

**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

Imedelais 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 PARAPEBA, 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

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

Rafael Bassetto Ferreira

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.
Campinas – São Paulo.

Wanilson Luiz Silva

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.
Campinas – São Paulo.

RESUMO: A região metropolitana de Campinas (RMC), assim como todo o Estado de São Paulo, passou por intensas crises hídricas nos últimos anos. Tais períodos contribuíram para o aumento do consumo de águas provenientes de fontes naturais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar geoquímica e microbiologicamente a composição das águas naturais provenientes de 12 fontes distribuídas entre os municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia. No estudo, foram determinados coliformes totais, parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica), concentrações de íons (e.g. Ca^{2+} , Na^+ , PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , F^-), metais (e.g. Al, Mn, Ba), alcalinidade e carbono orgânico dissolvido. Os resultados mostraram que as fontes classificadas como bicarbonatadas cálcicas e sódicas mostraram-se influenciadas especialmente pela composição do aquífero, enquanto as fontes com águas cloretadas e sulfatadas indicaram maiores influências

antrópicas. Neste último caso, as águas também se mostraram, ocasionalmente, com maiores interações com o substrato rochoso. Dentre as fontes examinadas, pelo menos oito estavam de acordo com o padrão de potabilidade recomendado pelo CONAMA, e a presença de coliformes totais foi verificada apenas em duas fontes da região de Campinas. Este estudo mostrou, em geral, boa qualidade da água da grande maioria das fontes investigadas, e que concentrações muito baixas de constituintes químicos na água também devem levadas em consideração, a exemplo da fonte estudada de Paulínia que se destacou pela baixa condutividade elétrica, semelhante à da água destilada. O consumo humano desta água pode diluir os sais do organismo, se a alimentação com os íons necessários ao organismo não for controlada.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogeologia urbana; Águas naturais; Potabilidade da água

GEOCHEMISTRY AND QUALITY OF NATURAL WATER SOURCES, METROPOLITAN REGION OF CAMPINAS, SÃO PAULO

ABSTRACT: The metropolitan region of Campinas (RMC), as well as the entire state of São Paulo, has experienced intense water crises in recent years. These periods contributed to the

increase in consumption of water from natural sources. In this context, the objective of this work was to analyze geochemically and microbiologically the composition of natural waters from 12 sources distributed among the cities of Campinas, Jaguariúna and Paulínia. In the study, total coliforms, physical-chemical parameters (pH, electrical conductivity), concentrations of anions (e.g. Ca^{2+} , Na^+ , PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^- , F^-) and cations (e.g. Al, Mn, Ba), alkalinity and dissolved organic carbon were determined. The results showed that the sources classified as calcium and sodium bicarbonate were especially influenced by the composition of the aquifer, while the sources with chlorinated and sulfated water indicated greater anthropic influences. In the latter case, the waters also occasionally showed more interactions with the rocky substratum. Among the sources examined, at least eight were in agreement with the potability standard recommended by CONAMA, and the presence of total coliforms was only verified in two sources in the Campinas region. This study showed, in general, good water quality of the majority of the sources investigated, and that very low concentrations of chemical constituents in the water should also be taken into account, such as the studied source of Paulínia that was highlighted by the low electrical conductivity, similar distilled water. The human consumption of this water can dilute the salts of the organism if the feeding with the necessary ions to the organism is not controlled.

KEYWORDS: Urban hydrogeology; Natural Waters; Water Potability

1 | INTRODUÇÃO

O acesso à água potável é um direito de todos (UNESCO, 1992), e é dever do Estado proporcioná-lo, assim como realizar o monitoramento periódico dos parâmetros de qualidade (BRASIL, 2006). O acesso da população humana às fontes de águas naturais pode ser um problema, à medida que os órgãos públicos não possuem infraestrutura para monitorar a qualidade destas águas, cujo uso tem crescido, especialmente, em regiões com acelerado desenvolvimento populacional, como é o caso da Região Metropolitana de Campinas (RMC).

O aumento dos descartes inapropriados, muitas vezes por indústrias, mas também pela população, além de outros meios de contaminação – incinerações de lixo urbanos, aterros, construção civil, armazenamentos inadequados de matéria prima, vazamento de redes coletoras de esgoto, entre outros –, contribuem para o crescimento de contaminação por metais nas águas (tanto superficial quanto subterrânea) e solo (CETESB, 2019). Isso coloca cada vez mais em risco o uso deliberado de fontes naturais urbanas.

Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS (OMS, 2016), a água contaminada pode transmitir inúmeras enfermidades, incluindo diarreia aguda, cólera, disenteria, febre tifoide e poliomielite. Ainda de acordo com a OMS, calcula-se que a contaminação da água provoca mais de 500 mil mortes ao ano em todo mundo. Kawai et al. (2016) complementam que as concentrações anômalas de metais na água podem ocasionar problemas cardíacos, neurológicos, renais, entre diversas

outras doenças. Deste modo, conforme CONAMA (2005), o consumo de água potável melhora a qualidade de vida e contribui para o controle e prevenção de doenças.

Todavia, os valores anômalos nem sempre estão ligados à contaminação antrópica, podendo muitas vezes serem de origem natural (geológico/ pedológico). Segundo Pathak et al. (1994), a composição química dos solos é um importante fator de causa de maiores concentrações de metais, particularmente em fontes de águas subterrâneas. Já Andrade et al. (2007) completam que a qualidade da água também pode ser influenciada por processos naturais, como por exemplo, a pluviosidade, o intemperismo e a cobertura vegetal.

Com os recentes episódios de crise hídrica ocorridos no Estado de São Paulo, principalmente a escassez de água em 2014/2015, e os longos períodos de racionamento – além do aumento das tarifas pelas distribuidoras –, levaram a população a buscar novas fontes de recursos hídricos, o que elevou o consumo de águas provenientes de fontes naturais (CEBALHO, 2014).

Este trabalho objetivou determinar a qualidade química e microbiológica (coliformes totais) das águas naturais procedentes de fontes que são consumidas pela população nos municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia (SP), além de tentar compreender os efeitos dos processos naturais ou antrópicos sobre a composição destas águas.

Nestes municípios, fontes naturais são utilizadas para os mais variados fins, inclusive para consumo humano e animal. A falta de dados sobre estas fontes coloca em dúvida sua qualidade perante as normas de órgãos reguladores, reforçando assim, a necessidade de estudos sistemáticos sobre os aspectos físico-químicos (e.g. pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade, carbono orgânico dissolvido, nutrientes, metais traço e íons em geral) e microbiológicos (coliformes totais).

2 | ÁREA DE ESTUDO

A área estudada se localiza na RMC, São Paulo, especificamente nas cidades de Campinas (bairros: Alto do Taquaral/RBF-01, Vila Nogueira/RBF-02, Nossa Senhora Aparecida/RBF-03, Colina das Nascentes/RBF-04, Jardim Garcia/RBF-05, Jardim São José/RBF-06, São Bernardo/RBF-07, Jardim Estoril/RBF-08, Jardim Esmeraldina/RBF-09, Jardim Carlos Lourenço/RBF-10), Jaguariúna (RBF-11) e Paulínia (RBF-12) (**Fig.1**). Os três municípios compõem aproximadamente 50% dos habitantes da RMC (IBGE, 2016).

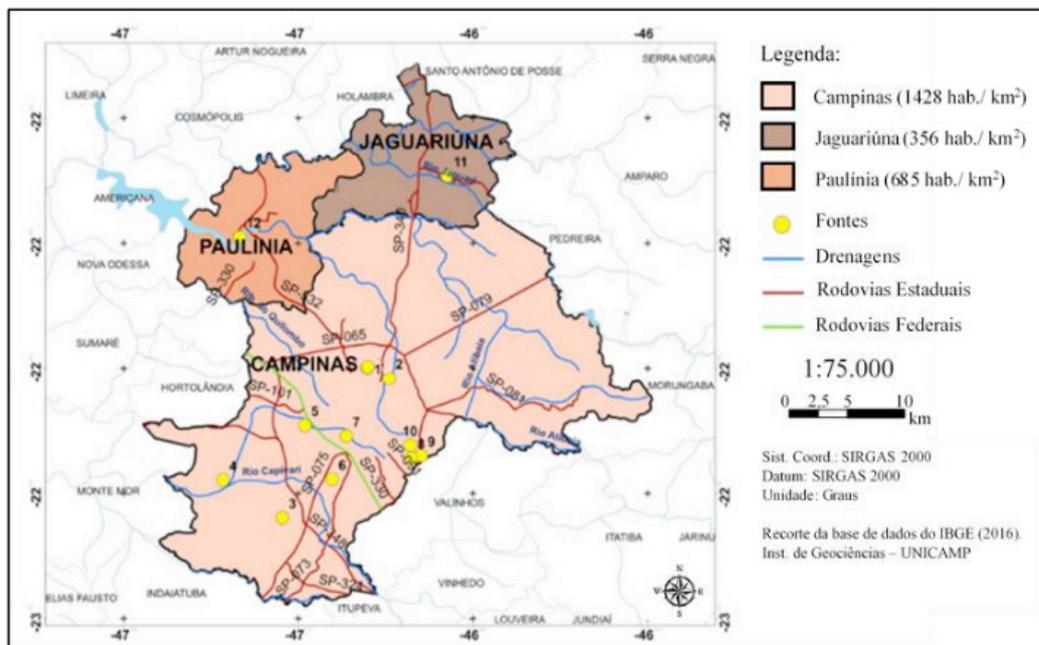


Figura 1: Mapa de distribuição das fontes (pontos amarelos) nos municípios de Campinas, Jaguariúna e Paulínia (Região Metropolitana de Campinas), com a densidade demográfica. Recorte da base de dados do IBGE (2016). Legenda das fontes: 1 – RBF-01/Alto do Taquaral; 2 – RBF-02/Vila Nogueira; 3 – RBF-03/Nossa Senhora Aparecida; 4 – RBF-04/Colina das nascentes; 5 – RBF-05/Jardim Garcia; 6 – RBF-06/Jardim São José; 7 – RBF-07/São Bernardo; 8 – RBF-08/Jardim Estoril; 9 – RBF-09/Jardim Esmeraldina; 10 – RBF-10/Jardim Carlos Lourenço; 11 – RBF-11/Jaguariúna; 12 – RBF-12/Paulínia.

De acordo com o CEPAGRI (2017), a classificação climática da região é Cwa (classificação de Köppen), ou seja, clima tropical de altitude, com verões quentes e úmidos (25 °C/ 275 mm – janeiro), e invernos frios e secos (20 °C/ 25 mm – agosto). Com precipitação média de 1400 mm/ano.

A paisagem geomorfológica da região pode ser dividida entre dois grandes compartimentos geomorfológicos: o Planalto Atlântico, a leste, e a Depressão Periférica, a oeste (ALMEIDA, 1964).

Geologicamente, a leste está o embasamento cristalino – Complexo Itapira (gnaisses), Suíte Jaguariúna (granitoides), Complexo Morungaba (granitos) e Complexo Varginha-Guaxupé (Orto/Paragnáissica migmatítica) –, além das zonas de Cisalhamento Campinas e Valinhos.

A oeste está a Bacia Sedimentar do Paraná – rochas sedimentares diversas do sub-grupo Itararé, intercaladas com diques/*sills* de diabásio da Formação Serra Geral (YOSHINAGA-PEREIRA, 1996; IG, 2009).

Os sistemas aquíferos Cristalino, Diabásio e Tubarão compõem a hidrogeologia da região (IG, 2009). O sistema Cristalino (rochas do embasamento), de acordo com Ezaki et al. (2014), apresenta predomínio de águas bicarbonatadas cálcicas e sódicas (Ca-Na-HCO₃). O sistema Diabásio (intrusivas da Formação Serra Geral) possui água com boa qualidade para o consumo humano (IRITANI; EZAKI, 2012). O sistema Tubarão (sedimentos arenosos do sub-grupo Itararé), segundo Vidal (2002), é composto por águas bicarbonatadas cálcicas na borda leste e bicarbonatadas sódicas

e mais salina a oeste. Neves et al. (2006) complementam que este sistema também está enriquecido em sulfato e fluoreto.

A distribuição pedológica na região é ampla e diversificada, reflexos da distribuição litológica diferenciada, contudo, destacam-se os Latossolos e Argissolos (VALLADARES et al., 2008).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A amostragem foi realizada em outubro/2016 em 12 fontes, das quais 10 foram em Campinas, uma em Jaguariúna e outra em Paulínia. Todo o procedimento manual de amostragem foi realizado com luvas nitrílica descartáveis sem amido. Em cada fonte foram coletados 3 L de água em recipientes previamente ambientados e determinado:

- Parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica – CE) com equipamento Orion Star A216 (Thermo);
- Alcalinidade (bicarbonato) via Titulador Automático Compacto G20S (METTLER TOLEDO).
- Com amostras filtradas (membrana Millipore de 0,22 μm de porosidade) foram determinados:
- Carbono orgânico dissolvido – COD (analisador de carbono Multi N/C 2100S da Analytik Jena, método NPOC);
- Fosfato via espectrofotômetro GENESYS 10S UV-Vis (Thermo);
- Cátions e ânions maiores foram analisados por cromatografia de íons (Dionex ICS 2500);
- Metais traço – com amostra acidificada com HNO_3 1 % (v/v) –, via ICP-MS XseriesII (Thermo).
- Coliformes totais (CT) – teste presuntivo com caldo de sulfato triptose (LST) e teste confirmativo caldo verde brilhante bile 2 % (VB), ambos com período de incubação de 48 h.

Para o controle de qualidade analítica, materiais de referência de água foram analisados e os resultados mostraram-se na faixa aceitável de variação de 10 % dos valores certificados. Análise de duplicata mostrou que mais de 80 % de todos os dados estavam com variação em torno de ± 5 %. Em geral, o balanço de cargas (cátions e ânions) foi satisfatório, dentro da faixa de ± 5 %.

Este trabalho utilizou condições e padrões de águas classificadas como de Classe I, as quais são destinadas ao abastecimento humano, após tratamento simplificado – clarificação por meio de filtração e desinfecção, e correção de pH quando necessário (CONAMA – Resolução 357/05).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros analisados – pH, CE, COD, alcalinidade, CT, íons e metais – estão agrupados na Tabela 1. Alguns resultados que não se enquadravam na faixa permitida pelos órgãos reguladores, como o CONAMA (Resolução nº 357/05), foram destacados.

O pH das águas naturais da região foi levemente ácido (4,77 a 6,66; em geral, abaixo da referência CONAMA), o que refletiu nos baixos valores de alcalinidade, especialmente nos pontos RBF-07 e 12 (ausência de bicarbonato).

Os níveis de flúor também foram baixos (inferiores à recomendação CONAMA), enquanto os níveis de CE variaram muito, sendo tão altos quanto $425 \mu\text{S cm}^{-1}$ (RBF-7) ou baixo quanto $5,2 \mu\text{S cm}^{-1}$ (RBF-12). Este último valor é semelhante aos encontrados em água destilada.

Os níveis de COD foram elevados especialmente nos pontos RBF-05, 07 e 11. Os níveis de fosfato superaram os valores recomendados pelo CONAMA nas fontes RBF-06 e 07.

Concentrações de nitrato acima do CONAMA foram identificadas em várias fontes (RBF-02, 07, 08, 10, 11), assim como Al (RBF-04, 07), Mn (RBF-04, 07) e Ba (RBF-04, 10). Os valores de CT foram mensuráveis em RBF-07 e 10.

A fonte RBF-05 foi a única a apresentar valor acima do limite de detecção (0,005 mg/L) de brometo. Já a fonte RBF-10 foi a única com concentração de nitrito acima do limite de detecção (0,005 mg/L).

Parâmetros	RBF 01	RBF 02	RBF 03	RBF 04	RBF 05	RBF 06	RBF 07	RBF 08	RBF 09	RBF 10	RBF 11	RBF 12	Média	Conama
pH	5,54	5,45	4,77	4,66	6,66	5,95	3,96	5,65	5,61	5,70	5,71	5,65	5,44	6-9
CE ($\mu\text{S/cm}$)	137	187	41	97	166	122	425	285	82	307	164	5	168	–
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	32,81	17,44	7,05	4,89	26	70,10	–	22,83	19,69	24,35	12,42	–	19,80	–
COD ($\mu\text{g/L}$)	713	493	486	574	3030	717	2100	594	758	880	1110	894	1029	–
CT *	<3	<3	<3	<3	<3	<3	4,6 x 10²	<3	<3	>1,1 x 10³	<3	<3	–	–
Cátions e ânions (mg/L)														
Ca ²⁺	6,38	10,50	1,33	2,08	15,20	12,10	16,90	15,30	4,38	22,10	6,43	–	9,39	–
Mg ²⁺	2,87	7,03	0,87	2,52	1,52	3,62	3,91	8,02	2,39	5,71	2,45	–	3,41	–
Na ⁺	13,10	10,80	1,80	5,46	11,00	7,66	44,20	24,10	5,53	23,10	15,60	0,48	13,57	–
K ⁺	6,00	3,89	3,77	7,52	4,75	2,36	9,93	5,89	3,41	7,38	10,6	–	5,95	–
PO ₄ ³⁻	0,001	0,048	0,003	0,001	0,005	0,128	0,118	0,024	0,019	0,024	0,06	0,011	0,037	0,1
NO ₃ ⁻	3,73	10,70	1,87	8,11	1,23	0,85	27,9	22	4,76	21,90	12,20	0,03	9,61	10
NO ₂ ⁻	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,05	–	–	–	1,0
SO ₄ ²⁻	1,44	0,25	0,37	0,18	1,69	0,93	2,07	0,90	0,05	0,73	0,49	–	0,76	250
Br ⁻	–	–	–	–	0,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–
F ⁻	0,05	0,03	–	–	0,66	0,04	0,07	0,02	0,05	–	0,06	–	0,08	1,40
Cl ⁻	14,40	22,40	2,00	5,22	32,30	2,34	56,40	23,40	4,04	29,10	14,50	0,06	17,18	250
Metais (ng/mL)														
Al	–	10	3	160	14	3	1326	–	–	–	47	2	130	100
Mn	6	14	5	106	1	1	846	3	2	10	33	1	86	100

Ba	150	371	168	870	51	120	602	325	243	826	496	3	352	700
Li	0,19	4,40	0,78	0,61	0,33	2,71	2,49	1,14	2,48	9,93	5,18	0,28	2,54	2500
As	-	-	0,02	-	-	0,11	-	0,12	0,03	0,01	0,02	-	0,03	10
Rb	12,3	5,42	9,55	18,40	12,90	0,83	15,30	9,16	9,71	3,86	21,80	0,29	10,00	-
Sr	113	144	28	96	86	90	122	266	62	263	111	0,5	115	-
Ni	-	4,18	0,75	3,21	0,95	0,30	9,42	1,60	1,35	2,51	0,32	-	2,05	25
Pb	-	0,006	0,004	0,707	0,011	-	6,97	0,011	0,028	0,045	0,951	0,093	0,153	10
U	0,011	0,014	0,186	0,031	0,007	0,076	4,978	0,007	0,195	0,002	0,203	0,018	0,48	20
V	0,33	0,51	0,08	0,61	0,68	1,38	0,74	0,97	0,19	0,51	0,42	0,04	0,54	100
Cr	-	-	0,79	-	-	2,25	-	6,67	0,45	0,69	-	-	0,90	50

Tabela 1 – Parâmetros das amostras de água e valores reguladores do CONAMA. Dados em negrito estão acima destes valores.

* NMP/mL= Número Mais Provável por mililitro de produto analisado.

Para a classificação hidroquímica das amostras, os dados de concentração iônica foram plotados no diagrama de Piper (**Fig. 2**), com o auxílio do *software* Qualigraf (2017).

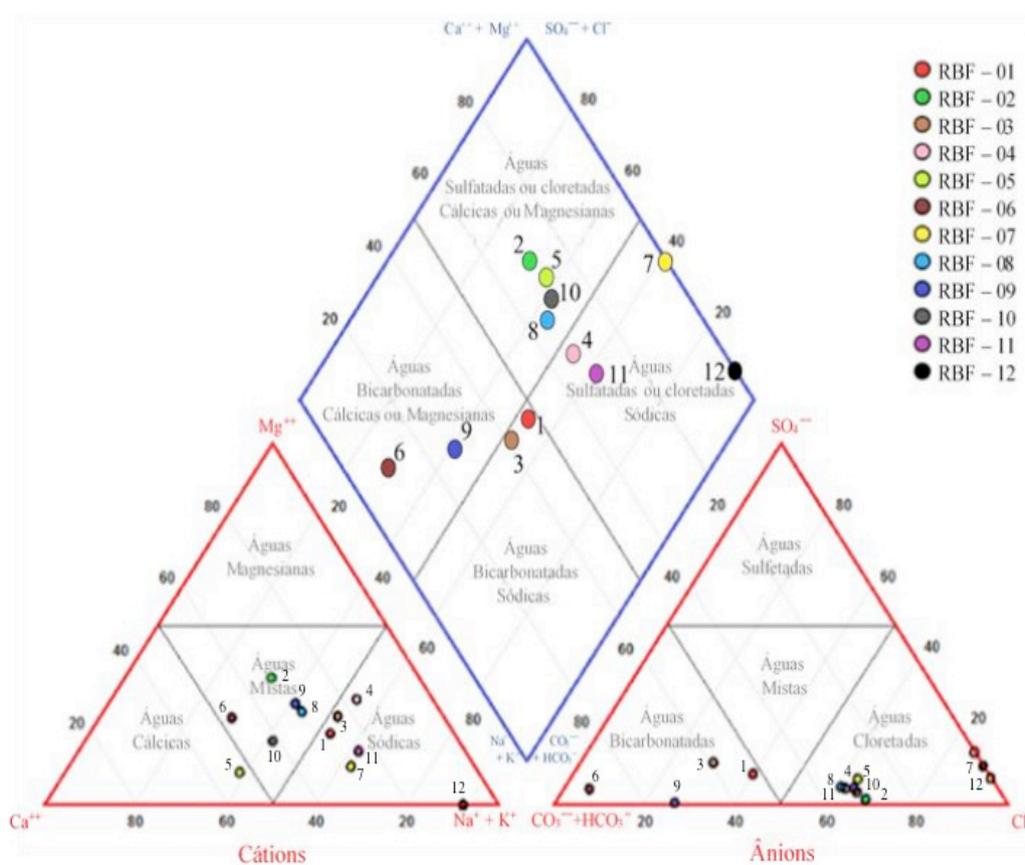


Figura 2: Diagrama de Piper com os tipos hidroquímicos e as fontes analisadas. 1 – RBF-01/ Alto do Taquaral; 2 – RBF-02/Vila Nogueira; 3 – RBF-03/Nossa Senhora Aparecida; 4 – RBF-04/ Colina das nascentes; 5 – RBF-05/Jardim Garcia; 6 – RBF-06/Jardim São José; 7 – RBF-07/ São Bernardo; 8 – RBF-08/Jardim Estoril; 9 – RBF-09/Jardim Esmeraldina; 10 – RBF-10/Jardim Carlos Lourenço; 11 – RBF-11/Jaguariúna; 12 – RBF-12/Paulínia.

4.1 Águas Bicarbonatadas Sódicas

As fontes RBF-01 e 03 foram classificadas como bicarbonatadas sódicas (**Fig. 2**). Embora os contextos hidrogeológicos sejam diferentes, aparentemente sofrem influência dos aquíferos Cristalino (RBF-01) e Tubarão (RBF-03), nos quais predominam este tipo composicional (VIDAL, 2002; EZAKI et al., 2014).

A fonte RBF-01 (**Fig. 3A**) está localizada no domínio da Suíte Jaguariúna, em Latossolo Vermelho. Por estar em uma zona de intenso urbanismo, com shopping center e condomínios, e ter leve tendência à água sulfatada/cloretada, é possível que esta amostra tenha recebido influência antrópica.

Por outro lado, a fonte RBF-03 (**Fig. 3C**) está no domínio do sub-grupo Itararé, em Latossolos Vermelho Amarelo – Neossolos. A água apresentou baixas concentrações de metais e os menores valores de COD e CE (**Tab.1**), podendo ser reflexo do solo pouco desenvolvido (IAC, 2016). Ademais, se localiza em uma região de baixa urbanização, sem grandes infraestruturas, mas com grande acúmulo de lixo urbano, o qual parece não exercer influência na composição da água.

4.2 Águas Sulfatadas ou Cloretadas Cálcicas/Magnesianas

As fontes RBF-02, 05, 08, 10 apresentaram águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas/magnesianas (**Fig. 2**). As amostras RBF-02, 08, 10, estão no aquífero Cristalino (rochas do embasamento) e mostraram maior teor de Mg que a amostra RBF-05, sugerindo maior solubilidade dos minerais da rocha.

A fonte RBF-02 (**Fig. 3B**) está no domínio do Complexo Varginha-Guaxupé, em Argissolo Vermelho Amarelo, o qual é caracterizado pela baixa fertilidade química (IAC, 2016). As altas concentrações de metais (e.g. Mg, Ni, Li, Sr) indicam que esta fonte recebe mais influência do substrato rochoso do que do aquífero – bicarbonatado cálcico (EZAKI et al., 2014). Contudo, a concentração levemente acima do valor máximo permitido de nitrato (**Tab.1**), que ocorre naturalmente em concentrações baixas, induz a uma associação de contaminação com efluentes domésticos (MAGALHÕES-SILVA; BROTTTO, 2014), tornando-a imprópria para o consumo. O fato de a fonte amostrada estar localizada no centro urbano, corrobora esta hipótese.

A fonte RBF-05 (**Fig. 3D**), diferentemente das outras fontes, apresentou tendência mais cálcica, mas também se destacou pelos maiores valores de pH, COD e F^- (**Tab. 1**). Além de ser a única a ter valores detectados de Br^- (**Tab.1**). A fonte está sobre Latossolo Vermelho Amarelo e o sub-grupo Itararé, mas próximo às rochas intrusivas básicas. De acordo com Ezaki et al. (2014), o alto valor de flúor ($0,66 \text{ mg L}^{-1}$) está relacionado à alteração de argilominerais e micas de rochas sedimentares. Os autores ressaltam que o aquífero Tubarão apresenta maiores teores deste halogênio que o aquífero Cristalino. Desta forma, a fonte aparentemente recebe cargas tanto da rocha quanto do aquífero.

A fonte RBF-08 (**Fig. 3G**) está sobre o Complexo Varginha-Guaxupé, em

Argissolos Vermelho Amarelo. A água possui elevada concentração de Mg e Na, diferenciando-se, portanto, da composição química geral do aquífero, descrito por Ezaki et al. (2014), indicando forte relação com as rochas do embasamento. A concentração elevada de nitrato (acima do permitido) torna a água imprópria para o consumo de acordo com os órgãos reguladores. Maiores valores de V, Cr e Sr, provenientes possivelmente dos metassedimentos migmatíticos, já que esses metais não ocorrem em altas concentrações naturalmente em águas subterrâneas (VIDAL, 2002), contribuem para esta hipótese.

A fonte RBF-10 (**Fig. 3I**) está geologicamente sobre o Complexo Varginha-Guaxupé, em Argissolos Vermelho Amarelo. Elevados valores de nitrato, bário e coliformes, indicam grande influência antrópica, o que tornou a água imprópria para o consumo, conforme os órgãos reguladores. Vale ressaltar que foi a única que apresentou nitrito acima do limite de detecção instrumental ($0,05 \text{ mg L}^{-1}$).

4.3 Águas Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas

As fontes RBF-06 e 09 estão sobre o Complexo Varginha-Guaxupé, no sistema aquífero Cristalino, em Argissolo Vermelho Amarelo. De acordo com o diagrama de Piper (**Fig. 2**), tratam-se de águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, indicando relação com o aquífero.

A fonte RBF-06 (**Fig. 3E**) se destaca pelo elevado valor de fosfato ($0,128 \text{ mg L}^{-1}$), acima do permitido pelo CONAMA (2005), a tornando imprópria ao consumo. Embora a textura e composição do solo sejam propícios ao acúmulo de fosfato, por ser argiloso (ESTEVES, 2011), elevados valores deste nutriente indicam origem antrópica, podendo ser de origem doméstica ou industrial (ESTEVES, 2011). A fonte está canalizada e aflora na margem de um riacho, em uma região de infraestrutura precária.

A fonte RBF-09 (**Fig. 3H**) mostrou baixo valor de CE, resultado da baixa concentração de diversos metais e pouca interação com a rocha do substrato.

4.4 Águas Cloretadas Sódicas

As fontes RBF-04, 07, 11 e 12 foram classificadas como cloretadas sódicas. As fontes RBF-04 e RBF-07 estão sobre o subgrupo Itararé, em Latossolo Vermelho-Amarelo, no sistema aquífero Tubarão. Já as fontes RBF-11 e 12 estão geologicamente sobre a Suíte Jaguariúna e o sub-grupo Itararé, respectivamente, mas ambas estão sobre o aquífero Cristalino e Argissolo.

A fonte RBF-04 (não ilustrada na Figura 3) se destacou pela elevada concentração de Al, Ba e Mn (**Tab.1**), com valores acima do permitido pelo CONAMA (2005). A baixa alcalinidade, assim como altas concentrações dos metais, são reflexo do pH ácido (4,66). Segundo Vidal (2002), em condições ácidas ocorre a substituição/dissolução dos minerais primários, como o feldspato. Deste modo, a fonte recebe grande influência do substrato rochoso.

A fonte RBF-07 (**Fig. 3F**) contém a água mais inadequada para o consumo humano, mostrando diversos parâmetros (**Tab.1**) acima do permitido pelo CONAMA (2005). Os maiores níveis de nitrato, CT e diversos metais (e.g. Al, Mn, Pb e U) deste estudo foram encontrados neste ponto (**Tab. 1**) e indicam forte influência antrópica em sua composição. Corrobora esta possibilidade o fato de a CETESB (2015) ter reportado uma fonte de contaminação industrial por metais, solventes halogenados e metano na área deste ponto, atualmente em processo de remediação. O elevado valor de CE é reflexo da alta concentração de metais na água, assim como a ausência de bicarbonato está relacionado ao pH muito ácido (3,96). A presença de CT reforça o alto teor de COD encontrado.

A fonte RBF-11 (**Fig. 3J**) mostrou elevada concentração de metais (e.g. K, Sr, Li, Rb) que indicam a forte influência da rocha granítica. A elevada concentração de nitrato (**Tab.1**), acima do valor máximo regulado, torna esta fonte imprópria para o consumo, além de contribuir para o alto teor de COD (segundo maior entre as amostras analisadas). A fonte está em uma praça de recreação no centro da cidade e, segundo os moradores, o consumo é elevado.

A fonte RBF-12 (**Fig. 3K**) é antagônica a fonte RBF-07, com concentrações muito inferiores de íons/metais que as outras fontes, muitas vezes abaixo do limite de detecção. É provável que este ponto no momento da amostragem tenha recebido forte influência de água meteórica, com pouco tempo de residência em subsuperfície. Tal hipótese está embasada no valor de CE muito baixo ($5,18 \mu\text{S/cm}$), o qual se assemelha a água de chuva (MATTHESS, 1982).

A Organização Mundial de Saúde investigou os efeitos da água desmineralizada (baixa condutividade elétrica) sobre a saúde, e os experimentos em humanos mostraram que este tipo de água aumentava a diurese (produção de urina pelo rim) e a eliminação de eletrólitos (íons dissolvidos), com diminuição da concentração sérica de potássio (KOZIEK, 2005).



Figura 3 – Fontes: (A) RBF-1/Alto do Taquaral; (B) RBF-2/Vila Nogueira; (C) RBF-3/Nossa Senhora Aparecida; (D) RBF-5/Jardim Garcia; (E) RBF-6/Jardim São José; (F) RBF-7/São Bernardo; (G) RBF-8/Jardim Estoril; (H) RBF-9/Jardim Esmeraldina; (I) RBF-10/Jardim Carlos Lourenço; (J) RBF-11/Jaguariúna; (K) RBF-12/Paulínia.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas da Região Metropolitana de Campinas estão dentro do padrão de potabilidade, mas com ressalvas. As fontes dos bairros Alta Taquaral (RBF-01), Nossa Senhora Aparecida (RBF-03), Jardim Garcia (RBF-05), Jardim Esmeraldina (RBF-09) e de Paulínia (RBF-12) estão de acordo com os padrões aceitos pelos órgãos reguladores. Entretanto, a água da fonte de Paulínia, com as baixas concentrações de metais e nutrientes dissolvidos, pode trazer sérios problemas a saúde (KOZIEK,

2005).

A fonte de Jaguariúna (RBF-11) e dos bairros Vila Nogueira (RBF-02) e Jardim Estoril (RBF-08) de Campinas apresentaram valores acima do permitido de nitrato, o que sugere contaminação por efluentes domésticos, segundo Magalhães-Silva e Brotto (2014).

Do mesmo modo, as fontes dos bairros Colina das Nascentes (RBF-04) e Jardim São José (RBF-06), em Campinas, apresentaram valores de metais (e.g. Al, Mn e Ba) e fosfato, respectivamente, acima do máximo permitido pelos órgãos reguladores, indicando influência antrópica na composição da água.

As fontes dos bairros São Bernardo (RBF-07) e do Jardim Carlos Lourenço (RBF-10) também são impróprias para o consumo, pois além dos elevados valores de nitrato e alguns metais, apresentaram coliformes totais. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) a ausência deste indicador seria o recomendado.

Em uma análise geral, as fontes mostraram alta associação com os seus respectivos aquíferos. As composições das águas variaram entre bicarbonatadas-cálcicas, sódicas e magnesianas, quando a relação com o aquífero era mais intensa, e cloretadas sódicas quando a interface rocha-água ou a influência antrópica era predominante.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista. Geologia do estado de São Paulo.** São Paulo, Instituto de Geografia e Geologia. Boletim 41, 96 p., 1964.

ANDRADE, E. M. et al. **Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1791-1797, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF. Ministério da Saúde, 212 p., 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** 2011.

CEBALHO, C. Em meio a estiagem, minas são potencial subestimado. Correio Popular, Campinas, 13 abr. 2014. Disponível em: http://correio.rac.com.br/_conteudo/167958.html. Acessado em 21 mar. 2019.

CEPAGRI – Centro de Pesquisa Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos municípios paulistas.** Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br>. Acessado em: 06 fev. 2017.

CETESB - Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Áreas contaminadas e reabilitadas do estado de São Paulo.** 2015.

CETESB - Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Poluição das águas subterrâneas.** 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>. Acessado em 14 mar. 2019.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). **Dispõe sobre a classificação dos corpos**

de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. (Resolução nº 357) Ministério do Meio Ambiente. Brasília, n. 053, p. 58-63, 2005.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Interciência/Finep. 3ª ed., Rio de Janeiro, 2011.

EZAKI S. et al. **Hidroquímica dos aquíferos Tubarão e Cristalino na região de Indaiatuba-Rafard, Estado de São Paulo.** Pesquisas em Geociências, v. 41, p. 65-79, 2014.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. **Solos do estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solossp>. Acessado em 28 nov. 2016.

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Cidades.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acessado em 05 nov. 2016.

IG – Instituto Geológico. **Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP).** São Paulo. Relatório Técnico, v. 2, 2009.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do estado de São Paulo.** Secretaria do meio ambiente, Instituto Geológico. 3ª ed. São Paulo. 104 p., 2012.

KAWAI, B. et al. **Poluição ambiental por metais.** Disponível em: <http://www.fernandosantiago.com.br>. Acessado em: 19 out. 2016.

KOZISEK, F. **Health risks from drinking demineralied water. Nutrients in drinking water. World health organization.** ISBN 92-4-159398-9, p. 148-159, 2005.

MAGALHÃES-SILVA, L. C.; BROTTTO, M. E. **Nitrato em água: ocorrência e consequências. Escola superior de química.** Faculdade Oswaldo Cruz. 2014.

MATTHESS, G. **The properties of groundwater.** 1982. In. SZIKSZAY, M. Geoquímica das águas. Universidade de São Paulo, 1994.

NEVES, M. A.; MORALES, N.; PEREIRA, S. Y. **Caracterização hidrogeológica dos sistemas aquíferos Cristalino e Tubarão na bacia do rio Jundiá (SP).** Águas Subterrâneas, v. 20, n. 1, p. 47-66, 2006.

OMS – Organização mundial da saúde. **Água.** Nota descritiva nº 391, 2015. Disponível em: <http://www.who.int>. Acessado em: 19 out. 2016.

PATHAK, S. P. et al. **Potability of water sources in relation to metal and bacteri al contamination in Some Northern and North-Eastern Districts of India.** Environmental Monitoring and Assessment, v. 33, p.151-160, 1994.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Declaração Universal dos Direitos da Água.** Paris, 1992. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br>. Acessado em 15 out. 2016.

VALLADARES, G.S.; COELHO, R.M.; CHIBA, M.K. **Mapa pedológico semidetalhado do município de Campinas, SP.** Legenda Expandida, n. 24. Campinas, SP, 2008.

VIDAL, A.C. **Estudo Hidrogeológico do Aquífero Tubarão na Área de Afloramento da Porção Central do Estado de São Paulo.** Rio Claro, 2002. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP. 2002.

YOSHINAGA-PEREIRA S. **Proposta de representação cartográfica na avaliação hidrogeológica**

para o estudo de planejamento e meio ambiente, exemplo da região metropolitana de Campinas-SP. Campinas, 1996, 190 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1996.

Yoshinaga-Pereira, S.; Silva, A. A. K. **Condições de ocorrência das águas subterrâneas e do potencial produtivo dos sistemas aquíferos na região metropolitana de Campinas – SP.** Rev. IG São Paulo, p. 23-40, 1997.

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

