da participação dos grupos sociais mais excluídos: "Constitui um desafio maior deste projeto de governança contra hegemônica, a questão da participação dos grupos sociais mais excluídos".

Mais uma vez ficam respaldadas as citações acima dos retrocessos mencionados neste campo nas duas fases da Governança Participativa dos Planos de Preparação para as Secas de Piquet Carneiro e Quixeramobim com a assertiva que se segue, do mesmo Artigo do Autor: "A formulação de um novo modelo de emancipação social assentado no reconhecimento da diversidade dos agentes e dos objetivos da transformação social".

Entretanto, propostas concretas dos membros dos Comitês Gestor dos dois municípios expressas nas entrevistas revelam um autoconvencimento de que tais lacunas constituíram-se numa falha em todos os níveis, passíveis, entretanto, de serem superadas com novas estratégias de Inclusão indicadas.

Dentre estas estratégias, pragmáticas e exequíveis, as Propostas de Inclusão apresentadas através das entrevistas pelos membros dos Comitês de Gestão dos dois municípios, principalmente em relação às questões comuns a ambos, com grupos ainda não incluídos na Governança Participativa dos Planos, de forma "mais direcionada", relacionados com as questões de geração, gênero e etnias.

Neste campo, um tópico inteiro dos Pressupostos Teóricos Metodológicos desta pesquisa demonstra a viabilidade da inclusão destes segmentos, especialmente no tocante a questão da geração de forma combinatória (incluindo-se gênero

e etnia), principalmente pela conclusão de que a saída dos jovens do meio rural não se deve exclusivamente ao processo de urbanização. E sim, explicada pela ausência do Estado no campo, gerando dificuldades no acesso aos serviços e Políticas Públicas, assim como notadamente obstáculos no acesso à terra e à renda.

Dentre outros já citados, também os representantes das Associações Comunitárias por Região Comunitária destes dois municípios, considerando-se a capilaridade destas, bem como atribuições na base da operacionalização das ações dos Planos. As contribuições, por exemplo, destes representantes garantindo legitimidade nas Oficinas da fase de Construção Coletiva do Plano de Quixeramobim, abrangendo todo o município com 07 (sete) Regiões Comunitárias, no âmbito das três Bacias Hidrográficas, compondo 12 (doze) Distritos, demonstra o potencial desta estratégia também na fase de Gestão Compartilhada, na implementação dos dois planos.

Mais uma vez esta confiança é obtida amparando-se em uma nova colocação a seguir de Boa Ventura de Sousa Santos, no que se refere a esse autoconvencimento e as perspectivas de superação das contradições tanto na fase da preparação do Plano como dos desafios da Gestão Compartilhada no processo de implementação com a incorporação diversidade de novos agentes, contribuindo com o processo de transformação social: "A governação neoliberal não possui o potencial capacitador da participação popular e da redistribuição social". Isso porque, acrescenta: "... a globalização contra hegemônica é impulsionada pelos movimentos sociais e organizações da sociedade civil".

Este "potencial capacitador da participação popular" preconizada na Estratégia da Governança Participativa dos dois planos é referendado no artigo "Descentralização, Participação e Desenvolvimento Rural" da seguinte forma:

> Outro ponto importante do processo participativo é o seu instrumental, o qual possibilita articular os atores sociais, no sentido de viabilizar processos de capacitação e de aprendizado coletivo, extremamente relevantes para a promoção do desenvolvimento (BANDEIRA, 1999).

Dentro da mesma ótica, considerando-se fatores que afetam a participação ou, mais especificamente, a Gestão Compartilhada dos dois Planos, tem-se a compreensão das Propostas e saídas factíveis formuladas pelos entrevistados, mesmo para situações complexas e delicadas do contexto institucional nos municípios de Piquet Carneiro e Quixeramobim, principalmente neste último, através do ponto a seguir, enfatizado neste mesmo documento: "A participação está intimamente relacionada com a gestão democrática, que se organiza através do reconhecimento da capacidade comunitária de formular estratégias e programar ações para enfrentar problemas distintos" (DEMO, 1998).

Fica mais transparente ainda a situação do Contexto Institucional analisada e exposta anteriormente nos dois municípios com a seguinte assertiva extraída do mesmo Documento sobre Descentralização, Participação e Desenvolvimento Rural:

> Os programas participativos, normalmente são entremeados de conflitos, acordos e consensos, geralmente problematizados em momentos anteriores, envolvendo em primeira instância agentes políticos e sociais mais relevantes e/ou influentes (STEIN, 2007).

O livro do IPEA, Efetividade das Instituições Participativas no Brasil: Estratégias de Avaliação, utilizado nos Pressupostos Teóricos Metodológicos desta Pesquisa, deixa claro subsídios para os contextos a serem trabalhados, diante das peculiaridades de cada realidade. Classifica como um ambiente institucional imerso no dinamismo do contexto multissetorial, convivendo com a cultura de ações fragmentadas.

Diante do caráter multidimensional e plural dos dois planos é natural, conforme abordado anteriormente, a convivência com conflitos, acordos e consensos. Estes, apesar da complexidade podem ser pactuados em prol do bem comum, na base do diálogo franco e aberto, como foi dito nas entrevistas de Quixeramobim, pautados pela ética, embora de forma respeitosa, para se avançar, tendo-se o Plano como referência maior. Portanto, um novo modelo em contraponto com a cultura vigente setorial e individualista predominante, mas possível de transformação, conforme mais uma vez palavras de Boa Ventura de Sousa Santos no Artigo já citado (Crítica da Governação Liberal): "A participação efetiva confunde-se com a luta por trocas iguais e iguais relação de autoridade".

RESULTADOS DOS EFEITOS DAS AÇÕES DESENVOLVIDAS SOB A INFLUÊNCIA DOS PLANOS DE PIQUET CARNEIRO E QUIXERAMOBIM NA VISÃO DOS AUTORES PESQUISADOS

Em relação ao município de Piquet Carneiro justificam-se efeitos mais significativos sob a influência do Plano correspondente, conforme citado anteriormente, não apenas em relação ao maior tempo de horizonte temporal com a experiência em desenvolvimento (01 ano destinado a formulação do Plano e 04 anos do processo de Gestão Compartilhada na implementação).

Neste sentido, no que concerne às diferenças, os 04 (quatro) depoimentos seguintes deste município sintetizados das entrevistas consolidadas, reforçam esta constatação: i) Percepção de diferença mesmo com o desaquecimento da comunicação; ii) Melhoria na visão do Planejamento; iii) "A população é empoderada dos seus direitos ..."; e iv) "Envolvendo a juventude e Projetos conseguidos...". Dentro da mesma ótica, depoimentos resumidos em relação as maiores mudanças: a. Início de trabalho conjunto entre representantes das Instituições e Movimentos Sociais; b. Mudança de mentalidade em relação as secas; c. Fortalecimento da autoestima e credibilidade da municipalidade e d. Melhoria no Acesso as Políticas Públicas.Quixeramobim por sua vez, abrangendo as fases complementares de Construção Coletiva e Gestão Compartilhada na implementação, alcança 03 (três) anos. Também à luz de justificativas anteriores, menores influências

do cenário econômico macro do país quanto aos recursos federais para a Agricultura Familiar. Além disto, o pico da experiência coincidindo com o início de parceiro natural (Projeto São José III), bem como o contexto institucional da municipalidade mais favorável. Ressalte-se neste aspecto que o Secretário Municipal de Agricultura Familiar após processo eleitoral assumiu a Chefia do Executivo Municipal a partir de 2015. Este participou de todo o processo de Construção Coletiva do Plano no decorrer de 2014, juntamente com o então Prefeito com formação técnica na área de Extensão Rural e também ex-Secretário Municipal de Agricultura por duas vezes.

Desta forma, a continuidade do processo foi facilitada. Em Quixeramobim, apesar da alternância de poder em nível municipal, houve uma transição tranquila com o Comitê Municipal repassando o Plano no início da Gestão. Também verificou-se que os novos membros do Comitê Gestor e Conselho Gestor indicados pela nova gestão, foram considerados com perfil adequados. Entretanto, ao longo do tempo e no momento das entrevistas, foram colocadas preocupações que levaram a constatação da fragilidade do comando nestes dois Colegiados por parte da Administração Municipal. Isto apesar, como já foi salientado, das condições de superação, diante da disposição dos representantes dos Movimentos Sociais ao diálogo e possibilidades de reciprocidade. Para facilitar esse entendimento, a Coordenadoria da Câmara Técnica Estadual tem amplas condições de intermediar este diálogo.

Assim, em Quixeramobim, constatou-se visões diferenciadas dos 04 (quatro entrevistados do Comitê Gestor Executivo deste município em relação a Piquet Carneiro, que se posicionaram colocando de forma mais moderada, os seguintes efeitos: i. Melhoria na articulação interinstitucional; ii. "De qualquer forma, preparamos o Plano; iii. Os Movimentos Sociais têm interesse em dialogar para retomar; e iv) "A busca das prioridades".

No âmbito deste contexto, é extremamente oportuno, reiterar citações constantes no material bibliográfico pesquisado, a fim de serem pavimentados os caminhos para fortalecimento dos efeitos dos dois Planos. Isto, independentemente das peculiaridades dos contextos institucionais vigentes nos dois municípios, embora passíveis de superação, tendo os Planos como referência, conforme já enfatizado.

Dentro da mesma linha de citações anteriores de autores, que ressaltaram por exemplo, "o potencial capacitador da participação popular", o "aprendizado coletivo" e o reconhecimento de que "os programas participativos, normalmente são entremeados de conflitos, acordos e consensos...", adicionalmente são oportunas outras assertivas complementares, corroborando os resultados da pesquisa citados neste item.

Considerando-se o declínio da Gestão Compartilhada após dois anos de intensa mobilização do Plano em Quixeramobim repercutindo nos efeitos, são pertinentes citações de Boef; Pinheiro (2007), no Artigo Desenvolvimento Rural Sustentável, Planejamento e Participação, classificando vários tipos de participação, conforme os seguintes tipos:

Passiva, Transferência de Informação, Funcional, Interativa e Automobilização. Foi dado um destaque sobre como a participação interativa ou a automobilização podem se transformar efetivamente emancipatória e um exercício de cidadania. O texto cita que aprofundando a questão, Demo (2001) apresenta a resposta, declarando que "participação é uma conquista". Adianta que ele entende que o espaço de participação precisa ser conquistado e que todos os processos participativos efetivos tendem a ser lentos. Assim, tira do conceito de participação o tom vago, para demonstrar que é um processo.

Desta forma, a participação é em essência autopromoção e existe como conquista processual. A citação que se segue, complementa a compreensão desta abordagem: "A participação, nunca está completa e quando se entende que a participação está completa, então ela começa a regredir" (DEMO, 2001). Adianta Demo (2001), que a participação não pode ser entendida como dádiva, como uma permissão ou algo já preexistente. Arremata: "Organizar-se para conquistar seu espaço, para gerir seu próprio destino, para ter vez e voz é o fundamento da participação (DEMO, 2001).

Por sua vez, tendo-se por base os Pressupostos Teóricos Metodológicos do Capítulo 1 deste Trabalho, extraídos do Livro Efetividade das Instituições participativas no Brasil do Ipea, coloca-se que diante da multidimensionalidade de resultados e efeitos passíveis de correlação à ação e presença das Instituições Participativas, dois caminhos são propostos: 1º - tomar a participação não como um valor em si, mas sim como meio (ferramenta) para alcance dos resultados.; 2º - utilizar uma

estratégia de focalização e especificação dos resultados prováveis mais imediatos das Instituições Participativas. Trazendo para a Experiência dos dois municípios e replicada para os 05 (cinco) posteriores, estes dois caminhos apontam que a estratégia da priorização anual das ações do Plano com base nos Projetos da Agricultura Familiar com recursos disponíveis, sugerem que esta estratégia está na trilha correta. Ressalte-se também que por ocasião das entrevistas em Quixeramobim, uma das Proposições apresentadas, foi no sentido da estratégia da Gestão Compartilhada na implementação do Plano, ser direcionada inicialmente para um 1º Projeto Estruturante Prioritário.

RESULTADOS DO MODELO DE GESTÃO COMPARTILHADA DOS DOIS PLANOS E ACESSO AOS PROJETOS PRIORITÁRIOS A LUZ DOS AUTORES PESQUISADOS

De conformidade com os Pressupostos Teóricos Metodológicos na questão do desenho institucional deliberativo participativo, a sociedade civil é entendida como resultado da própria efetividade das IPs. A seguir, citação reforçando essa afirmativa: "Já no caso do meu próprio trabalho, a sociedade civil se torna pré-condição para um desenho deliberativo exitoso (AVRITZER, 2003; 2009). Estas duas concepções têm em comum a ideia de ser imprescindível a participação da sociedade civil no desenho institucional, a fim de permitir avaliar em que medida algumas IPs são mais fortemente deliberativas de que outras.

De forma complementar ainda tendo-se como fonte o Livro sobre a Efetividade das Instituições Participativas do IPEA, justifica-se a citação das indicações das autoras Claudia Feres Faria e Uriella Coelho Ribeiro (2011), referente a outro conjunto relevante de variáveis para a compreensão da qualidade do processo deliberativo, representadas pelo desenho institucional. O objetivo das autoras consiste em mostrar como as regras e os procedimentos que governam o processo participativo podem moldar e determinar as dinâmicas deliberativas e representativas, bem como o funcionamento das IPs. Este aspecto traz uma reflexão sobre a necessidade dos Regimentos Internos, ainda em fase embrionária, no âmbito do Modelo de Gestão Compartilhada do Plano Piloto, tanto em nível municipal (Piquet Carneiro e Quixeramobim) como na Câmara Técnica Estadual.

Dentro desta ótica, avaliar a institucionalização deste instrumento junto com outros, tipo Decreto Municipal, a exemplo do que se verificou com o Conselho Gestor e Comitê Gestor de Quixeramobim. Com relação a este aspecto, no mesmo livro, a autora Soraya Vargas Cortes (2011) chama a atenção sobre a importância do grau de institucionalização de cada instância do desenho institucional, devendo para tanto ser construído adequadamente. Nesse sentido, também a preparação das Atas Executivas, que tanto têm contribuído com o desenvolvimento e memória da Câmara Técnica.

Fazendo um paralelo das considerações acima dos autores em relação aos resultados citados, tendo-se como referências as opiniões dos entrevistados de Piquet Carneiro e

Quixeramobim, verifica-se que a sociedade civil vem tendo um papel importante nos dois Planos, embora de maneira diferenciada. Ficou patente uma maior motivação nos membros do Comitê Gestor Executivo de Piquet Carneiro com a ressalva do contexto institucional referente a questão da necessidade de melhoria da comunicação a partir de 2017.

Refletiu-se, assim, numa avaliação favorável do funcionamento do Modelo de Gestão abrangendo Comitê Gestor Municipal e a Câmara Técnica Estadual. Quanto a Quixeramobim, onde se constatou uma fase de declínio em relação à intensidade da Gestão Compartilhada do Plano após os primeiros dois anos, da mesma forma em relação à diversidade na avaliação do Modelo de Gestão por parte dos seus membros.

No caso de Piquet Carneiro foi constatado que as reuniões mensais vêm se restringindo ao Comitê Gestor Executivo, havendo um reconhecimento da necessária retomada do Conselho Gestor, avançando numa maior inclusão e representatividade. Neste sentido, ampliar com reuniões trimestrais com a participação mais abrangente da Sociedade Civil (alunos e professores do meio rural, representantes das Associações Comunitárias de cada um dos 04 Distritos e das Igrejas), conferindo maior legitimidade às deliberações. Acrescente-se um Grupo Tradicional de Pescadores Artesanais existente no município, que migrou em grande parte, devido volume d'água insuficiente do Açude São José.

Quanto a Quixeramobim, em que pese a reconhecida capacidade de mobilização dos Movimentos Sociais e das

Instituições Públicas, a necessidade de retomada urgente com intermediação de representação da Câmara Técnica, com vistas a superação do declínio do Plano a partir de meados do ano passado (2018). Em que pese outras colocações favoráveis já citadas neste tópico em relação ao Modelo de Gestão do Plano deste município, chama atenção um resultado, de que dois dos quatro entrevistados optaram pela alternativa, segundo a qual o Modelo de Gestão abrangendo o Comitê Municipal e a Câmara Técnica Estadual está funcionando com dificuldades (maio de 2019).

A exemplo de Piquet Carneiro, além da questão já relatada do contexto vigente, também neste município foi constatado que grupos importantes da Sociedade Civil continuam necessitando de um direcionamento mais forte para participarem ativamente da fase implementação do Plano, tais como: jovens, mulheres e comunidades tradicionais (Quilombolas, Pescadores Artesanais e Povos de Terreiro). Também Organizações Não Governamentais, Órgãos Municipais (Secretarias Municipais de Educação e Saúde, mais o SAAE) e a COGERH do Governo do Estado.

Surgiu também a Proposta da retomada das reuniões mensais ampliadas do Conselho Gestor, comprovando a constatação nos dois municípios através das entrevistas, da necessidade de serem intensificadas as questões da inclusão e representatividade, refletindo-se na melhoria da qualidade do processo deliberativo, através da ampliação dos atores, novas estratégias propostas com o consequente aperfeiçoamento do desenho institucional, em nível municipal.

Dentro do contexto deste item, corroborando resultados apresentados neste tópico, ciente dos desafios, Alexander Cambraia N. Vaz (2011) também no Livro citado do IPEA, chama a atenção para três grandes dimensões que têm ocupado o debate na atualidade: i) a questão do desenho institucional; ii) a questão da efetividade deliberativa; e iii) a questão da representação política das Instituições Participativas. Representam aspectos relevantes na avaliação da efetividade das Instituições Participativas de Piquet Carneiro e Quixeramobim, avançando não só para a representatividade como assinala o terceiro item como para a legitimidade.

Entretanto, em função das realidades diferenciadas como já citadas nos contextos institucionais dos dois municípios, este fator deve ser levado em consideração na avaliação da efetividade dos respectivos Comitês Municipais. Trazendo este elemento para os dois contextos institucionais já relatados de Piquet Carneiro e Quixeramobim, com este último apresentando maior complexidade, foram apresentadas em ambas as situações, Propostas factíveis de superação por parte dos representantes dos Movimentos Sociais, buscando-se oportunidades para um diálogo franco, aberto e respeitoso entre as partes envolvidas.

No caso de Piquet Carneiro, dentro do mesmo espírito, levando propostas nesta direção são reforçadas, de acordo com citação ainda da mesma fonte, de Fábio de Sá e Silva (2011), assinalando que, "dentro destes ambientes a compreensão da suas oportunidades e constrangimentos, é crucial para a identificação da possível capacidade de Instituições Participativas influírem sobre as Políticas Públicas."

Tendo-se como referência os contextos institucionais citados nos dois municípios, principalmente em Quixeramobim, constatou-se a necessidade de representação da Câmara Técnica preparar uma Proposta para apresentação dos pontos chave deste trabalho inicialmente para os membros dos dois Comitês de Gestão, estendendo-se também num segundo momento para a Câmara Técnica Estadual. Além de se constituir numa oportunidade de retorno dos resultados da Pesquisa, contribuir para a recondução dos trabalhos de forma sistematizada e compartilhada. Isto através de uma metodologia participativa de Avaliação, procedendo-se, inclusive um balanço sobre a questão do acesso as prioridades do Plano. Abrir então para uma discussão focando na construção de uma Programação continuada a ser desenvolvida em Piquet Carneiro e Quixeramobim com protagonismo da municipalidade, por meio de Comissão Plural e acompanhamento da Câmara Técnica. Terá por objetivo, o fortalecimento do Modelo de Gestão dos dois Planos em nível municipal.

No mesmo evento, dando continuidade à agenda, será realizada numa 2ª fase, um Planejamento Participativo para uma Estratégia de Avaliação e um Cronograma de Compromissos. Dentre estes, a Proposta de um evento similar aos desenvolvidos nos dois municípios, abrangendo todos os membros da Câmara Técnica, ampliando-se a representatividade, condizente com os Pressupostos Teórico Metodológicos, principalmente em relação as questões de geração, gênero e etnias, bem como ONGs que trabalham com a questão do Semiárido no Estado.

Ademais, avaliar o desempenho e assiduidade das representações atuais, tanto das Instituições Públicas como dos Movimentos Sociais e dos Comitês Executivos dos 07 municípios do Plano Piloto. Nesta direção, passar este Colegiado a ser no mínimo paritário. Outro desdobramento da Pesquisa será reproduzir as entrevistas para os membros dos Comitês Gestor dos 05 municípios complementares da Experiência Piloto.

Desta forma, fortalecendo o Modelo de Gestão Compartilhada do Plano Piloto para o Ceará, a partir das lições da Pesquisa e consequentemente avançando nas cinco grandes dimensões, que balizaram a Pesquisa com foco na Governança Participativa: inclusão e representatividade, desenho institucional, deliberação participativa, contextos institucionais, atores e estratégias. Somente a partir deste estágio, ser construída uma nova Estratégia de Ampliação da Experiência para outros municípios com abordagem Territorial.

Com relação aos resultados das entrevistas sobre a avaliação da Experiência do Plano nos dois municípios em relação ao acesso aos Projetos prioritários, serão utilizadas novamente visões dos autores dos Pressupostos Teóricos Metodológicos. Inicialmente, duas questões são apresentadas: a primeira delas é que "é mais importante no debate democrático, o problema da qualidade do processo deliberativo do que os resultados de um processo agregativo" (COHEN, 1997). Em segundo lugar, acrescenta que os membros de uma associação democrática "[...] preferem instituições nas quais a conexão entre democracia e seus resultados são mais evidentes [...]" (COHEN, 1997, p. 73).

Wampler (2011), também oriundo da mesma fonte bibliográfica, faz um contraponto, apesar de reconhecer sobre o grau de incentivo que as IPs são capazes de gerar para o engajamento de atores políticos e cidadãos, alertando que não se deve esperar, sob qualquer circunstância, que o funcionamento de Instituições Participativas gera impactos dramáticos ou imediatos. Condizente com o Artigo Desenvolvimento Rural Sustentável nos Pressupostos Teóricos Metodológicos, Demo acrescenta que a análise do contexto e atuação dessas instituições revela que sua inserção se dá em processos de caráter incremental. Assim, os resultados e os impactos são construídos gradualmente ao longo do tempo, através de contribuições marginais para o aperfeiçoamento da gestão e das políticas públicas. Conclui que devemos esperar de Instituições Participativas resultados condizentes com o próprio tipo de contexto nos quais estas estão inseridas e operam.

A última citação do parágrafo anterior deixa claro sobre a importância dos contextos em relação aos resultados. Como já foi relatado, é compreensível que o Comitê Gestor de Piquet Carneiro em relação ao acesso aos Projetos Prioritários tenha tido avanços mais significativos, tanto em relação ao contexto, apesar da ressalva da recaída da comunicação como ao maior horizonte temporal do Plano, que permitiu impactos maiores no início da implementação, num cenário econômico mais favorável.

De acordo com as citações acima dos autores, é notório que este avanço inicial no acesso aos Projetos prioritários, elevou a autoestima dos representantes da municipalidade e

gerou motivação com vistas a ampliação de parcerias, mesmo com a entrada de um cenário macroeconômico mais adverso, na busca por recursos alternativos.

Além da SDA, ampliou parcerias com acesso aos Projetos Prioritários com a FUNCEME, FUNASA, SRH, SOHIDRA, COGERH e adicionalmente com o Governo Federal através da FUNASA e Emendas Parlamentares. Revela que este processo gerou um Empoderamento na representação plural da municipalidade, demonstrado nos resultados favoráveis consolidados das entrevistas em relação à avaliação sobre a Experiência do Plano, no que concerne ao acesso aos Projetos prioritários. Apesar de citados dentre 03 blocos de respostas favoráveis a este aspecto, vale a pena reiterar que no primeiro houve unanimidade dos 06 entrevistados de Piquet Carneiro em relação a opção 3.6 que se segue: A Experiência do Plano contribui com o processo de Empoderamento da municipalidade gerando maiores possibilidades de rapidez e qualidade no acesso aos Projetos prioritários.

No tocante ao Comitê Gestor de Quixeramobim, conforme foi detalhado anteriormente, além do contexto diferenciado, embora passível de superação, susceptibilidade maior ao cenário macroeconômico, devido horizonte temporal do Projeto. Em que pese um elevado Capital Social dos Movimentos Sociais e das Instituições Públicas (municipais e estaduais) sofreu um declínio a partir de meados do ano passado (2018), após uma fase de dois anos da Gestão Compartilhada do Plano de intensa mobilização e expectativas favoráveis.

Constatou-se por ocasião das entrevistas (maio deste 2019), que não estão ocorrendo, como nos primeiros dois anos da implementação, reuniões conjuntas abrangendo os Comitê Gestor e Conselho Gestor. Nem o próprio Comitê Gestor, que restringe sua participação as reuniões da Câmara Técnica Estadual em Fortaleza.

Por essa razão também em relação à enquete sobre o acesso aos Projetos prioritários, apesar de avaliações favoráveis em relação à melhoria na integração entre as Instituições Públicas e os Movimentos Sociais, contribuições do Plano com o processo de Empoderamento da municipalidade, dois dos quatro entrevistados optaram pela alternativa avaliativa 3.4, a qual expressa que o Plano não tem contribuído com a rapidez nem com a melhoria da qualidade dos Projetos. Isso, apesar de também ter sido verificado uma escolha mais moderada em relação a opção 3.3, correspondente à lentidão, mas melhorias na qualidade dos Projetos.

Registre-se, entretanto, que dois dos quatro entrevistados, demonstrando esperança na retomada com propostas consistentes formuladas pelos próprios integrantes do Comitê Gestor, escolheram a alternativa 3.6 (contribui com o processo de Empoderamento da municipalidade em relação ao Plano, gerando maiores possibilidades para rapidez no acesso e melhoria na qualidade dos Projetos prioritários).

Neste sentido, tendo em vista esta realidade diferenciada em Quixeramobim é necessário recorrer aos autores já citados, tanto sobre a forte motivação gerada com os resultados obtidos, mas também sobre o alerta de Brian Wampler (2011), sem

desconhecer a importância da materialização das ações, de que "não se deve esperar, sob qualquer circunstância, que o funcionamento de Instituições Participativas gera impactos dramáticos ou imediatos."

Concluindo este tópico, é feito um resgate de uma citação já detalhada do autor Boa Ventura de Sousa Santos no seu Artigo sobre Crítica a Governação Neoliberal (ano) sobre o "potencial capacitador da participação popular". Também se aliando às propostas exequíveis já relatadas de fortalecimento do processo de Gestão Compartilhada dos Planos de Piquet Carneiro e Quixeramobim, formuladas pelos membros dos dois Comitês Executivos por ocasião das entrevistas.

Estas proposições contemplam as questões da representatividade, desenho institucional, deliberação participativa, ambiente institucional, e oxigenação com novos atores e estratégias.

Diante disto, é possível dentro da governabilidade dos Planos Municipais de Piquet Carneiro e Quixeramobim, mesmo numa conjuntura adversa em relação ao cenário macroeconômico, a utilização de estratégias propostas nas entrevistas e reforçadas pelos autores pesquisados, como por exemplo: visão do Plano como ferramenta de captação de recursos, necessidade de focalização diante da multidimensionalidade em contraponto as práticas convencionais fragmentadas e busca de fontes alternativas de recursos. Assim, aprimorar com rapidez e qualidade o acesso aos Projetos priorizados coletivamente. Acreditar, pois, que este estágio é possível, como uma consequência, embora passível como tudo na vida, de altos e

baixos, tal qual o rigor a curva do arco seno cosseno. E para subsídios de pelo menos uma estabilidade na sustentabilidade deste processo é possível. Vale a pena reiterar a frase de uma dos autores citados dentre outros no 1º parágrafo: "é mais importante no debate democrático, o problema da qualidade do processo deliberativo do que os resultados de um processo agregativo" (COHEN, 1997).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados nos dois municípios referentes ao primeiro agrupamento quanto à primeira fase da Governança Participativa, no processo de elaboração dos Planos, tiveram avanços históricos quanto à participação dos principais segmentos ligados Agricultura Familiar, reunindo representantes das Comunidades Rurais, Instituições Públicas e Movimentos Sociais. Em que pese este processo ter sido intensificado e ampliado em Quixeramobim congregando representações do município como um todo, bem como fechamento do Plano com as Oficinas conclusivas de Consolidação e posteriormente a de Validação, nas duas situações ocorreram lacunas em relação a participação. Isso porque foi constatada uma falta de direcionamento para os jovens, mulheres e Grupos Tradicionais, de forma combinatória, contemplando as questões de geração, gênero e etnias. Fato este, reiterado na fase seguinte de Gestão Compartilhada, na implementação dos dois Planos. Nesta etapa, também foi identificada a ausência dos representantes das Regiões Comunitárias ou Distritos, visto que em Piquet Carneiro as reuniões têm sido

restritas ao Comitê Gestor. No caso de Quixeramobim, reitere-se que as Reuniões conjuntas Comitê Gestor e Conselho Gestor ocorreram mensalmente nos dois primeiros anos da implementação do Plano, e suspensas a partir de junho de 2018. Constatou-se ainda na análise, dentro das cinco grandes dimensões dos Modelos Prévios das Avaliações, influências do contexto institucional nos dois municípios, embora ultimamente mais forte em Quixeramobim. O lado positivo é que tanto em referência aos grupos identificados na qualidade de não participantes do processo como em relação às duas situações de ambiência institucional, foram formuladas pelos entrevistados, Propostas consistentes e maduras no sentido destas serem enfrentadas conjuntamente através de iniciativas dos respectivos representantes dos Movimentos Sociais, na base do diálogo construtivo.

Quanto aos Resultados das Ações Desenvolvidas sob a Influência dos dois Planos e acesso aos Projetos prioritários, conforme detalhamento anterior foram justificados efeitos mais significativos em Piquet Carneiro, principalmente devido tempo maior de maturação, menor influência do cenário macroeconômico adverso e reflexo em menor escala do contexto institucional. Em ambos os Planos, considerando a otimismo dos entrevistados de Piquet Carneiro e em que pesem preocupações dos representantes dos entrevistados do Comitê Gestor Municipal (paritário) de Quixeramobim quanto ao declínio da Gestão Compartilhada nesse município a partir de junho de 2018, foram citadas importantes mudanças após o desencadeamento das Experiências, principalmente

em relação ao fortalecimento da integração entre as Instituições Públicas e os Movimentos Sociais. Em relação a esta 2ª linha de atuação, de forma análoga a primeira, foram apresentadas Propostas práticas e robustas, no sentido dos Planos se constituírem fortemente em ferramentas para empoderamento da municipalidade, no acesso aos Projetos prioritários, assim como contribuições das Secretarias Estaduais neste processo. Assim, atenção especial foi dada a necessidade de focalização com precisão nas estratégias de ação, seletividade nas Políticas com disponibilidade de recursos, aperfeiçoamentos coletivos nos aspectos gerenciais e de mobilização processual. Avançar, pois, essencialmente de forma significativa, no estágio da qualidade deliberativa e da representatividade para a legitimidade com ampla participação da base. Isto tanto em nível do Comitê Gestor como em relação à Câmara Técnica Estadual.

Em relação à 3ª vertente das entrevistas sobre Resultados das Avaliações do Funcionamento Modelo de Gestão Compartilhada (Comitê Gestor e Câmara Técnica Estadual) foram contempladas no processo analítico, seguindo os Pressupostos Metodológicos, todas as cinco grandes dimensões que se seguem: i) Inclusão e Representatividade; ii) Desenho Institucional; iii) Deliberação Participativa; iv) Contextos e v) Atores envolvidos e estratégias. Nesta 3ª frente foi dada uma atenção especial aos resultados das Propostas de ampliação do Desenho Institucional, tanto em nível municipal como no âmbito da Câmara Técnica Estadual, com vistas à evolução da qualidade da participação, saindo do estágio da representatividade para a legitimidade e consequentemente fortalecer

o protagonismo das municipalidades no acesso com rapidez e qualidade aos Projetos prioritários, mesmo num cenário macroeconômico adverso para a Agricultura Familiar.

Portanto, com os resultados do tratamento analítico das três vertentes acima, a pesquisa realizada conseguiu desvendar a questão central proposta e obteve respostas adequadas, atingindo os objetivos, tanto o geral como os específicos.

REFERÊNCIAS

AVRITZER, L. O orçamento Participativo e a teoria democrática: um balanço crítico. *In:* AVRITZER, L.; NAVARRO, Z. **A inovação democrática no Brasil.** São Paulo: [s.n], 2003.

AVRITZER, L. **Participatory institutions in democratic Brazil**. [S.l]: Johns Hopkins University Press, 2009.

CEARÁ. **Os 7 Cearás**: Síntese do processo de planejamento participativo para elaboração do plano de governo. Fortaleza, 2014a. Disponível em: http://ptceara.org.br/images/conteudo/file/1_PlanodeGovernoCE2014.pdf. Acesso em: 10 nov. 2016.

COHEN, J. Procedure and substance in deliberative democracy. *In*: DANS, M. J. B.; REHG, W. **Deliberative democracy**. Cambridge: MIT Press, 1997.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1985.

DEMO, Pedro. **Participação é conquista.** 6 ed. Niterói: Cortez, 2001.

FARIA, C. F.; RIBEIRO, U. C. Desenho institucional: variáveis relevantes e seus efeitos sobre o processo participativo. *In*: PIRES, R. R. C. (Org.). **Efetividade das instituições participativas no Brasil:** estratégias de avaliação. Brasília: IPEA, 2011. cap. 8, p. 125-135.

PREFEITURA DE PIQUET CARNEIRO. **Plano de Preparação de Seca.** Monica Alves Amorim; Isis Amorim de Oliveira. Edição para a Agricultura Familiar. Piquet Carneiro: Instituto Agropolos, 2015.

PREFEITURA DE QUIXERAMOBIM. **Plano Agropecuário Municipal de Preparação e Resposta às Secas de Quixeramobim (2016-2020).** Quixeramobim: Secretaria do Desenvolvimento Agrário, 2016.

SILVA, F. S. "De cada um conforme suas capacidades": participação, ambientes institucionais e capacidade de incidência em políticas públicas. *In*: PIRES, R. R. C. (Org.). **Efetividade das instituições participativas no Brasil:** estratégias de avaliação. Brasília: IPEA, 2011. cap. 13, p. 187-196.

UNDP, CIDA, OAS. **Democratic Dialogue**: a Handbook for practitioners. [S.l;s.n], 2007. Disponível em: http://www.democraticdialoguenetwork.org/news/view.pl?news_ id=15. Acesso em: 15 nov. 2016.

WARNER, Jeroen. Multi-stakeholder platforms: integrating society in water resource management? **Ambient. soc.**, v. 8, n. 2, p. 4-28, 2005.

WAMPLER, B. Que tipos de resultados devemos esperar das instituições participativas? *In*: PIRES, R. R. C. **Efetividade das instituições participativas no Brasil:** estratégias de avaliação. Brasília: IPEA, 2011. cap. 2, p.

Doi:10.35260/87429397p.221-247.2020

RESILIÊNCIA NATURAL ATUAL A SECAS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACAREÍ (CE-PI)

Francílio de Amorim dos Santos

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro constitui uma área de notáveis diferenças fisiográficas. Dentre essas as condições climáticas de sua região semiárida talvez sejam as mais evidentes, particularmente as chuvas concentradas em curto período de tempo, as temperaturas e a evapotranspiração elevadas, grande déficit hídrico, com maior parte dos meses considerados secos.

Destaca-se, desse modo, que a região semiárida do Nordeste do Brasil abrange cerca de 12% do território nacional (1,03 milhão de km²) e compreende 1.262 municípios brasileiros, conforme aponta a Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017 (SUDENE, 2017).

Estudos ligados ao conhecimento dos principais componentes ambientais são de suma importância na perspectiva de identificação daquelas áreas com maior/menor predisposição a serem atingidas por efeitos das secas periódicas e, como tal, realizar investimentos para melhorias da qualidade ambiental. Nesse sentido, considera-se relevante os estudos ligados à

resiliência natural da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí, situada entre os estados do Ceará e do Piauí, como possibilidade para ampliação do potencial dessa Sub-bacia para resistir às secas periódicas.

Ressalta-se que, dentre as várias conceituações ligadas à resiliência, será considerada nesse estudo aquela que diz respeito à capacidade diferencial e desigual dos lugares para reagir, responder e lidar com as mudanças incertas, voláteis e rápidas, a exemplo das crises financeiras, mudanças climáticas, terrorismo e eventos climáticos extremos (PIKE; DAWLEY; TOMANEY, 2010). Para Young (2010), a resiliência pode ser entendida como a capacidade dos ecossistemas em lidar com o estresse exógeno de forma adaptável ao tempo em que realiza a manutenção de elementos-chave.

Por sua vez, podem-se considerar os desastres naturais como produto da ocorrência de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, frente um cenário vulnerável, resultando em perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade (BRASIL, 2014). Ao passo que as secas provêm da redução significativa ou ausência de precipitações, que ocasionam desequilíbrios biofísicos. As secas, de acordo com Ayoade (2001), podem ser: permanente, sazonal e invisível.

Ao exposto, acima, acrescenta-se a necessidade de estudos voltados ao conhecimento da resiliência às secas em bacias hidrográficas, essas consideradas como um recorte espacial que, de acordo com Suertegaray (2009), proporciona a integração e, conforme atestam Cazula e Mirandola (2010), tem seus componentes atuando de forma interdependente e harmônica,

sendo controlados pelo fluxo de massa e de energia. Nesse cenário, destaca-se que a Sub-bacia do rio Jacareí encontra-se inserida em área cuja incidência de secas é de 61 a 100%, conforme atesta o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004).

Dessa forma, empregou-se pesquisa descritiva, com levantamento bibliográfico e cartográfico. Esse último associado ao uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e álgebra de mapas, onde se demandou aquisição de dados alfanuméricos, vetoriais e matriciais, que serviram de base para conhecimento das características ambientais e elaboração do índice de resiliência natural a secas da Sub-bacia do rio Jacareí. Desse modo, o estudo teve como objetivo avaliar a resiliência natural atual, por meio de indicadores ambientais associados à álgebra de mapas, da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (CE-PI).

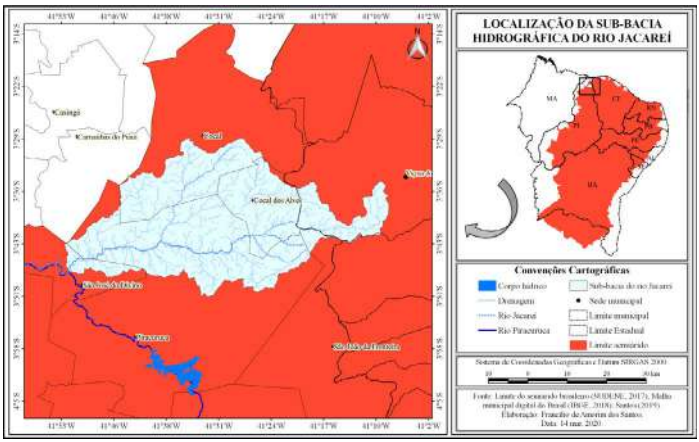
MATERIAIS E MÉTODOS

Área em estudo

A Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ) constitui uma das bacias mais relevantes da Bacia do rio Piracuruca. A SBHRJ está situada na área semiárida do Nordeste do Brasil, particularmente entre os estados do Ceará e do Piauí (Figura 30), compreendo uma área de 1.770,2 km^2. Destaca-se que as nascentes do rio Jacareí, principal rio da Sub-bacia, situam-se no Planalto da Ibiapaba, a altura do município de Viçosa do Ceará. A foz desse rio encontra-se no município de São José do Divino, estado do Piauí, onde deságua no rio Piracuruca.

Destaca-se que o rio Jacareí é formado pelos riachos da Extrema e do Cajueiro e pelo rio Gameleira. A Sub-bacia em questão abrange áreas de cinco municípios piauienses – Cocal, Cocal dos Alves, Piracuruca, São João da Fronteira e São José do Divino – e do município cearense de Viçosa do Ceará.

Figura 30 - Localização da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí (SBHRJ), situada entre os estados do Ceará e do Piauí, Nordeste do Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A Sub-bacia do rio Jacareí está localizada em área com presença de falhas com direção predominantemente no sentido NE-SE, fato que resulta no controle estrutural do rio principal, particularmente no seu trecho cearense. A Sub-bacia compreende formações geológicas preponderantemente sedimentares (CPRM, 2006a; 2006b), a saber: Serra Grande (Período Siluriano), Pimenteiras (Período Devoniano Inferior), Cabeças (Período Devoniano Médio), Sardinha (Período Cretáceo, de natureza vulcânica) e os Depósitos Colúvio-Eluviais (Período Neógeno). Destaca-se que essas formações estão ligadas aos processos erosivos de dissecação e de acumulação que ocorrem

no planalto da Ibiapaba, ao passo que a variação altimétrica da Sub-bacia vai de 825 m, no seu topo, a 25 m, na sua foz (USGS, 2019a).

No que diz respeito às condições climáticas, a Sub-bacia do rio Jacareí encontra-se sob a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pelas chuvas entre fevereiro a maio, que atua conjuntamente com os fenômenos oceânicos *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico, que cooperam para a ocorrência das anomalias pluviométricas interanuais. Cabe destacar que da ocorrência da fase quente do ENOS e do dipolo positivo do Atlântico resulta-se em anos secos.

Ressalta-se que, de acordo com o estudo de Santos (2019), a Sub-bacia apresenta as seguintes características médias anuais: precipitações concentradas entre 1.160 a 1.460 mm anuais, temperaturas entre 21 a 27°C, 1 a 4 meses secos, evapotranspiração potencial da ordem de 1.003 a 1.603 mm, excedente hídrico que compreende volume entre 400 a 900 mm e déficit hídrico que oscila entre 30 a 430 mm.

Por sua vez, foi possível identificar cinco subordens de solos (INDE, 2014), quais sejam: Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Planossolo Háplico e Plintossolo Pétrico. As condições climáticas associadas às referidas tipologias de solos permitem, atualmente, o desenvolvimento de vegetação com diferentes fisionomias, exibindo em alguns locais as plantas herbáceas, em outros a catinga arbustiva ou arbórea, que se apresentam ora de forma aberta, ora de forma densa (SANTOS, 2019).

Procedimentos metodológicos

O estudo constitui uma pesquisa classificada como descritiva quanto ao seu objetivo, particularmente ligado ao conhecimento da resiliência natural da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí a secas. A pesquisa é de natureza quantitativa, associada ao manuseio de valores ligados às variáveis ambientais elencadas e construção de gráficos e sua posterior análise. Ressalta-se, ainda, que foi empregado levantamento bibliográfico, utilizado para aprofundamento sobre a temática, e cartográfico, para aquisição de dados referentes às variáveis ambientais selecionadas e produção do índice de resiliência natural.

Nesse cenário, cabe salientar que para a produção do índice de resiliência natural atual a secas (IRNs) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí foram consideradas os seguintes indicadores ambientais: declividade média do relevo (Dm), o índice de aridez (Ia), temperatura à superfície do solo (Ts), a erodibilidade dos solos (K) e o índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI), que foram integrados por meio do SIG QGIS, versão 2.14, e álgebra de mapas a partir do emprego da Equação 1.

$$IRN_S = Dm + Ia + Ts + K + SAVI \qquad Eq.1$$

Onde:

IRNs = Índice de resiliência natural a secas;

Dm = Declividade média do relevo;

Ia = Índice de aridez;

Ts = Temperatura à superfície do solo;

K = Erodibilidade dos solos;

SAVI = Índice de vegetação ajustado ao solo.

Reitera-se que para integração das variáveis acima utilizou-se o QGIS por meio da função calculadora *raster*. Destaca-se, ainda, que foi empregada a ferramenta *Spatial Analyst Tools* e função *Reclassify* que pertencente ao SIG *ArcGIS*, versão 10.2, cuja licença foi adquirida pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Desse modo, foram delimitadas cinco classes de resiliência (Tabela 13), a partir do método intervalo igual.

Tabela 13 - Intervalos, classes atribuídas e notas para o índice de resiliência natural a secas (IRNs) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Intervalos	Classes	Notas
9 a 11	Muito alta	1
11,1 a 13	Alta	2
13,1 a 15	Média	3
15,1 a 17	Baixa	4
17,1 a 19	Muito baixa	5

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nesse sentido, adiante serão mais bem detalhados os procedimentos utilizados para manuseio dos dados – alfanuméricos, vetoriais e matriciais – associados aos componentes ambientais selecionados para composição do índice de resiliência natural atual a secas.

Declividade média do relevo (Dm)

Para conhecimento desse elemento da paisagem foi necessária a aquisição de arquivo matricial ligado aos Modelos Digitais de Elevação (MDEs), da Missão Topográfica Radar *Shuttle* (SRTM) (USGS, 2019a). Ao passo que os intervalos das classes de declividade média do relevo (Dm) basearam-se na proposta apresentada no Manual Técnico de Geomorfologia (EMBRAPA, 2009), conforme está exposto na Tabela 14.

Tabela 14 - Intervalos, classes atribuídas e notas de declividade média do relevo (Dm) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Intervalos de Dm (%)	Classes atribuídas	Notas
0 a 3	Plano	1
3 a 8	Suave Ondulado	2
8 a 20	Ondulado	3
20 a 45	Forte Ondulado	4
45 a 75	Montanhoso	5

Fonte: EMBRAPA (2009). Adaptado pelo autor (2020).

Índice de aridez (Ia)

Os dados de precipitação foram obtidos para quatorze postos pluviométricos, via Sistema de Informações Hidrológicas (Hidro WEB), da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019). Destaca-se que os procedimentos para manuseio e refinamento desses dados foram executados no pacote de programas USUAIS, seguindo a proposta de Oliveira e Sales (2016), a saber: FALHAS, para correção das falhas nos dados via técnica de ponderação regional proposto em Tucci (1993); CRIATEMP, utilizado para criação de arquivo individual para cada posto; CRIACHUV, usado para inserção e gravação dos

dados de precipitação média mensal; BHVMED, para geração do valor médio para o índice de aridez (Ia).

Por sua vez, ressalta-se que o índice de aridez (Ia) foi proposto, inicialmente, por Thornthwaite (1941) e, posteriormente, aperfeiçoado por Penman (1953). Dessa forma, o Ia é elaborado a partir do quociente entre a pluviometria anual média e a evapotranspiração potencial anual média, como se pode observar na Equação 2.

$$Ia = \frac{P}{Etp} \qquad Eq.2$$

Onde:

Ia = Índice de aridez;

P = Pluviometria anual média;

Etp = Evapotranspiração potencial anual média.

Realizados os procedimentos, acima, foi possível realizar a delimitação de quatro classes para o Ia, conforme está exposto na Tabela 15.

Tabela 15 - Intervalos, classes atribuídas e notas ao índice de aridez (Ia) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Ia	Classes atribuídas	Notas
0,86 |-- 1,12	Alta	4
1,12 |-- 1,38	Média	3
1,38 |-- 1,64	Baixa	2

Fonte: Santos (2019).

Temperatura à superfície do solo (Ts)

Inicialmente, foram obtidas imagens do satélite *Landsat* 8 OLI, resolução espacial de 30 m, via *site* do *United States Geological Service* (*USGS*, 2019b), que possuem as seguintes características: órbita/ponto 219/62 e 219/63 e data de passagem de 08/08/2016; órbita/ponto 218/63 e data de passagem de 01/08/2016. As imagens passaram pelo cálculo da reflectância aparente, correção atmosférica e conversão dos níveis de cinza da imagem (NC) para radiância espectral e essa em refletância.

Para obtenção da Ts foi executado procedimento para o cálculo da radiância monocromática aparente e de emissividade, considerando-se o sistema imageador *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*, do satélite *Landsat* 8, referente às Bandas 10 (Infravermelho Termal/TIRS 1/10.6 - 11.19 µm) e 11 (Infravermelho Termal/TIRS 2/11.5 - 12.51 µm). Ao passo que foi utilizado o *software* SPRING para conversão dos valores iniciais dos dados das imagens em radiância espectral e, em seguida, para temperatura de brilho (NASA, 2019).

Posteriormente, realizou-se a derivação da Fração de Cobertura Vegetal (*Fc*), a partir do SAVI (ZHANG *et al.*, 2012), seguido do cálculo dos valores de emissividade da superfície (ε) usando o método proposto por Valor e Caselles (1996). Desse modo, foi possível aplicar a Equação 3, para cálculo da temperatura à superfície do solo (Ts) com correção atmosférica, a partir das constantes Planck e Boltzmann, proposta por Artis e Carnahan (1982).

$$Ts = \frac{Tb}{1 + \left[\lambda * \frac{Tb}{\rho}\right] * \ln(\varepsilon)} \qquad Eq.3$$

Onde: λ = Comprimento de onda do brilho emitido; $= h * \frac{c}{\sigma}\left(1.438 * \frac{10^{-2}m}{K}\right)$;σ = constante de Boltzmann ($1.38*10^{-23}$J/K); h = constante de Planck ($6.26*10^{-34}$J/s); c = velocidade da luz ($2.998*10^{8}$m/s);

De posse dos valores finais oriundos dos procedimentos, supracitados, empregou-se a extensão *Spatial Analyst Tool* e ferramenta *Reclassify* do ArcGIS para reclassificação da imagem resultante da aplicação da referida equação. Posteriormente, foi efetivada a delimitação dos intervalos, classes e notas referentes à variável Ts (Tabela 16).

Tabela 16 - Intervalos, classes atribuídas e notas à temperatura à superficie do solo (Ts) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Intervalos de Ts	Classes atribuídas	Notas
21,1 a 26°C	Muito baixa	1
26,1 a 30°C	Baixa	2
30,1 a 36°C	Média	3
36,1 a 40°C	Alta	4

Fonte: Santos (2019).

Erodibilidade dos solos (K)

Para identificação da erodibilidade dos solos (k) da Sub-bacia do rio Jacareí foi obtido arquivo vetorial da Folha SB.24 - Jaguaribe (INDE, 2014), a cujo arquivo vetorial foi aplicada a metodologia de Crepani *et al.* (2001), que considera o grau de desenvolvimento ou maturidade dos solos para estimar seu nível de vulnerabilidade. Desse modo, foram delimitadas as seguintes classes para o fator k (Tabela 17):

Tabela 17 - Subordens de solos com respectivas classes atribuídas e notas para a erodibilidade dos solos (k) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Associações de solos	Classe atribuída	Notas
Argissolo Amarelo e Planossolo Háplico	Baixa	2
Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico e Plintossolo Pétrico	Muito Alta	5

Fonte: Crepani *et al.* (2001). Adaptado pelo autor (2020).

Índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI)

Para o SAVI foram utilizadas as mesmas cenas do satélite *Landsat* 8 OLI usadas para a análise da Ts. Desse modo, foi aplicada a Equação 4 referente ao SAVI, que considera os efeitos do solo exposto nas imagens selecionadas, tomando como ponto de partida o ajuste do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), quando a superfície não está totalmente coberta pela vegetação (BORATTO; GOMIDE, 2013). Ressalta-se que foi utilizado o valor de 0,5 para o fator de ajuste (L), usado para cobertura vegetal de densidade intermediaria, devido ao predomínio da vegetação do tipo caatinga na área estudada.

$$SAVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} * (1 + L) \qquad Eq.4$$

Onde: SAVI = índice de vegetação ajustado ao solo; NIR = fluxo radiante no infravermelho próximo; R = fluxo radiante na região do vermelho visível; L = fator de ajuste do índice SAVI, nesse estudo assumiu o valor de 0,5, que é aplicado à vegetação com densidade intermediaria.

Efetivados os procedimentos, acima, utilizou-se o SIG *ArcGIS* para delimitar os intervalos das classes do SAVI (Tabela 18), por meio da extensão *Spatial Analyst Tool* e ferramenta *Reclassify* do ArcGIS.

Tabela 18 - Intervalos, classes atribuídas e notas ao índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí

Intervalos do SAVI	Classes atribuídas	Notas
0,6 a 0,8	Vegetação com alta atividade fotossintética	1
0,4 a 0,6	Vegetação com média atividade fotossintética	2
0,2 a 0,4	Vegetação com baixa atividade fotossintética	3
0,1 a 0,2	Área urbana / Veg. com muito baixa atividade fotossintética	4
0 a 0,1	Solo exposto	5
< 0,1	Corpo hídrico	-

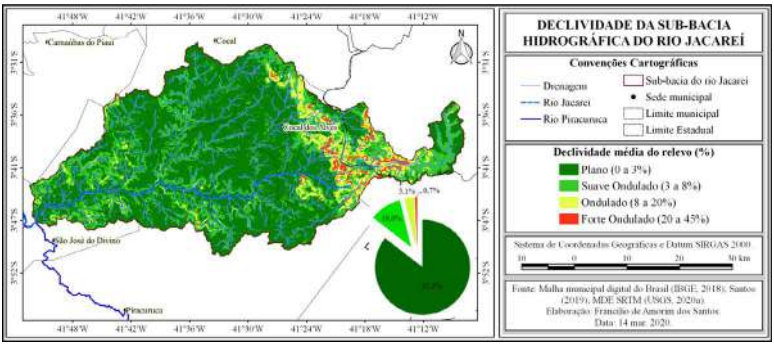
Fonte: Santos (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sub-bacia do rio Jacareí situa-se em uma área com superfície submetida a processos de dissecação, fruto da atuação dos rios consequentes que descem o Planalto da Ibiapaba em direção ao estado do Piauí. Desse modo, observa-se na Figura 31 que predomina na Sub-bacia relevo plano (0 a 3%), que ocorre em 85,5% de sua área, principalmente na parte central. Por sua vez, o relevo suave ondulado (3 a 8%) foi identificado por 10,8% da Sub-bacia, localizado principalmente na borda do Planalto da Ibiapaba, seguido do relevo ondulado (8 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%) que somam juntos 3,8%

e estão situados particularmente na zona de transição da borda do Planalto para as áreas mais rebaixadas.

Figura 31 - Declividade média do relevo (Dm) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



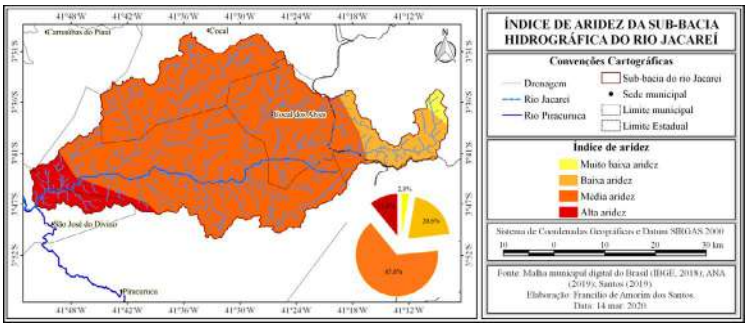
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Desse modo, cabe salientar que as áreas de relevo plano e suave ondulado, área central da Sub-bacia, apresentam maior potencial de resiliência frente à ocorrência de secas, pois possibilitam maior retenção de água. Diga-se, também, que a respectiva área coincide com os locais que exibem menor rigor climático; apresentam solos mais desenvolvidos e de melhor drenagem; e cobertura vegetal densa.

No que diz respeito ao índice de aridez (Ia), pode-se observar pela Figura 32, que a Sub-bacia do rio Jacareí exibe níveis de aridez diferenciados, ou seja, o seu grau de aridez é diretamente proporcional ao afastamento do topo do Planalto da Ibiapaba rumo ao estado do Piauí. Desse modo, infere-se que a parte central da Sub-bacia apresenta aridez de nível médio, que corresponde a 65,6% de sua área total. A segunda classe mais representativa diz respeito à classe de aridez baixa, que compreende 20,6% da Sub-bacia e situa-se no alto curso do

rio Jacareí, particularmente no topo do Planalto da Ibiapaba. Por sua vez, a classe de aridez alta, que compreende o baixo curso do rio Jacareí, abrangendo 11,0% da área da Sub-bacia. Ao passo que a classe de aridez muito baixa situa-se no topo do Planalto e compreende 2,8% da Sub-bacia.

Figura 32 - Índice de aridez (Ia) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



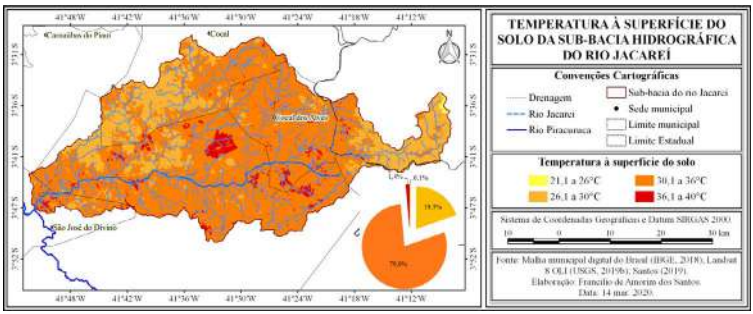
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Ressalta-se que os níveis de aridez da Sub-bacia do rio Jacareí, principalmente a parte central, demanda particular atenção, visto que maior rigor climático tem impactos diretos sobre os solos, ressecando-os e aumentando a temperatura, fato que pode resultar na morte de diversos microrganismos responsáveis pelo processo de aeração e fertilização. Diga-se, também, que o aumento da aridez pode ter impactos sobre a cobertura vegetal, mesmo tendo fisionomia adaptada a essa região. Outro ponto a ser destacado é o aumento da perca de água via processo de evapotranspiração, que resulta na redução da quantidade de água superficial para desenvolvimento de atividades humanas e para suprir as plantas da região. Desse modo, níveis de aridez acentuados pelas atividades humanas têm impactos diretos na redução do potencial de resiliência natural às secas.

Devido à sua localização, dentre outras características ambientais, as temperaturas na Sub-bacia do rio Jacareí são elevadas, particularmente no segundo semestre, que é considerado o período mais secos, devido ausência de chuvas. Dessa forma, por meio da Figura 33, pode-se perceber o predomínio de temperaturas situadas entre 30,1 a 36°C, que ocorre em 79,0%, mas localizam-se principalmente na parte central da Sub-bacia. Por sua vez, as temperaturas que se encontram no intervalo de 26,1 a 30° C, ocorrem por 19,5% da Sub-bacia e são percebidas, principalmente no trecho cearense e setor Noroeste. Por seu turno, os intervalos de 36,1 a 40° C e 21,1 a 36° C, são frequentes em 1,4% (disperso por toda a área, mas principalmente na parte central) e 0,1% (topo do Planalto) da Sub-bacia, respectivamente.

Reitera-se que as altas temperaturas têm impacto direto sobre a flora local, podendo inibir a germinação de sementes e reduzir o desenvolvimento de determinados tipos de plantas, pode, ainda, provocar o ressecamento do solo e acelerar o processo de evapotranspiração. Desse modo, diga-se que a parte central é aquela parte da Sub-bacia em estudo com menor potencial de resiliência natural às secas, posto que apresente elevadas temperaturas que, quando associado aos demais fatores ambientais empregados, indica que esta área exibe o menor potencial para resistir e se recuperar a episódios de secas.

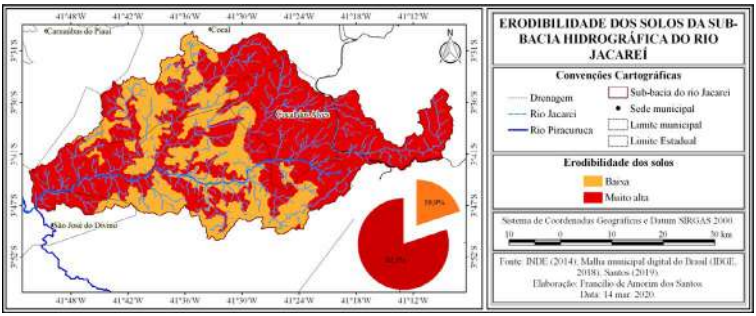
Figura 33 - Temperatura à superfície do solo (Ts) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Por sua vez, a maioria dos solos encontrados na Sub-bacia são jovens, arenosos, pouco profundos e mal drenados, fato que dificulta a retenção de água e deixa o solo na maior parte do ano ressecados. Dessa forma, observa-se na Figura 34 que 80,1% dos solos da referida Sub-bacia apresenta erodibilidade muito alta, estando situados principalmente no setor de transição do Planalto para as áreas rebaixadas e, também, no baixo curso. Enquanto, 19,9% da Sub-bacia apresenta solos com erodibilidade baixa, localizados principalmente na área central.

Figura 34 - Erodibilidade dos solos (k) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



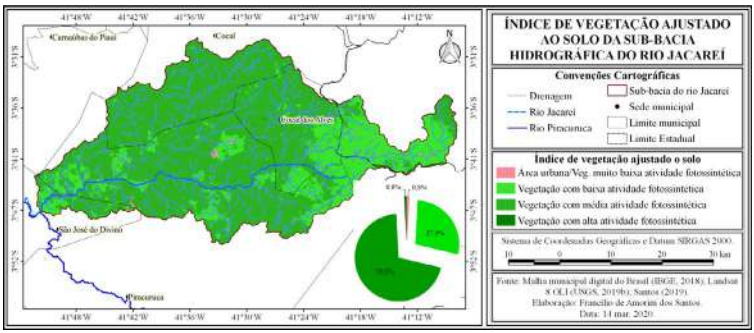
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nesse cenário, é relevante destacar que os solos jovens e desprotegidos de cobertura vegetal, resultam em ressecamento e aumento do albedo e, com tal, aumenta a temperatura local. Desse modo, pode-se afirmar que 81,9% da Sub-bacia demonstra baixa resiliência natural para responder aos efeitos da seca, particularmente quando considerada a erodibilidade dos seus solos.

Quando consideradas as condições edáficas percebe-se diferentes fisionomias da vegetação da Sub-bacia do rio Jacareí, que apresenta cobertura de maior porte (caatinga arbórea) no topo do Planalto e modificações substanciais em direção ao estado do Piauí, ou seja, do topo para Oeste há variações de fisionomias em relação à caatinga, oscilando de arbustiva densa a aberta. Dessa forma, na Figura 35 pode-se perceber o predomínio de vegetação de média atividade fotossintética (caatinga arbustiva densa), que ocorre por 70,5% da área da Sub-bacia.

A segunda classe mais representativa diz respeito à vegetação com baixa atividade fotossintética, que ocorre por 27,9% da Sub-bacia, identificada principalmente nas bordas do Planalto e corresponde à caatinga arbustiva aberta. Por sua vez, as classes de vegetação com alta e muito baixa atividade fotossintética foi identifica por 0,8% e 0,8%, respectivamente, e situa-se principalmente na parte central da Sub-bacia.

Figura 35 - Índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



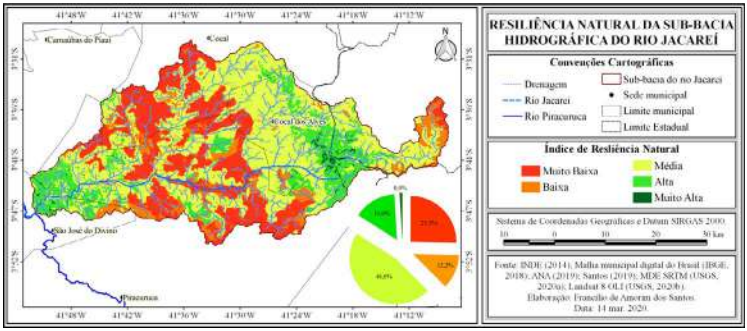
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Reitera-se a importância da cobertura vegetal como elemento atenuador das temperaturas, por absorverem parte da radiação solar para realização do processo de fotossíntese. Destaca-se, ainda, a função protetora da vegetação no que diz respeito aos solos, às margens de rios e à manutenção da quantidade de umidade. Desse modo, é salutar afirmar que a Sub-bacia pesquisada exibe média resiliência natural em relação à vegetação, posto que ocorra em 70,5% de sua área cobertura vegetal com média atividade fotossintética.

Quando integradas as cinco varáveis ambientais utilizadas foi possível construir o índice de resiliência natural para a Sub-bacia do rio Jacareí, que apresentou significativas variações ao longo de toda a sua área (Figura 36). Nesse sentido, encontrou-se na Sub-bacia o predomínio de resiliência natural média, identificada em 46,6% da área, particularmente no trecho Centro-Leste, que se justifica principalmente pela presença de cobertura vegetal de média atividade fotossintética. Ao passo que 37,5% da área estudada apresenta resiliência muito baixa a baixa, particularmente o setor Centro-Oeste,

devido à presença de solos jovens e maior rigor climático, nível de aridez e temperaturas elevadas. Por sua vez, as classes de resiliência alta a muito alta somam 15,9% e se distribuem pelas bordas do Planalto e baixo do curso da Sub-bacia, que se deve ao menor rigor climático, relevo com altas declividades, cobertura vegetal de média a alta atividade fotossintética e temperatura mais amenas.

Figura 36 - Resiliência natural atual (IRN) da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacareí



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Dessa forma, evidencia-se que, embora 46,6% da Sub-bacia exiba média resiliência, é preciso atentar-se para o fato de que 37,5% de sua área demonstrou resiliência muito baixa a baixa. Desse modo, fazem-se necessários investimentos na melhoria da qualidade ambiental, como o desenvolvimento de pesquisas e aplicação de técnicas de manejo e estratégias para recuperação de áreas degradadas pela prática de atividades humanas de forma inadequada e/ou sem observação ao potencial de resiliência, a exemplo das queimadas (Figura 37) e processos erosivos (Figura 38).

Figura 37 - Queimadas em caatinga arbustiva densa, povoado Jenipapeiro, setor Noroeste do município de Piracuruca (PI)

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Figura 38 - Área degradada por erosão pluvial, povoado Jacareí de Cima, setor Noroeste do município de Piracuruca (PI)

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Cabe destacar que o rio Jacareí, principal canal fluvial da Sub-bacia, passa maior parte do tempo sem fluxo (Figura 39), fato que inviabiliza diversas práticas humanas, que em sua maioria dizem respeito principalmente aos cultivos temporários para subsistência, além da criação de rebanho bovino (Figura 40), com aproveitamento do relevo plano.

Figura 39 - Canal fluvial do rio Jacareí, no período de estiagem, setor Noroeste do município de Piracuruca (PI)

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Figura 40 - Atividade pecuária extensiva, próxima a PI-213, setor Sudeste do município de Cocal dos Alves (PI)

Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Em suma, as informações produzidas no estudo, particularmente, aquelas ligadas ao conhecimento do potencial de resiliência natural atual da Sub-bacia do rio Jacareí devem constituir ponto de partida para realização de planejamento ambiental e ampliação da resistência natural da área estudada, frente aos efeitos das secas periódicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, é relevante apontar que a metodologia aplicada logrou êxito e possibilitou o conhecimento da resiliência natural atual da Sub-bacia do rio Jacareí. Individualmente, foi identificado que na Sub-bacia do rio Jacareí predomina relevo plano (em 85,5%), média aridez (em 65,6%), temperaturas entre 30,1 a 36° C (em 79,0%), muito alta erodibilidade dos solos (80,1%) e vegetação com média atividade fotossintética (70,5%).

Ao passo que a integração dessas permitiu inferir que 46,6% da Sub-bacia apresenta resiliência natural média. Por outro lado, deve-se atentar que 37,5% da área pesquisada possui resiliência natural muito baixa a baixa. Desse modo, é notável a relevância das informações apresentadas como perspectiva para agir de forma planejada e sistêmica no que diz respeito à ampliação do potencial de resiliência natural da Sub-bacia para reagir às consequências advindas da manifestação dos eventos de secas.

Reitera-se que os dados apresentados e sua respectiva espacialização possibilitaram a identificação de áreas com baixa resistência natural, com relevo forte ondulado, alta aridez, temperaturas elevadas e vegetação com baixa atividade fotossintética. Desse modo, sugere-se que essas informações sejam tomadas como ponto de partida para estudos posteriores, que permitam conhecer a vulnerabilidade das comunidades frente às secas, fato que resultará na melhoria da qualidade ambiental e recuperação das áreas degradadas por atividades humanas praticadas de forma inadequada e/ou sem observação as limitações naturais.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas:** ano 2017. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas. Acesso em: 23 jul. 2019.

ARTIS, D. A.; CARNAHAN, W. H. Survey of Emissivity Variability in Thennography of Urban Areas. **Remote Sensing of Environment**, v. 12, p. 313-329, 1982.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os tópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofoletti. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 332p.

BORATTO, I. M. P.; GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBSR, 2013, p. 7.345-7.352.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. Centro de Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2013. Brasília: CENAD, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Download de dados geográficos**. 2004. Disponível em http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm. Acesso em: 27 ago. 2015.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia Hidrográfica - conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, n. 12, Ano 7, nov. 2010.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C.

F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPECIAIS. **Mapa de Solos da Folha SB.24:** Jaguaribe. Disponível em: http://www.visualizador.inde.gov.br. 2014. Acesso em: 13 set. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 10 jun. 2019.

NASA. NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Landsat Science**. Disponível em: https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands. Acesso em: 23 jan. 2019.

OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Usuais: programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador**, Teresina, v. 5, n. 2, p. 36-60, jan./jun. 2016.

PENMAN, H. L. The Physical Bases of Irrigation Control. *In:* Report 13th Int. **Hort. Congr.**, 2, 11 pages, Royal Horticultural Society, London, 1953.

PIKE, A.; DAWLEY, S.; TOMANEY, J. Resilience, adaptation and adaptability. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, p. 59-70, 2010.

SANTOS, F.A. **Resiliência ambiental a secas e a inundações na Sub-bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI)**. 268p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2019.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Mapas estaduais de geodiversidade**: Ceará. Rio de Janeiro: CPRM. 2006a. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em: http://geobank.sa.cprm.gov.br. Acesso em: 14 jan. 2014.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Mapas estaduais de geodiversidade**: Piauí. Rio de Janeiro: CPRM. 2006b. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em: http://geobank.sa.cprm.gov.br. Acesso em: 14 jan. 2014.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia física e geomorfologia: tema para debate. **Revista da ANPEGE**, Dourados, v. 5, n. 1, p. 17-26, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. 2017.

THORNTHWAITE, C. W. Atlas of Climatic Types in the United States. **Miscell Publ**. n. 421. U.S. Departament of Agricultures, Forest Service, 1941.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993. 943p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Earth Explorer. **Digital Elevation: SRTM 1 Arc-Second Global**. 2017. Disponível em: http://earthexplorer.usgs.gov. Acesso em: 23 nov. 2019a.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE (Serviço Geológico dos Estados Unidos). **Collection**: Landsat Archive. Disponível em: http://earthexplorer.usgs.gov. Acesso em: 23 nov. 2019b.

VALOR, E.; CASELLES, V. **Mapping Land Surface Emissivity from NDVI:** Application to European, African, and South American Areas. **Remote Sensing of Environment**, v. 57, p. 167-184, 1996.

YOUNG, O. R. Institutional dynamics: Resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. **Global Environmental Change**, v. 20, p. 378-385, 2010.

ZHANG, X.; LIAO, C.; LI, J.; SUN, Q. Fractional vegetation cover estimation in arid and semi-arid environments using HJ-1 satellite hyperspectral data. **Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf.**, p. 1-7, 2012.

Este livro foi composto em fonte Adobe Garamond Pro,
com 310 páginas e em e-book formato pdf.
Dezembro de 2020.

SÉRIE
GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO

GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO DO SEMIÁRIDO

Os estudos ambientais voltados ao uso e gestão dos sistemas hídricos, segurança hídrica, às análises do clima de pequenas e médias cidades e sobre técnicas aplicadas ao ambiente semiárido vêm, no contexto nacional, cada vez mais sendo abordados como temas de pesquisas nos programas de pós-graduação em Geografia e áreas afins, tais como Ecologia, Agronomia, Economia Agrícola e Educação Contextualizada. O presente livro reflete tal projeção e tendência da produção acadêmica, pois é composto por trabalhos voltados aos estudos climáticos, hidrogeográficos e de convivência com o semiárido, e evidencia a diversidade de pesquisas submetidas para apresentação no IV Fórum Brasileiro do Semiárido (IV FBSA), que tem como tema geral "Educação, tecnologias e técnicas de convivência no ambiente semiárido".

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ

Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG-UVA)

CAPES

FUNCAP

RENNEGEO