

**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**Ciências Exatas e da
Terra e a Dimensão
Adquirida através da
Evolução Tecnológica 2**

Atena
Editora
Ano 2019

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

**Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão
Adquirida através da Evolução Tecnológica
2**

**Atena Editora
2019**

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-473-3

DOI 10.22533/at.ed.733191107

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia.
I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario

CDD 509.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 2*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 28 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO	
Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.7331911071	
CAPÍTULO 2	7
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.7331911072	
CAPÍTULO 3	18
AQUÍFERO DUNAS-POTENGI: DISPONIBILIDADE E POTENCIALIDADE DAS ÁGUAS EM NATAL – RN	
Melquisedec Medeiros Moreira Newton Moreira de Souza Miguel Dragomir Zanic Cuellar Kátia Alves Arraes	
DOI 10.22533/at.ed.7331911073	
CAPÍTULO 4	27
AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ	
Antônio Flávio Costa Pinheiro Itabaraci Nazareno Cavalcante Alexsandro dos Santos Garcês Rafael Mota de Oliveira Emanuel Arruda Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.7331911074	
CAPÍTULO 5	42
CULTURA DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA	
Milson dos Santos Barbosa Débora da Silva Vilar Aline Resende Dória Isabelle Maria Gonzaga Duarte Dara Silva Santos Lays Ismerim Oliveira Géssica Oliveira Santiago Santos Luiz Fernando Romanholo Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.7331911075	

CAPÍTULO 6 53

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM COSMÉTICOS

Helder Lopes Vasconcelos
Andressa Almeida

DOI 10.22533/at.ed.7331911076

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça
Clamarion Maier
Edenir Luís Grimm
Gustavo Henrique Merten
Jainara Fresinghelli Netto
Ricardo Boscaini
Miriam Fernanda Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Franciele de Bastos
Raí Ferreira Batista
Suélen Matiasso Fachi

DOI 10.22533/at.ed.7331911077

CAPÍTULO 8 76

DETERMINAÇÃO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

César de Oliveira Ferreira Silva
Manuel Enrique Gamero Guandique

DOI 10.22533/at.ed.7331911078

CAPÍTULO 9 84

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR CALIBRATION OF METEOROLOGICAL SENSORS. CASE STUDY: CALIBRATION OF A TIPPING-BUCKET RAIN GAUGE AND DATA-LOGGER SET

Márcio Antônio Aparecido Santana
Patrícia Lúcia de Oliveira Guimarães
Luca Giovanni Lanza

DOI 10.22533/at.ed.7331911079

CAPÍTULO 10 93

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E SAÚDE AMBIENTAL DO MERCADO DO PEIXE, SÃO LUÍS - MARANHÃO

Marcelo Vieira Sodré Barbosa
Ana Carolina Lopes Ozorio
Itapotiarã Vilas Bôas

DOI 10.22533/at.ed.73319110710

CAPÍTULO 11 100

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Iemedelais Bordin
Victor de Aguiar Pedott
Elton Luis Hillesheim
Rogério Marcos Dallago
Marcelo Luís Mignoni

DOI 10.22533/at.ed.73319110711

CAPÍTULO 12 109

GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÃO DE APPS E ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NAS MARGENS DO BEIJA-FLOR, MUNICÍPIO DE MAZAGÃO-AP

Kerlency Maria Farias Santos
Rudney Lobato Furtado
Mariano Araújo Bernadino Rocha
Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho

DOI 10.22533/at.ed.73319110712

CAPÍTULO 13 124

GEOQUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS DE NASCENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Rafael Bassetto Ferreira
Wanilson Luiz Silva

DOI 10.22533/at.ed.73319110713

CAPÍTULO 14 138

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAÓPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França
Fernando Figueiredo Goulart
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

DOI 10.22533/at.ed.73319110714

CAPÍTULO 15 153

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE SOLO REFORÇADO NO SISTEMA TERRAMESH

Taila Ester dos Santos de Souza
Carlos Alberto Simões Pires Wayhs
Alan Donassollo

DOI 10.22533/at.ed.73319110715

CAPÍTULO 16 167

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos
Leila Nunes Menegasse Velasquez

DOI 10.22533/at.ed.73319110716

CAPÍTULO 17 182

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Janete Facco
Fabio Luiz Carasek
Sival Francisco de Oliveira Junior
Luiz Fernando Scheibe
Manuela Gazzoni dos Passos
Mariana Muniz Blank

DOI 10.22533/at.ed.73319110717

CAPÍTULO 18 197

RAIZ DO CAPIM VETIVER: UMA FONTE ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Felipe Coelho Vieira
Alan Rodrigues Teixeira Machado
Marcelo Segala Xavier
Jussara Vitória Reis

DOI 10.22533/at.ed.73319110718

CAPÍTULO 19 210

RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE AS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS DE UMA REGIÃO DO CERRADO MARANHENSE E OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRENTES NO LOCAL

Karla Bianca Novaes Ribeiro
Kely Silva dos Santos
Karine Silva Araujo
Mayanna de Kássia Silva Rodrigues
James Werllen de Jesus Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.73319110719

CAPÍTULO 20 219

RELEVO COMO FATOR INTENSIFICADOR DAS ONDAS DE CALOR EM ALAGOAS

Dálete Maria Lima de Sousa
Anne Karolyne Pereira da Silva
Rafael Wendell Barros Forte da Silva
João Vitor Benevides de Castro
Francisco de Assis Franco Vieira
David Harley de Oliveira Saraiva

DOI 10.22533/at.ed.73319110720

CAPÍTULO 21 233

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE MILHO (ZEA MAYS L.) EXPOSTAS A ÁCIDO HÚMICO

Monique Ellen Farias Barcelos
Leonardo Barros Dobbss
Amanda Azevedo Bertolazi
Alessandro Coutinho Ramos
Ian Drumond Duarte
Lívia Dorsch Rocha
Leonardo Valandro Zanetti
Sílvia Tamie Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.73319110721

CAPÍTULO 22	247
SUPORTES HÍBRIDOS DE SÍLICA-MONOSSACARÍDEOS: MATERIAIS POTENCIAIS PARA IMOBILIZAÇÃO DE PEROXIDASE RAP - TOYOBO	
Ivan Martins Barreto	
Maria Antônia Carvalho Lima Jesus	
Djalma Menezes De Oliveira	
Ronaldo Costa Santos	
Alini Tinoco Fricks	
Heiddy Márquez Alvarez	
DOI 10.22533/at.ed.73319110722	
CAPÍTULO 23	256
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.73319110723	
CAPÍTULO 24	263
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.73319110724	
CAPÍTULO 25	275
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DOS PRODUTORES DE BANANA DOS MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO E RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS E PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA	
Maricleide Maia Said	
Luiz Antonio de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110725	
CAPÍTULO 26	287
AGROECOLOGIA E RE(EXISTÊNCIAS): CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA COMO PASSO PARA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL EM UM ACAMPAMENTO NO SERTÃO PARAIBANO	
Luymara Pereira Bezerra de Almeida	
Helena Cristina Moura Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110726	
CAPÍTULO 27	299
LEVANTAMENTO DE MOSCAS BRANCAS (<i>Bemisia tabaci</i>) NA CULTURA SOJA, EM UM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO RS: ANO I	
Isaura Luiza Donati Linck	
Antônio Luis Santi	
Ezequiel Zibetti Fornari	
Luis Felipe Rossetto Gerlach	
Fernanda Marcolan de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.73319110727	

CAPÍTULO 28 305

QUANTIFICAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS E CLASSIFICAÇÃO DE SUA ATIVIDADE ENZIMÁTICA
PROTEOLÍTICA E LIPOLÍTICA EM LEITE CRUCAPTADO EM LATICÍNIOS NO MUNICÍPIO DE
PIUMHI-MG

Maria Clara de Freitas Guimarães Santos

Eudoro da Costa Lima Neto

Talitha Oliveira de Rezende

Leonardo Borges Acurcio

DOI 10.22533/at.ed.73319110728

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 317

AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ

Antônio Flávio Costa Pinheiro

Escola Estadual João Mattos. Rua Almirante Rubin, S/N. Fortaleza – CE. E-mail: fpinheiro666@gmail.com

Itabaraci Nazareno Cavalcante

Prof. Dr. em Hidrogeologia, Departamento de Geologia/Universidade Federal do Ceará. Campus Universitário do Pici, blocos 912/913. Fortaleza – CE. E-mail: itabaracicalcavalcante@gmail.com

Alexsandro dos Santos Garcês

Geólogo, Mestre em Hidrogeologia. Pós-Graduação em Geologia/ Departamento de Geologia/CC/Universidade Federal do Ceará. Campus Universitário do Pici, blocos 912/913. Fortaleza – CE. E-mail: alexgasrces20@gmail.com

Rafael Mota de Oliveira

Geólogo, Doutorando em Hidrogeologia. Pós-Graduação em Geologia/Departamento de Geologia/CC/Universidade Federal do Ceará. Campus Universitário do Pici, blocos 912/913. Fortaleza – CE. E-mail: rafaelmota20@yahoo.com.br

Emanuel Arruda Pinho

Geólogo da PHD Perfurações Ltda. Fortaleza - Ceará

RESUMO: O município de São João do Jaguaribe, encontra-se completamente inserido no Polígono das Secas, que apresenta um regime pluviométrico marcado por irregularidades de

chuvas, no tempo e espaço. Nesse cenário, a água constitui um bem natural de elevada limitação ao desenvolvimento socioeconômico desta região. No município foram cadastrados 448 poços, onde, 71 (16%) são tubulares, 173 (39%) mistos e 204 (45%) cacimbas, com profundidade variando de 1,30m a 21,40m. Com a relação distribuição dos 448 poços mapeados por domínios hidrogeológicos, 98% ocorrem no Sistema Aluvionar Jaguaribe e os 2% no contexto Aluvionar/eluvionar do Complexo Jaguaretama.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea; poços; social

THE WATERS OF JAGUARIBE ALLUVIAL
AQUIFER AND ITS RELATIONSHIP WITH
THE USE / OCCUPATION OF THE SOIL:
PILOT AREA OF SÃO JOÃO DO JAGUARIBE
- CEARÁ

ABSTRACT: The municipality of São João do Jaguaribe, is completely inserted in the Polygon of the Droughts, that presents / displays a rainfall regime marked by irregularities of rains, in the time and space. In this scenario, water constitutes a natural asset with a high limitation on the socioeconomic development of this region. In the municipality 448 wells were registered, where 71 (16%) are tubular, 173 (39%) mixed and 204 (45%) cacimbas, with

depth varying from 1.30m to 21.40m. With the distribution ratio of 448 wells mapped by hydrogeological domains, 98% occur in the Jaguaribe Alluvial System and the 2% in the Alluvial / eluvial context of the Jaguaretama Complex.

KEYWORDS: Underground water; wells; social

1 | INTRODUÇÃO

As condições de escassez de água representam aspectos do cotidiano no Nordeste Brasileiro e, dentro deste quadro, o Ceará passou recentemente por seis (6) anos consecutivos de chuvas abaixo da média (700mm/ano), característicos de períodos de estiagem, onde as águas subterrâneas se apresentam como fonte estratégica para suprir as necessidades básicas da população. No sertão central, onde o Meio Cristalino é predominante, as águas do Aquífero Aluvionar constituem verdadeiros oásis subterrâneos, freáticas e são captadas por poços de pequenas profundidades.

Os anos pouco chuvosos provocam uma seca extensiva no Nordeste semiárido. Foi observado no estado do Ceará que entre os anos 2010 e 2015, apenas o ano de 2011 apresentou precipitação anual um pouco acima da média, todos os outros foram abaixo da média histórica e, assim, o Ceará sofreu com anos sucessivos de chuva abaixo da média, até 66% abaixo da média, como é no caso de 2012. Com essa situação, a maioria dos reservatórios do estado foram secando, cada vez mais, por conta da pouca oferta de água, frente a grandes demandas, quando o volume de água armazenado nos reservatórios do Ceará passou de 68% em 2009 para 12,1% em 2015 (Ceará, 2017 in Silveira et al, 2018). Neste período, os Aquíferos Aluvionares, localizados principalmente no meio cristalino, responderam predominantemente pela demanda de água para a população rural e para os pequenos agricultores.

O município de São João do Jaguaribe está localizado na Bacia do Baixo Jaguaribe, porção nordeste do estado do Ceará, inserido no Polígono das Secas, apresentando um regime pluviométrico marcado por irregularidades de chuvas, no tempo e espaço. Nesse cenário, a água constitui um bem natural de elevada limitação ao desenvolvimento socioeconômico desta região e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica de secas e seus efeitos catastróficos no âmbito regional são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil. A área de pesquisa foi a zona aluvionar do rio Jaguaribe (Figura 1).

Para satisfazer a demanda de água para uso doméstico e da produção econômica, na região Nordeste tradicionalmente tem-se desenvolvido técnicas de construção de barragens, mais recentemente das barragens subterrâneas, que nem sempre as condições topográficas e litológicas favorecem, além do problema da intensa evaporação que atinge as águas de superfície, o que torna necessária a exploração das águas subterrâneas e, ao se tratar do ambiente cristalino, extremamente comum no nordeste brasileiro, os aquíferos aluvionares representam importantes reservatórios.

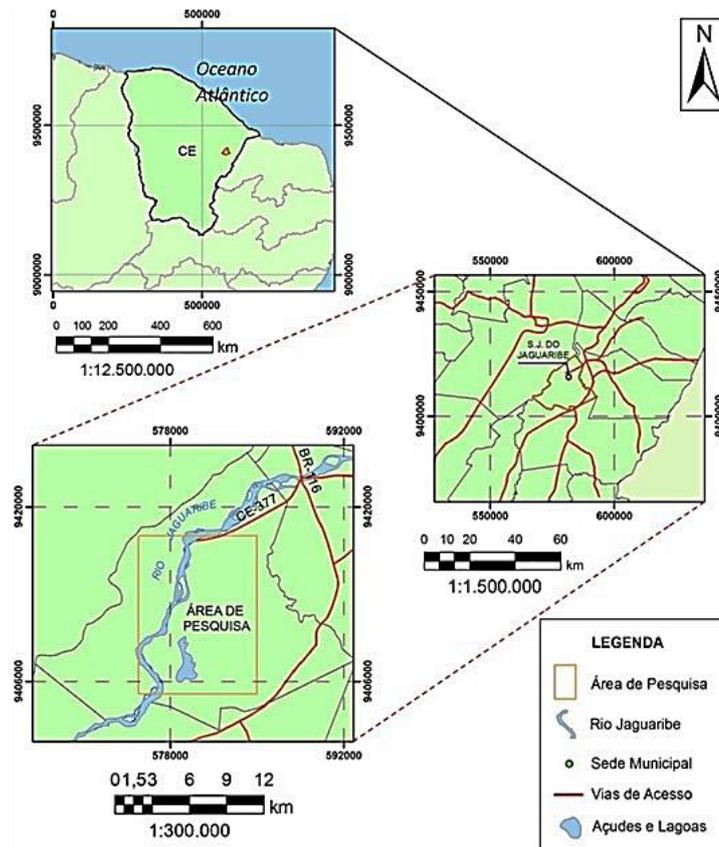


Figura 1 – Localização de São João do Jaguaribe, Ceará

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

2 | ASPECTOS GERAIS

A área, inserida no Polígono das Secas, apresenta clima semiárido, sendo amiudadamente castigado pela escassez pluviométrica. A sua dinâmica climática está relacionada com a interação de diferentes sistemas de circulação atmosférica e com os demais fatores geoambientais como geomorfologia e localização do estado na Zona Equatorial, propiciando uma intensa insolação durante o ano todo.

Dentre os diversos condicionantes da precipitação, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) assume caráter fundamental. Dependendo do grau de inclinação dos raios solares no equador sua incidência favorece, a partir da atuação dos anticiclones do Atlântico Norte e Sul, a subida ou descida em relação ao equador da ZCIT. Acrescenta-se a isto a gênese das chuvas em termos de circulação atmosférica, ação da Convergência Intertropical, perturbações nas correntes de alísios e fatores geográficos associados à latitude, orientação do litoral em relação à corrente de alísios e ao relevo.

O tipo climático Tropical Semiárido, característico do Ceará, apresenta elevada temperatura (26 °C a 28 °C), pequena pluviosidade anual (600 mm/ano a 750 mm/ano), curto período chuvoso (3 a 4 meses), irregularidade das chuvas no tempo e no espaço e elevada evapotranspiração que atinge 2.500mm/ano. Mesmo em anos com pluviosidade significativa, ocorre um longo período de estiagem (média de 08

meses) associado à má distribuição das precipitações. Ressalta-se que, no semiárido, a insolação média é de 2.800 h/ano ano⁻¹, com evaporação de 2.000 mm/ano e umidade relativa média do ar de 50%. Essa situação confere a região do Jaguaribe um caráter de intermitência dos fluxos hídricos de superfície, com exceção do rio Jaguaribe, considerado outrora o maior do seco do mundo, atualmente perenizado por intervenção antrópica.

O rio Jaguaribe nasce na Serra da Joanhina (Tauá/CE) e drena 75.669 km² (51,9% do Estado do Ceará). Percorre 610 km da nascente até sua desembocadura no Oceano Atlântico, na cidade de Fortim. Esse rio, que corta o município de São João do Jaguaribe no sentido S–N, foi perenizado com a construção do açude Orós com capacidade máxima de reservatório de 2,0 x 10⁹ m³, localizado no município homônimo, concluído em 1961. Posteriormente, esta perenização se afirmou mais ainda com a construção da Barragem do Castanhão (6,7 x 10⁹ m³) no município de Jaguaribara. A variação do nível de água do rio é considerada pequena, apresentando maior elevação de nível no período chuvoso, quando acontecem chuvas torrenciais, acontecendo, também, maior recarga do Aquífero Aluvionar. (Pinheiro & Pinho, 2015).

Esse cenário faz com que o Estado do Ceará apresente no sertão central problemas frequentes de abastecimento de água em vários municípios, poucas áreas com condições de desenvolver atividades econômicas. Apesar das adversidades climáticas, o estado possui uma vocação agrícola histórica, que vem se avultando nas últimas décadas com o estímulo dado à agricultura irrigada.

Além das condições de semiaridez, dos 146.00 km² cearenses, geologicamente o Ceará possui 75% de sua área composta por rochas cristalinas que, do ponto de vista hidrogeológico, apresentam fraca vocação e vazão média de 2m³/h, considerada baixa comparativamente as dos aquíferos sedimentares.

A área aluvionar representa um aquífero livre, freático, de elevadas porosidade efetiva e permeabilidade, com espessuras variáveis que atingem 30m no contexto regional. Nela distinguem-se os Domínios Hidrogeológicos Cristalino representado pelas rochas do Complexo Jaguaretama, Suíte Granitoide Serra do Deserto, Supersuíte Granitoide Tardi a Pós-orogênico Indiferenciada, e Sedimentar composto pela Formação Faceira (Grupo Barreiras), Aluviões e Coberturas Eluvionares.

3 | A OCORRÊNCIA DA ÁGUA NO AQUÍFERO ALUVIONAR

No município São João do Jaguaribe, região do Domínio Morfoestrutural da Depressão Sertaneja do Ceará, distinguem-se os Sistemas Hidrogeológicos Cristalino representado por rochas ígneas e metamórficas, e o Sedimentar representado pelo Faceira e Coberturas Recentes Quaternárias, com dominância do Aquífero Aluvionar que representa a principal fonte de água subterrânea de boa qualidade e vazão satisfatória, pois nos denominados Aquíferos Cristalinos (Fratuados ou Fissurais), além da baixa vazão os poços captam águas predominantemente salobras. Aqui

será abordado somente as águas do Sistema Aluvionar, objetivo maior da pesquisa realizada.

As manchas aluvionares são constituídas de pedregulhos, cascalhos, areias e argilas, em proporções variadas que se deve a dinâmica de energia de atuação do rio. Uma vez processada a deposição dos sedimentos, estes ficam disponíveis para modificações físico-químicas sob influência de processos pedogenéticos.

Esses terrenos apresentam, em geral, condições de permeabilidade e de recarga favoráveis, se constituindo em aquíferos com boa vocação hidrogeológica, variando conforme sua composição mineralógica, estrutural e de espessura do pacote sedimentar. Assim, as aluviões, no semiárido, além de favorecer a constituição da vegetação ciliar apresentam-se como espaços preferidos para o cultivo agrícola devido a maior disponibilidade de água subterrânea.

A Planície Fluvial é uma área sujeita a inundações periódicas, sendo resultante da dinâmica fluvial que possibilitou e possibilita a acumulação de sedimentos e uma “*morpho*” plana. Apresenta-se limitada por níveis escalonados de terraços e atinge alargamento considerável no baixo vale. Além dos Neossolos Flúvicos profundos, mal drenados, com eventual problema de salinização, pode ter também a presença de Planossolos e Vertissolos, medianamente profundos, com domínio de composição argilosa e problema de salinização.

A vegetação é constituída de variedades como oiticica, carnaúba entre outras, com o ambiente apresentando uma comunidade florística já bastante degradada. No uso e ocupação, destaca-se o extrativismo vegetal, a exploração de sedimentos como areia e argila e a atividade agropecuária, inclusive com o crescimento da agricultura irrigada, sem contar que os sítios urbanos de várias cidades, como São João do Jaguaribe, estão situados nas adjacências do ambiente aluvionar, como nos baixos terraços.

A aluvião é considerada como um aquífero intersticial, pois o armazenamento acontece por saturação natural dos poros e a percolação da água se dá pelos poros intergranulares. Quanto as condições de pressão hidrostática, a aluvião é considerada como aquífero livre, freático, pois o limite superior de saturação está submetido unicamente a pressão atmosférica.

Na caracterização de um Sistema Aluvionar deve-se considerar, além da geometria, a granulometria, pois se sabe que quanto mais finos os sedimentos, menor a condutividade hidráulica desse pacote sedimentar. O potencial hidrogeológico de um aquífero está relacionado não só pelo quantitativo hídrico armazenado e disponível pelo corpo aluvionar, mas também pelas suas condições de conservação e de vulnerabilidades considerando, também, o contexto de uso e ocupação do solo. Envolve, então, aspectos quantitativos e qualitativos não só no que concerne a exploração, como também do próprio pacote sedimentar.

Esse sistema hidrogeológico localiza-se com dominância nos terrenos que margeiam o rio Jaguaribe. É resultante de um processo de sedimentação fluvial com

irregular energia de transporte o que gerou material quaternário holocênico, de variada de composição que oscila de silto-argilosa a areias grossas e finas, além de cascalhos.

Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, o que aumenta a transmissividade, produzindo vazões significativas. Em algumas manchas aluvionares do Ceará, a exemplo do Aluvião do Jaguaribe em Iguatu, as vazões de poços que explotam este aquífero chegam a 100 m³/h, com água de boa qualidade físico-química, se traduzindo em um potencial hídrico extremamente importante. Representa um aquífero livre, freático, de alta permeabilidade, com espessuras variáveis, podendo chegar a trinta metros (30 m).

Esse sistema na região de São João do Jaguaribe possui poços tubulares que possuem localmente uma vazão média, em regime contínuo de bombeamento, que oscila de 2,6 m³/h a 4,2 m³/h, porém acredita-se que tais vazões estejam mais associadas a capacidade de bombeamento do que a vocação aquífera. A sua recarga se realiza pela infiltração direta das águas pluviais, pelo deflúvio superficial dos terrenos circunvizinhos e pela inter-relação direta do rio com o aquífero. A recarga pela infiltração das precipitações e das águas oriundas do deflúvio superficial ocorre principalmente no primeiro semestre do ano, principalmente na denominada “*quadra chuvosa*”, que ocorre de Março a Maio de forma mais intensa. Sabe-se que um rio pode alimentar um aquífero freático em períodos de chuvas e o drena no período seco, alternando sua classificação de influente para efluente.

A profundidade das águas subterrâneas é a medida da distância do nível de água subterrânea à superfície, sem interferência dos efeitos de bombeamento, denominado nível estático. Foram efetuadas medidas dos níveis estáticos e considerando a distribuição dos poços por classes e por categorias foram produzidos a Tabela 01 e o Gráfico 01, onde se observa que das 393 medidas efetuadas, 98,2% estão a menos de 10m de profundidade que, segundo Cavalcante (1998) e Cavalcante & Gomes (2011) caracterizam águas extremamente rasas (nível estático inferior a 15m), freáticas, extremamente vulneráveis a poluição antrópica.

CLASSES	Nº de poços	%
0,20m ≤ NE < 3,20m	105	27
3,20m ≤ NE < 6,20m	206	52
6,20m ≤ NE < 9,20m	71	18
9,20m ≤ NE < 12,20m	05	1
12,20m ≤ NE < 14,30m	06	2
TOTAL	393	100

Tabela 01 – Nível estático dos poços por classe.

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

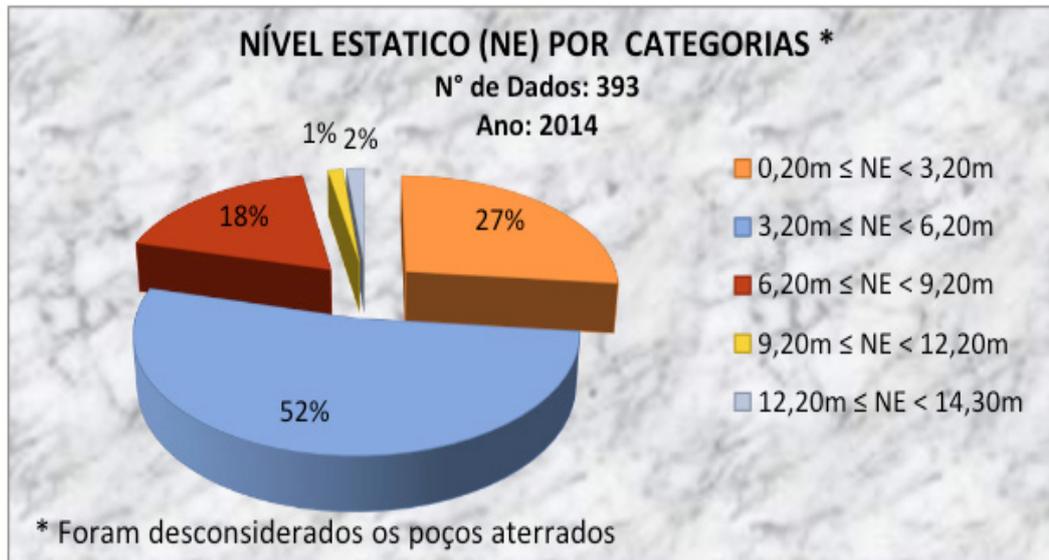


Gráfico 01 – Nível estático por categoria

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

4 | CAPTAÇÃO E USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Nas atividades de campo foram cadastrados 448 poços, onde se constatou que 71 (16%) são tubulares, 173 (39%) mistos e 204 (45%) cacimbas e, no geral, representam poços rasos com profundidades de 1,30m a 21,40m. Com a relação distribuição dos 448 poços mapeados por domínios hidrogeológicos, 98% ocorrem no Sistema Aluvionar Jaguaribe e os 2% no contexto Aluvionar/eluvionar do Complexo Jaguaretama.

Em termos práticos, a construção de um poço tubular é iniciada com a avaliação do local no qual se deseja construí-lo, levando em consideração os aspectos hidrogeológicos, geomorfológicos e climáticos.

Após a determinação do local de construção, é definido o método de perfuração, os diâmetros de perfuração e do poço, o fluido de perfuração a ser utilizado, a perfilagem geofísica a ser utilizada, caso necessário, para detalhar melhor o meio aquífero ou o poço, tipo de revestimento, pré-filtro, filtro, cimentação, desenvolvimento, proteção sanitária e teste de produção. Levando em conta tais condições e considerando que as características de um aquífero estão diretamente relacionadas com a produtividade do mesmo, evita-se a construção inadequada de poços com baixas vazões, entre outras desvantagens. Sobre as etapas para construção de poço tubular, Cavalcante (1998), Costa & Filho (2000) e Cardoso (2006) sistematizam da seguinte maneira:

- *Locação* - é o ato de escolher o local onde ficará o poço para captar determinação aquífero, através de métodos tradicionais (Fotografias aéreas e imagens de satélite) ou de métodos geofísicos (principalmente a eletrorestividade e VLF- *Very Low Frequency*). A depender do método se pode ter informações adicionais para a elaboração do pré-projeto do poço;

- *Pré-Projeto* - Dirá sobre os componentes que irão nortear a construção do poço, tais como diâmetros de perfuração, dos filtros e revestimentos, pré-filtros, posicionamento da coluna filtrante, cimentação, limpeza, desenvolvimento, teste de bombeamento e instalação final.
- *Perfuração* - representa o ato de perfurar os litotipos e/ou sedimentos através de máquinas apropriadas, por métodos específicos. A perfuração de poços tubulares é composta por várias etapas até a utilização final do poço.
- *Completação* - Diz respeito ao ato de completar o poço, ou seja, colocar a tubulação do poço (revestimento e filtro), o cascalho (pré-filtro) e o cimento (cimentação). Esta refere-se aos poços construídos em material inconsolidado e em rochas sedimentares de porosidade intergranular clástica, nos quais são instalados filtros. Poços construídos em rochas cristalinas (granitos, xistos, quartzitos, etc.), com porosidade de fraturas, e calcário (porosidade de canais de dissolução) são revestidos apenas na sua parte superior, onde a rocha se encontra alterada sujeita à desmoronamentos, não se utilizando filtros.
- *Cimentação* - Consiste no preenchimento do espaço anelar existente entre os tubos e a parede do litotipo e tem a principal finalidade da união da tubulação de revestimento com a parede do poço e evitar que as águas imprégnáveis contaminem o aquífero, além de formar um tampão de selo no fundo do poço ou para corrigir desvios do furo durante a perfuração.
- *Desenvolvimento* - Os trabalhos de desenvolvimento em um poço para água objetivam a remoção do material mais fino do aquífero nas proximidades do poço aumentando, assim, a permeabilidade ao redor do poço. Além disso, estabiliza os níveis arenosos em torno de um poço dotado de filtros, permitindo fornecer água isenta de areia. Nas rochas consolidadas, o desenvolvimento atua limpando e desobstruindo as fendas e fraturas por onde circula a água. Isso tudo permite que a água possa entrar mais livremente no poço, assegurando assim, quando bem feito, o máximo de capacidade e diminuindo as perdas de cargas do aquífero para o poço. Os trabalhos de desenvolvimento, portanto, são fundamentais para o perfeito acabamento do poço.
- *Bombeamento* - É a ação da retirada da água de um poço por intermédio de um sistema de bombeamento. O ensaio de bombeamento destina-se a determinar a vazão de exploração do poço, utilizando-se o equipamento de bombeamento adequado para sua exploração, permitindo ainda a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero e das perdas de carga no poço e no aquífero. Para tanto, são feitos os registros e controle da vazão (Q), nível estático (NE) e nível dinâmico (ND), durante um teste de produção ou de aquífero.

Poço tubular é aquele utilizado para captação de água subterrânea e que recebe, após a perfuração, um revestimento constituído por tubos (metálicos ou de PVC) com diâmetro geralmente inferior a vinte polegadas (“20”), onde os revestimentos são intercalados com filtros, cuja água é explotada por meio de bombas e compressores. Na área, podem ser encontrados poços tubulares de manilha de argila e de manilha de cimento como destacam as Fotos 01 e 02 de poços no Aquífero Aluvionar em São



Foto 01– Visão externa de poço tubular

Foto 02 – Poço tubular sem proteção da boca

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

Os poços mistos podem ser individualizados em poço misto de alvenaria e tubular, poço misto de anel pré-moldado e tubular, poço misto de tijolos (alvenaria) e de anéis pré-moldados e tubular, conforme destacam as Fotos 03 e 04.



Foto 03 – Poços misto de tijolos/anéis pré-moldados

Foto 04 – Poço misto de tijolos/PVC

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015.

Os poços foram classificados quanto à profundidade segundo o Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 da Secretaria dos Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará (SRH), divididos em poços profundos (profundidade superior a 50 m), mediantemente profundos (20-50 m) e rasos (< 20 m). Segundo esta classificação, praticamente 100% desses poços são rasos, reflexo direto da profundidade da água subterrânea, espessura do pacote aluvionar e tipos de poços. Considerando os 448 poços, a profundidade máxima é de 21,4 m, a mínima de 1,30 m e a média é de 8,46 m.

Observa-se que 60 poços (13,4%) possuem revestimento de PVC, 168 (37,5%)

de tijolos (alvenaria), 32 (7,1%) de anéis pré-moldados com diâmetro de 1,10m e altura de 0,5m, 73 (16,29%) de tijolos/PVC, 102 (22,76%) de anéis pré-moldados /PVC, 04 (0,9%) de manilha de argila, 01 (0,2%) de PVC/manilhas, 03 (0,7%) de cimento, 01 (0,2%) de tijolos/manilhas, 02 (0,4%) de alvenaria/anéis pré-moldados/PVC e 02 (0,4%) de alvenaria/anéis pré-moldados.

O diâmetro do revestimento do poço está associado a fatores como filtro escolhido e diâmetro da bomba, que depende do volume de água a ser bombeado devendo, ainda, ser duas vezes o diâmetro nominal do corpo da bomba utilizada (para diminuir perdas por fricção e aumentar a eficiência da bomba).

Cacimba, Cacimbão (Amazonas – diâmetro mínimo de 2m) ou Poço Escavado Manualmente é o poço construído por escavação manual convencional, em geral de seção circular, por ser mais estável, com diâmetro predominante de 1,5 a 2m, onde a profundidade final da escavação depende da profundidade do nível estático do aquífero que se propõe explotar. É revestido com material pré-moldado, tijolos ou pedras, e a retirada de água é realizada através do uso de baldes, bombas de pequena potência, bombas manuais e cata-ventos, como destacam as Fotos 05 e 06 na região aluvionar de São João do Jaguaribe - Ceará.



Foto 05 – Visão interna de cacimbão de tijolos (alvenaria)



Foto 06 – Visão externa do cacimbão de tijolos (alvenaria)

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

Os principais problemas observados nos poços estão relacionados à locação, cimentação, proteção superior e abrigos. Os aspectos construtivos, usos, finalidades e categorias dos poços da área são relacionados ao processo de uso e ocupação do solo e estão relacionados ao processo de ocupação do solo a partir da década de 1970.

Sobre a situação atual dos poços foi feita uma sistematização considerando as categorias de poços ativos, inativos e inutilizados. *Poço ativo* é aquele que está em plena atividade, sendo explotado com finalidade doméstica ou econômica. A exploração é feita com o uso de motores elétricos, motores a diesel e cata-vento. *Poço inativo* é

aquele que está em boas condições, mas temporariamente desativado por defeito de bomba, cano quebrado etc. (Fotos 07 a 10). Quando a quadra chuvosa é consistente, é comum os agricultores desativarem o sistema de captação para diminuir os gastos com energia e para evitar o furto de bombas, fato comum na região. *Poço inutilizado* é aquele que foi abandonado, encontrando-se em estágio de deterioração e, em alguns casos, assoreamento.

Dos 448 poços cadastrados, 08 (1,79%) são comunitários e 440 (98,21%) são particulares. Quanto à finalidade, 173 (39%) são utilizados na agricultura, 197 (44%) na agropecuária, 15 (3%) possuem usos doméstico e para agricultura, 05 (1%) domésticos e agropecuária. Vale ressaltar que 45 (10%) estão sem uso, inutilizados e sem nenhuma tampa de proteção, expostos a contaminação antrópica.



Foto 07 – Poço misto anel/ PVC



Foto 08 – Cacimbão de alvenaria

Fonte: Pinheiro e Pinho 2015.



Fotos 09 e 10– Visão panorâmica de Cacimba

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

Um dos aspectos mais discutidos sobre as águas subterrâneas é a vulnerabilidade das obras de captação em relação às diversas fontes de poluição e contaminação, principalmente de origem antrópica. Dos poços mapeados, grande parte apresentava

alguma deficiência quanto aos aspectos construtivos e de proteção sanitária.

Os principais problemas construtivos observados, principalmente nos mais antigos, foram relacionados à locação, cimentação e proteção superior e abrigos. Segundo proprietário e trabalhadores locais, nem todos os poços apresentam a cimentação entre o tubo de revestimento e a parede de perfuração, cuja função principal é de isolar o revestimento tubular de modo a prevenir infiltrações verticais ao longo de sua superfície externa.

5 | O USO E A OCUPAÇÃO DO SOLO

Na aluvião do rio Jaguaribe, até o final da década de 1960, as cacimbas, cacimbões (amazonas) e poços tubulares rasos construídos com trado manual se constituíam como a principal forma de captação das águas subterrâneas com uso de cata-ventos. Na década de 1970, os cata-ventos conviveram com os gasogênios, ocorrendo a decadência de ambos, assim como do uso também das cacimbas, no final dessa década. No início da década de 1980 era comum, nesse processo de *deblacle* dos cata-ventos e gasogênios, não era incomum o uso de motores a diesel, contudo passaram a dominar os poços tubulares profundos instalados com compressores, posteriormente bombas de diferentes tipos (injetoras, centrífugas, submersas) para exploração de águas subterrâneas.

A evolução dos mecanismos de captação de água subterrânea, essencialmente a partir da década de 1980, fez aumentar a produtividade agropecuária, contudo, o aumento da demanda por água poderá acarretar o seu uso excessivo. Com as condições favoráveis de captação de água subterrânea de boa qualidade, os proprietários fundiários têm, no mínimo, um poço para dar sustentação à pequena produção de feijão, milho, arroz, mandioca, macaxeira, limão, manga, goiaba e banana, além da pecuária bovina, ovina e suína. Os agricultores mais capitalizados produzem principalmente banana.

Foram identificados como principais usos consuntivos da água na região: a agricultura irrigada, pública e privada, o consumo humano e o uso industrial. Dos 98,2% poços particulares e 1,8% comunitários, 39% têm a agricultura como finalidade, 44% são para agropecuária, 3% para uso doméstico e agricultura, 1% para uso doméstico e agropecuário; 10% estão inutilizados sem tampa de proteção, portanto, expostos a poluição e contaminação.

O processo de uso e ocupação da área sem o devido planejamento influenciou na construção de poços com escassos metros de distância em relação às fossas sépticas e em lugares próximos de acumulação de lixos orgânicos, inorgânicos, em currais e até mesmo de depósitos com resíduos de agrotóxicos ou fertilizantes químicos (Fotos 11 e 12). Vale ressaltar que, em várias situações, essas fontes de contaminação surgiram depois da construção dos poços.



Fotos 11 e 12 – Aspectos da proximidade do poço x curral de gado e de embalagens de agrotóxicos abandonadas após o uso próximo ao poço.

Fonte: Pinheiro e Pinho, 2015

As normas que estão na literatura recomendam distância mínima entre poço e fontes de contaminação/poluição como lixões, fossas sépticas e currais. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR-12244) recomenda distância mínima de trinta metros (30m) entre poço e fontes de contaminação.

A política de uso das águas subterrâneas deve privilegiar o abastecimento público, com a gestão do sistema pensada de modo a suprir principalmente as necessidades da população que vive em áreas com problemas na captação das águas superficiais, sendo que a gestão integrada entre as águas superficiais e as águas subterrâneas é a mais indicada.

6 | CONSIDERAÇÕES GERAIS

O município de São João do Jaguaribe, encontra-se completamente inserido no Polígono das Secas, que apresenta um regime pluviométrico marcado por irregularidades de chuvas, no tempo e espaço. Nesse cenário, a água constitui um bem natural de elevada limitação ao desenvolvimento socioeconômico desta região e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica de secas e seus efeitos catastróficos no âmbito regional são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

Esse quadro de escassez pode ser amenizado através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. No entanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando uma gestão eficiente. Além disso, as decisões sobre as ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade das fontes de águas superficiais e subterrâneas.

Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, que passam a ter uma importância mais significativa no suprimento da população e dos rebanhos.

Um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes, fato este agravado quando se observa a grande quantidade de captações de água subterrânea no semiárido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas por problemas possíveis de serem solucionados.

No Ceará, a exploração de águas subterrâneas tem crescido. Entretanto, ainda carece de estudos mais sistemáticos e consistentes sobre o real potencial de exploração. Até 2018, existiam cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, banco de dados sob a responsabilidade da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cerca de 21.000 poços no Ceará. Em torno de 60% estavam localizados no Meio Cristalino, 30% em ambiente sedimentar e 10% em Aluviões embora, como mostra o cadastramento realizado por Pinheiro e Pinho (2015) – 448 poços no Aquífero Aluvionar de São João do Jaguaribe – centenas de poços, senão milhares, ainda não foram cadastrados, haja vista que o último censo de poços no Ceará realizado pela CPRM remonta a década de 90.

A construção de poços para captação de água subterrânea corresponde a uma ótima alternativa como fonte de abastecimento para a população, principalmente em regiões castigadas por longos períodos de estiagem, como o caso de São João do Jaguaribe; porém, a construção de um poço corresponde a uma obra que requer conhecimentos de engenharia geológica, civil e sanitária, com o objetivo de captar água subterrânea em quantidade e qualidade determinados em projetos técnico-construtivo e dentro de uma relação custo/benefício otimizada, com vida útil média de 25 anos e tempo médio do estorno do investimento de 1/3 da vida útil da obra.

No que concerne aos poços tubulares no município de São João do Jaguaribe, não foi feito nenhum resgate sobre as etapas de construção dos poços, seja através de documentos ou por informação oral dos proprietários, haja vista que a maioria dos proprietários não mora no local onde se encontra o poço. Vale destacar, também, que é provável que a maioria dos proprietários não tenha a documentação com os dados técnicos de construção dos poços, por estes serem, predominantemente, poços tubulares rasos ou cacimbas construídas por moradores locais.

A política de uso das águas subterrâneas deve privilegiar o abastecimento público, com a gestão do sistema pensada de modo a suprir principalmente as necessidades da população que vive em áreas com problemas na captação das águas superficiais, sendo que a gestão integrada entre as águas superficiais e as subterrâneas é a mais indicada. Não há qualquer plano de gestão de uso por parte dos proprietários, que também não têm o controle racional do consumo diário, semanal ou mensal da água para as atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12244: **Construção de Poço Para Captação de Água Subterrânea**. Rio de Janeiro, 1992.

CAVALCANTE, I.N. – 1998 - **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 148p.

CARDOSO, C. A. M. – 2006 - **As Obras de Captação e os Aspectos Hidrogeológicos da Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. Curso de Mestrado em Geologia**. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE: 160p.

CARVALHO, O. – 2012 - **As Secas e seus Impactos**. In: Galvão, A. C. F.; Magalhães A. R.; Lima, J. R. A. *Questão da Água no Nordeste*, ed. 1, Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-CGEE. 2012. v. (1): p. 45-97.

CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos- Cogerh. Portal Hidrológico. Volume armazenado – Reservatórios. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/#>. Acessado em 02 de junho de 2017.

COSTA FILHO, W.D. – 2000 - **Noções Básicas Sobre Poços Tubulares. Fortaleza: ABAS**.

FEITOSA, Fernando. A. C; MANOEL FILHO, João; FEITOSA, E. C; Demétrio, J. G. A. (Coords) – 2008 - **Hidrogeologia - Conceitos & Aplicações**. Rio de Janeiro. 3ª Ed. CPRM. 812p.

PINHEIRO, Antônio Flávio Costa; PINHO, Emmanuel Arruda – 2015 - **Mapeamento Geológico e as Águas Subterrâneas do Município São João do Jaguaribe – Ceará**. (Monografia de Graduação). Fortaleza: Departamento de Geologia – UFC. 498p.

Renata Nayara Câmara Miranda Silveira; Filipe da Silva Peixoto; Raimundo Nonato Távora Costa & Itabaraci Nazareno Cavalcante – 2018 - **Drought's impact in irrigated perimeters in the Brazilian Semi-arid**. Anuário do Instituto de Geociências. Rio de Janeiro.18p.

Renata Nayara Câmara Miranda SILVEIRA; Raimundo Nonato Távora COSTA; Filipe da Silva PEIXOTO; Humberto Gildo de SOUSA; Itabaraci Nazareno CAVALCANTE; Rafael Mota de OLIVEIRA – 2016 - **Reservas hídricas subterrâneas e contribuição à gestão dos recursos hídricos em aluviões no semiárido**. Revista Geociências, UNESP, ISSN 1980-900X (Online). V. 35, n. 4, São Paulo. p. 642 – 651.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-473-3

