

**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
Itapotiará 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
Silvia 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

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

Estefânia Fernandes dos Santos

UNIFEI, Instituto de Recursos Naturais
Itajubá - MG

Leila Nunes Menegasse Velasquez

UFMG, Instituto de Geociências
Belo Horizonte - MG

RESUMO: Os recursos hídricos subterrâneos da Bacia do rio Verde Grande são de grande importância para a subsistência e desenvolvimento da região, devido à intermitência das drenagens superficiais e em grande parte a má distribuição e intensidade das chuvas na bacia. A análise das potencialidades dos aquíferos foi desenvolvida na área da Bacia do rio Verde Grande, com a pretensão de aumentar o conhecimento dos dados existentes da bacia, de fazer uma análise estatística dos dados, obter valores de Transmissividade dos aquíferos presentes nos Domínios hidrogeológicos da Bacia e compará-los com os ambientes climáticos existentes nessa região. É observado que os Domínios Hidrogeológicos detêm uma capacidade e transmissividade condizentes com os ambientes climáticos. Isso favorece a perenidade de águas subterrâneas ao longo da área semiárida possibilitando o desenvolvimento da região.

PALAVRAS-CHAVE: Aquíferos; Potencialidades; Bacia do Rio Verde Grande

ABSTRACT: The groundwater resources of the Verde Grande river basin are of great importance for subsistence and development of the region, due to the intermittent surface drainage and to a large extent the poor distribution and intensity of the rains in the basin. The analysis of aquifer potentials was developed in the area of the Verde Grande River basin, with the aim of increasing the knowledge of the basin's existing data, to make a statistical analysis of the data, to obtain values of Transmissivity of the aquifers present in the Hydrogeological Domains of the Basin and to compare them with the climatic environments existing in that region. It is observed that the Hydrogeological Domains have a capacity and transmissivity compatible with the climatic environments. This favors the perennality of groundwater throughout the semi-arid area, allowing the development of the region.

KEYWORDS: Aquifers, Potentials; Green River Basin

1 | INTRODUÇÃO

A análise das potencialidades dos aquíferos foi desenvolvida na área da Bacia do rio Verde Grande, afluyente da margem direita do rio São Francisco, com superfície aproximada de 27.000 km² no estado de Minas Gerais. Insere-se na sua maior parte, em uma zona rebaixada

denominada de “Depressão Sanfranciscana”, com altitudes médias entre 500 e 600 metros. Nessa Bacia, de acordo com ANA (2002), ocorrem importantes mananciais de água subterrânea que vêm sendo intensivamente utilizados para abastecimento público, irrigação e consumo animal.

De acordo com ANA (2002), ocorrem importantes mananciais de água subterrânea que vêm sendo intensivamente utilizados para abastecimento público, irrigação e consumo animal. Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento substancial do número de perfurações de poços de grande vazão para utilização agrícola. Em algumas áreas, já se registram conflitos de uso e superexploração, com interferências entre poços e rebaixamentos acentuados dos níveis de água. Segundo ANA (2009), os primeiros registros de conflito entre usuários de água na região surgiram em fins de 1988, e a partir da crescente demanda e, conseqüentemente, redução da disponibilidade hídrica, criou um quadro de dificuldades de compatibilização dos vários usos.

A individualização das unidades hidrogeológicas para esse estudo foi feita com base na sua natureza litológica, permeabilidade e compartimentação geomorfológica. Foi utilizado como referências as descrições dos sistemas aquíferos em Minas Gerais segundo Souza (1995) na escala 1:3.500.000, (Figura 1) utilizando também a compilação das descrições destes sistemas nos trabalhos de CETEC (1981 e 1995) e Mourão et al. (2001):

- i) Domínio Cárstico - composto por calcários com termos pelíticos subordinados, encontrados ao sul da parte oriental da bacia;
- ii) Domínio Fissurado-cárstico - de natureza pelito-carbonatada, ocorre em toda a porção ocidental ao norte da área da bacia;
- iii) Domínio Fissurado – ocorre na parte extrema oriental da bacia, de norte a sul, onde estão as rochas do embasamento, corpos granitóides, sequências metavulcanossedimentares e litotipos do Grupo Macaúbas e Supergrupo Espinhaço;
- iv) Domínio Granular – esse Domínio é constituído pelos arenitos do Grupo Urucuia e os sedimentos detríticos de cobertura.

A análise hidroclimatológica da bacia pôde definir dois grandes Domínios climáticos, um sub-úmido que abrange o alto e médio Verde Grande, e um semiárido, que compreende o baixo curso até a divisa do estado.

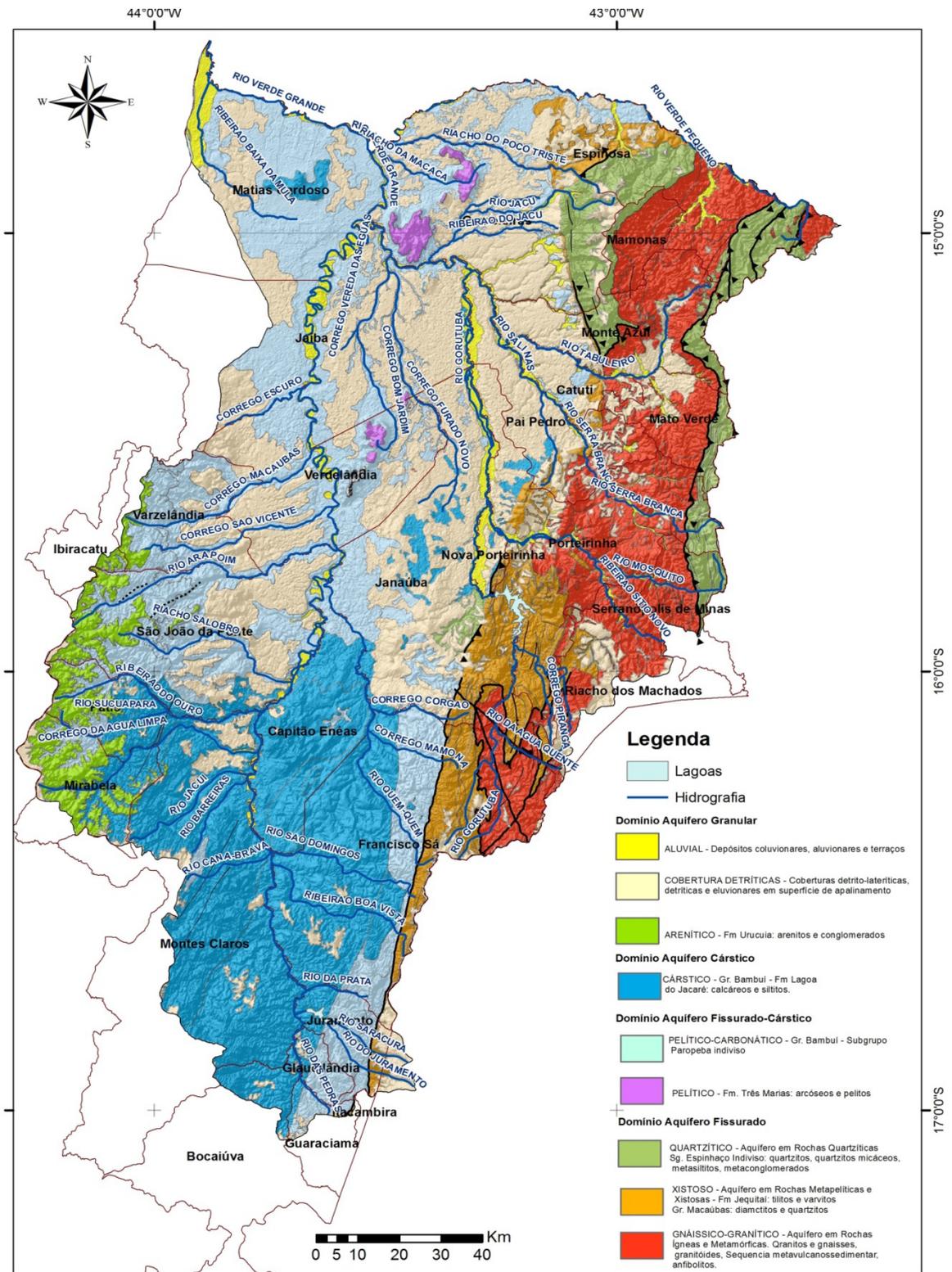


Figura 1. Mapas de Domínios Hidrogeológicos da Bacia do Rio Verde Grande – MG (Modificado de CPRM, 2007)

2 | POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS

Os dados do cadastro de usos de águas subterrâneas, realizado pela CPRM, e armazenados em forma de consulta livre pelo SIAGAS (consultados em dezembro de 2011), foram utilizados como base para a determinação das potencialidades dos sistemas aquíferos definidos para a bacia do rio Verde Grande, por apresentarem uma

maior distribuição na bacia. Os dados existentes de uso das águas subterrâneas na bacia registrou a presença de 4.227 pontos d'água, sendo 21 fontes naturais, 29 poços escavados (cacimba ou cisterna) e 4.176 poços tubulares. Como os poços tubulares representam a grande maioria dos pontos d'água cadastrados, esse diagnóstico foi restrito a esta categoria. O conjunto dos dados levantados dos poços tubulares apresentou a seguinte distribuição: 68% apresentam valores de profundidade, 54% têm dados de vazão, 54% contêm informações de nível estático e 44% de nível dinâmico. Sobre a locação dos poços, 68% possuem informações sobre formação geológica. Na Tabela 1 é mostrada a situação dos poços tubulares selecionados para estudo dos parâmetros, contendo uma estatística geral. Objetivando verificar a forma de distribuição dos parâmetros hidráulicos por Domínios hidrogeológicos e climatológicos da bacia, os dados dos poços tubulares foram caracterizados de acordo com a localização analisando a correlação entre os parâmetros e Domínios.

Estatística dos poços tubulares	Profundidade final (m)	Nível dinâmico (m)	Nível estático (m)	Capacidade específica m³/h. m	Vazão de estabilização (m³/h)	Condutividade elétrica (mS /cm)
Média	83,20	37,92	17,79	5,76	15,81	947,45
Desvio padrão	11,57	17,85	14,71	25,78	26,76	591,89
Coefficiente de Variação %	14%	47%	83%	447%	169%	62%
Máximo	101,00	52,30	50,00	600	360	8350
Mínimo	70,00	20,00	8,20	0,01	0,04	10
Nº de poços com dados	2876	1858	2292	1855	2295	2424

Tab.1. Estatística dos parâmetros dos poços selecionados

Objetivando verificar a forma de distribuição dos parâmetros hidráulicos por Domínios hidrogeológicos e climatológicos definidos, os dados dos poços tubulares foram caracterizados de acordo com a localização analisando a correlação entre os parâmetros e Domínios.

Para a determinação dos parâmetros hidráulicos dos aquíferos da bacia do rio Verde Grande, foram utilizados dados provenientes dos bancos de dados:

- Dados de poços tubulares obtidos através do SIAGAS/CPRM até 2011 e;
- Banco de dados de Outorga do IGAM até 2009.

Os dados existentes obtidos de poços tubulares foram utilizados para determinação de parâmetros hidráulicos do aquífero, como capacidade específica, vazão média explotada, profundidade do poço, tipos de aquíferos dentre outros. Todos os dados existentes foram filtrados, excluindo-se os poços que não obtinham os dados, na seguinte ordem de relevância:

- Tipo: Poço tubular
- Bacia: São Francisco/Bacia: Verde Grande
- Tipo de Formação: Existente
- Vazão estabilização: Existente
- Nível estático: Existente

A partir da ordenação dos dados dos poços, foi realizada a estatística como médias, mediana, máximos, mínimos e desvio padrão utilizando planilhas em Excel.

Quanto à transmissividade dos aquíferos, uma estimativa aproximada pode ser efetuada a partir dos dados de capacidade específica, segundo Galofré (1966, *in* CUSTODIO & LLAMAS, 1983). A equação 1 (Eq.1) é dada como:

$$T \text{ (m}^2\text{/dia)} = \frac{100 * Q \text{ (l/seg)}}{s \text{ (m)}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde T é a transmissividade equivalente; Q é a vazão bombeada; s é o rebaixamento (ou ND-NE). A razão entre a transmissividade estimada e a real por esse método é de 1,16.

2.1 VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS POR DOMÍNIO CLIMÁTICO

A plotagem dos 1.668 poços tubulares selecionados no mapa de Domínios climáticos resultou em 326 poços no Domínio semiárido, e 1342 poços no Domínio sub-úmido. As Tabelas 2 e 3 mostram a variação dos parâmetros de profundidade do poço, níveis d'água estático e dinâmico, vazão de estabilização durante o teste de bombeamento, e capacidade específica do aquífero. A transmissividade foi calculada de acordo com dados existentes, através da Equação 1.

No geral, os poços locados na zona do Domínio Sub-úmido apresentam valores mais elevados dos parâmetros para produção de água subterrânea, confirmando para região a importância da influência climática na produtividade dos poços.

		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão estabilização m³/h	Capacidade específica m³/h.m	Transmissividade m²/dia
semiárido	mín.	35,00	0,00	3,60	0,00	0,14	0,05
	máx.	231,00	75,87	132,00	48,65	264,00	1351,35
	mediana	85,00	14,00	40,00	0,40	6,68	11,00
	moda	100,00	10,00	40,00	0,01	8,00	90,28
	média	90,85	17,07	43,82	2,31	11,11	64,24

Tab.2. Estatística dos parâmetros dos poços no Domínio Semiárido

		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão estabilização m ³ /h	Capacidade específica m ³ /h.m	Transmissividade m ² /dia
sub-úmido	mín.	21,70	0,00	1,80	0,00	0,04	0,01
	máx.	252,00	96,00	123,00	52,80	198,00	1466,67
	mediana	80,00	12,79	29,08	1,32	10,00	36,67
	moda	100,00	6,00	20,00	2,64	6,00	55,56
	média	83,37	17,26	33,59	3,88	16,78	107,82

Tab.3. Estatística dos parâmetros dos poços no Domínio Sub-úmido

2.2 VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS POR DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO

Os 1.668 poços selecionados do banco de dados do SIAGAS com unidades litológicas foram associados aos Domínios hidrogeológicos (CPRM, 2010) A relação das vazões de estabilização, capacidade específica dos poços por Domínio aquífero é observada na Tabela 4.

Os valores estatísticos dos dados dos poços tubulares permitem observar o comportamento hidrodinâmico em cada Domínio hidrogeológico. Os valores de moda para cada Domínio são os que representam melhor a faixa de frequência dos valores para aquele aquífero, com exceção do Domínio Granular, que obteve somente valor de moda para o nível estático dos poços.

Dentre os parâmetros hidrodinâmicos dos poços Capacidade específica, Vazão de estabilização e Transmissividade, o Domínio Cárstico obteve os maiores valores modais comparado aos Domínios Fissurado-cárstico e Fissurado (Figura 2).

Em outra direção, os valores de Nível Estático e Nível Dinâmico para o Domínio Cárstico foram menores, ou seja, de menor profundidade.

Os Domínios aquíferos Granular e Cárstico apresentaram maiores valores de capacidades específicas, o que demonstra a mais alta capacidade de produção dentre os demais Domínios. No Domínio Granular, a maioria dos poços se encontra no Grupo Urucua. Os Domínios aquíferos Fissurado e Fissurado-cárstico apresentaram ambos os valores de vazões bem menores que os demais sistemas, condizente com a sua mais baixa capacidade de armazenamento.

Domínio hidrogeológico		Profundidade final (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Capacidade específica m ³ /h.m	Vazão estabilização m ³ /h	Transmissividade m ² /dia
Cárstico (911 poços)	min.	27.00	0.00	1.80	0.00	0.20	0.06
	máx.	183.00	96.00	123.00	52.80	198.00	55.00
	mediana	80.00	11.00	25.00	1.76	13.20	3.67
	moda	100.00	6.00	15.00	4.40	17.60	4.89
	média	81.27	15.12	29.74	4.73	20.04	5.57

Fissurado-cárstico (542 poços)	min.	38.00	0.00	3.60	0.01	0.40	0.11
	máx.	252.00	94.00	132.00	48.65	264.00	73.33
	mediana	88.78	19.50	38.00	0.73	6.58	1.83
	moda	100.00	20.00	40.00	0.05	6.00	1.67
	média	91.94	22.84	41.65	2.73	11.43	3.18
Fissurado (190 poços)	min.	21.70	0.00	5.25	0.00	0.04	0.01
	máx.	150.00	80.00	101.00	6.00	41.08	11.41
	mediana	80.00	6.95	46.34	0.15	4.07	1.13
	moda	60.00	10.00	28.00	0.02	6.00	1.67
	média	81.21	12.14	46.48	0.47	6.32	1.76
Granular (25 poços)	min.	48.00	0.00	4.88	0.02	1.40	0.39
	máx.	178.00	50.00	82.50	13.47	72.00	20.00
	mediana	84.00	7.25	21.85	0.86	8.64	2.40
	moda	84.00	14.00	N/D	N/D	N/D	N/D
	média	88.08	10.69	34.60	3.35	19.41	5.39

Tab.4. Estatística dos parâmetros dos poços por Domínio aquífero na bacia do rio Verde Grande.

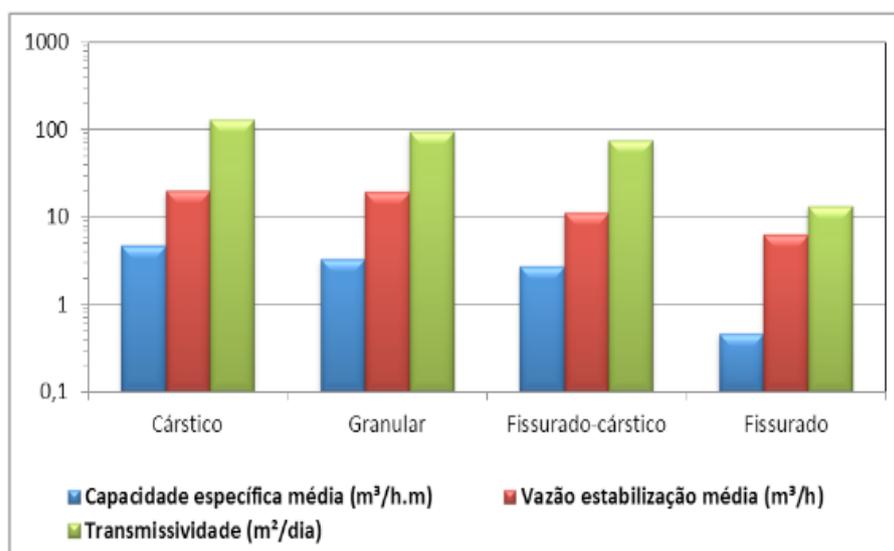


Fig.2. Valores médios dos Parâmetros hidráulicos por Domínio hidrogeológico

Os valores estatísticos refletiram o esperado, justificando o sucesso de aplicação do método estimativo de transmissividade. Os maiores valores médios de transmissividade estão no Domínio aquífero Cárstico, seguido do Domínio Granular, Fissurado-cárstico e por último o Fissurado.

A seguir, são mostrados os valores dos parâmetros hidrodinâmicos de Capacidade Específica e de vazão de estabilização dos poços por Domínios climáticos e separados por aquíferos (Figuras 3, 4 e 5). Os valores representados em gráfico Box-plot são os valores de máximo, 3º quartil (75%), Moda, Mediana, 1º quartil (25%) e mínimo. Nota-se que, pela não existência de valores repetidos, o Domínio aquífero Granular não foi demonstrado em moda no gráfico.

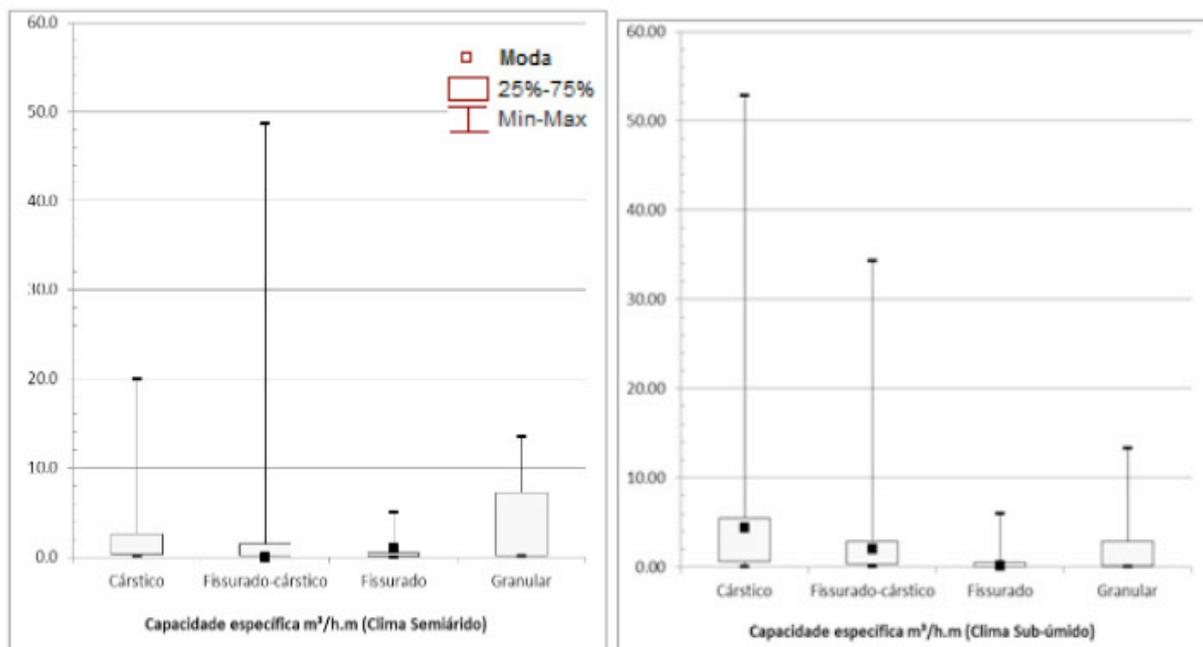


Fig.3. Gráfico Box-plot para Capacidade específica dos poços em cada Domínio climático

Os valores médios e de moda de capacidade específica dos poços analisados são maiores no clima sub-úmido para os Domínios Cársticos, Fissurados e Fissurado-cárstico. No Domínio Granular observa-se que os únicos dois poços localizados em depósitos detríticos/lateríticos se encontram em Domínio semiárido e possuem vazões altas (por se localizarem nas margens dos rios), o que ocasionou elevação das médias para esse grupo.

A transmissividade média para o Domínio Cárstico mostrou-se mais elevada para o Domínio sub-úmido, o que era esperado. O Domínio aquífero Fissurado-cárstico possui média de valores de transmissividade maiores no clima sub-úmido, porém alguns valores maiores foram observados no clima semiárido que são representados pela moda, e esses valores são relacionados a poços de maiores profundidades e de espessura. O valor máximo representado no gráfico Boxplot para esse Domínio no clima semiárido é referente a um poço com vazão de 269 m³/h, ou seja, um poço perfurado em uma cavidade cárstica de grande transmissividade.

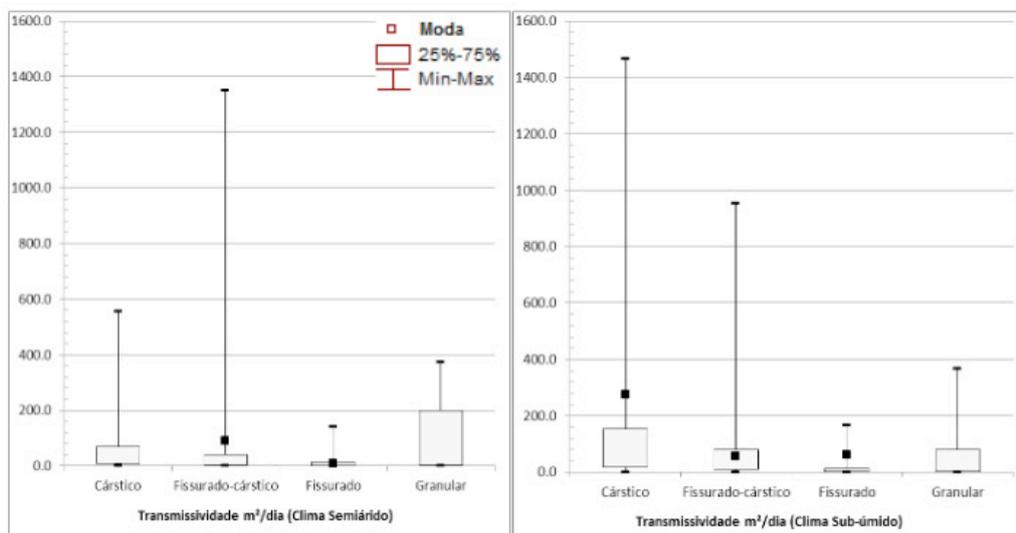


Fig.4. Gráfico Box-plot para Transmissividade dos poços em cada Domínio climático

Para o Fissurado, os valores médios foram muito próximos nos dois Domínios climáticos, porém a moda está mais representativa no clima sub-úmido, condizendo com a influência do clima sob esse Domínio aquífero.

As vazões de estabilização em ambos os gráficos acima mostram médias próximas entre os aquíferos nos dois Domínios climáticos. No clima sub-úmido os poços do Domínio Cárstico apresentam os maiores valores médios e de moda que no clima semi-árido. Para os Domínios Fissurado e Fissurado-cárstico, as médias dos valores de vazão foram muito próximas, com um valor máximo muito alto para o Domínio Fissurado-cárstico no semi-árido, representado pelo poço de vazão de 269 m³/h, já mencionado anteriormente. O aquífero Granular também possui a particularidade já mencionada anteriormente, dos poços em depósitos detríticos/lateríticos próximos de rios, que aumentam os valores médios de vazões de estabilização no Domínio semi-árido.

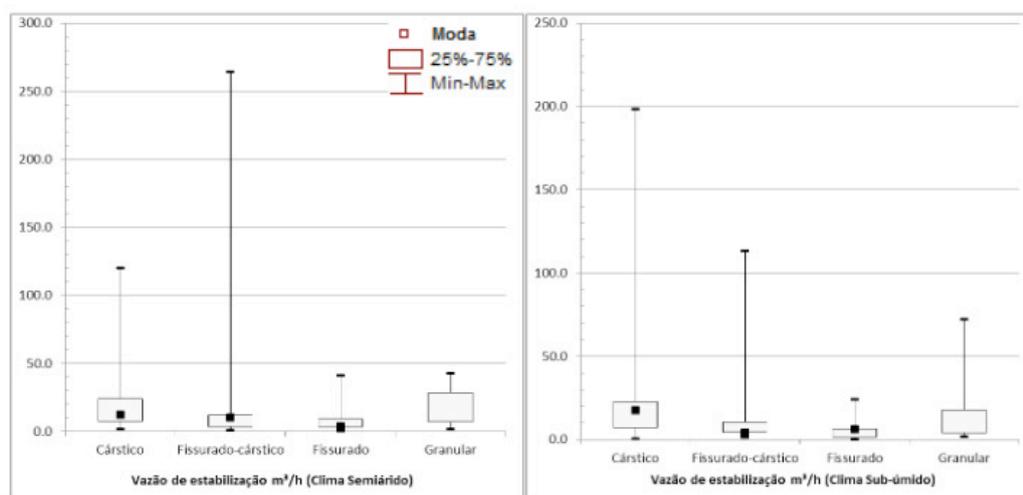


Fig.5. Gráfico Box-plot para Vazão de estabilização dos poços em cada Domínio climático

Nos gráficos a seguir puderam-se identificar possíveis correlações existentes

entre a vazão e parâmetros como profundidade de nível estático (NE) e nível dinâmico (ND) dentro dos Domínios hidrogeológicos.

Para o Domínio Cárstico (Figura 6), a profundidade dos níveis d'água estáticos e dinâmicos são maiores nos intervalos de 0-40,00 m³/h para o semiárido e de 0-80,00 m³/h no Domínio sub-úmido. As vazões são maiores nos Domínio sub-úmido para os aquíferos Cársticos da bacia, além de concentrar a maioria dos poços tubulares nesse Domínio climático. A relação de vazão pelo rebaixamento dos níveis d'água dos poços no Domínio Cárstico é maior e bem mais distribuída no clima sub-úmido, observando-se os maiores rebaixamentos em vazões de até 40m³/h. No clima semiárido, os poços possuem maiores rebaixamentos entre o intervalo de 0-20 m³/h. Em ambos os climas, os poços com vazões superiores a 100 m³/h apresentam rebaixamentos inferiores a 40 m. No caso do clima sub-úmido, onde se concentram a maioria dos poços em aquífero Cárstico, não é observado confinamento. A relação de maiores rebaixamentos de níveis d'água em vazões menores se deve a presença de carstificação no local dos poços, pois quando maior e mais conectada é a carstificação, maior será a vazão e menor será seu rebaixamento devido a maior transmissividade.

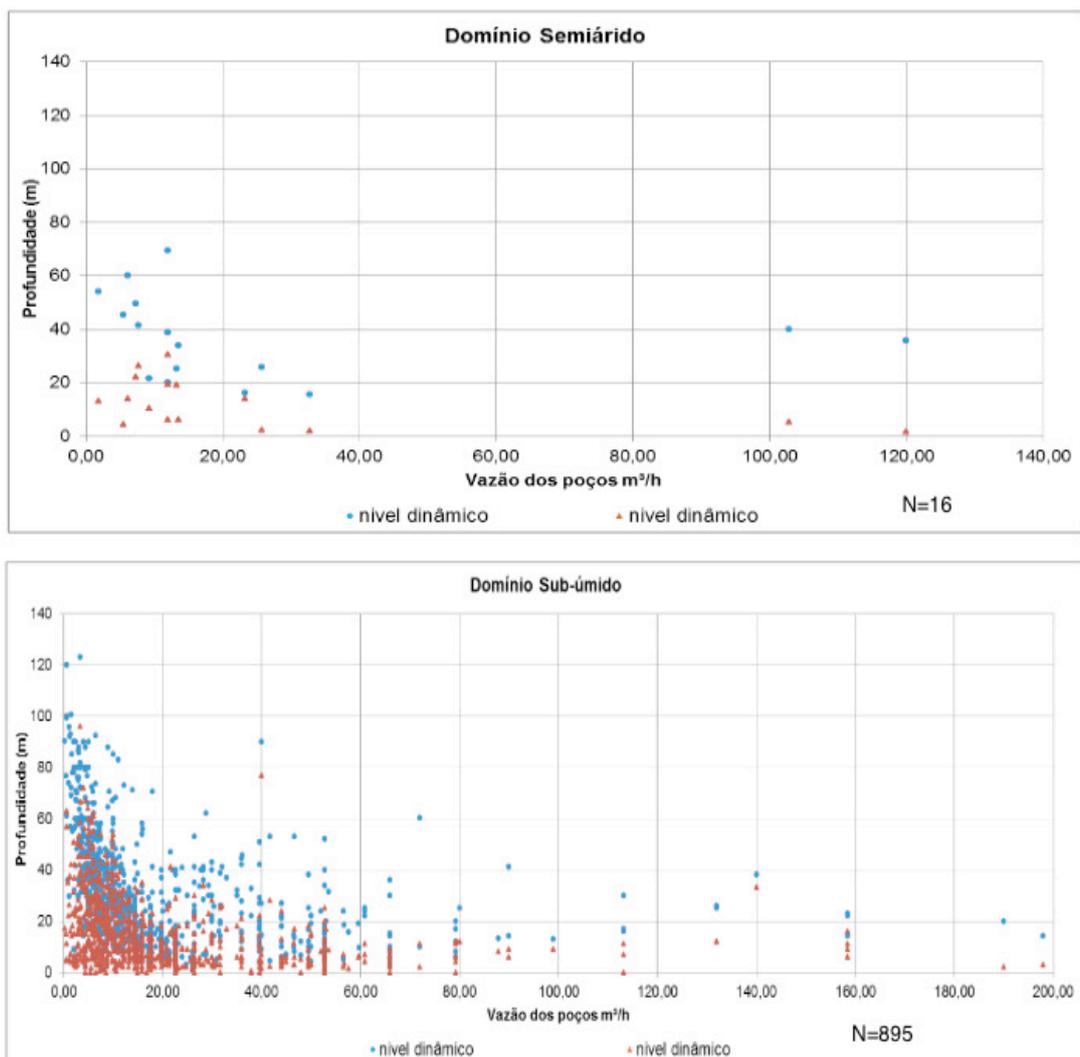


Fig. 6. Relação da Vazão com os Níveis Hidráulicos (NE e ND) para Domínio Cárstico.

No Domínio Fissurado-cárstico (Figura 7), observa-se um grande número de poços com rebaixamentos de níveis d'água grandes até o intervalo de vazões de 20m³/h em ambos os climas abaixo apresentados. Vazões entre 40-80 m³/h são mais frequentemente observadas no Domínio climático sub-úmido, enquanto que valores muito altos e isolados são observados no clima semiárido. Isso indica alguns poços bem locados em falhas ou carstificações bem evoluídas no norte da bacia, onde o clima é semiárido. O rebaixamento do nível d'água também é mais acentuado no clima semiárido, indicando a necessidade de poços mais profundos, ou até mesmo de uma recarga mais lenta nessa região. Mais de 80% dos poços totais no Domínio Fissurado-cárstico concentram-se abaixo de 40,00 m³/h.

Pela hidrogeologia descrita do Domínio Fissurado-cárstico, a elevada frequência de intercalações carbonáticas nos pelitos é presente em toda a vertente ocidental do vale do rio Verde Grande, local onde os poços de vazões maiores se encontram (nos municípios de Varzelândia e Verdelandia, dentro do clima semiárido).

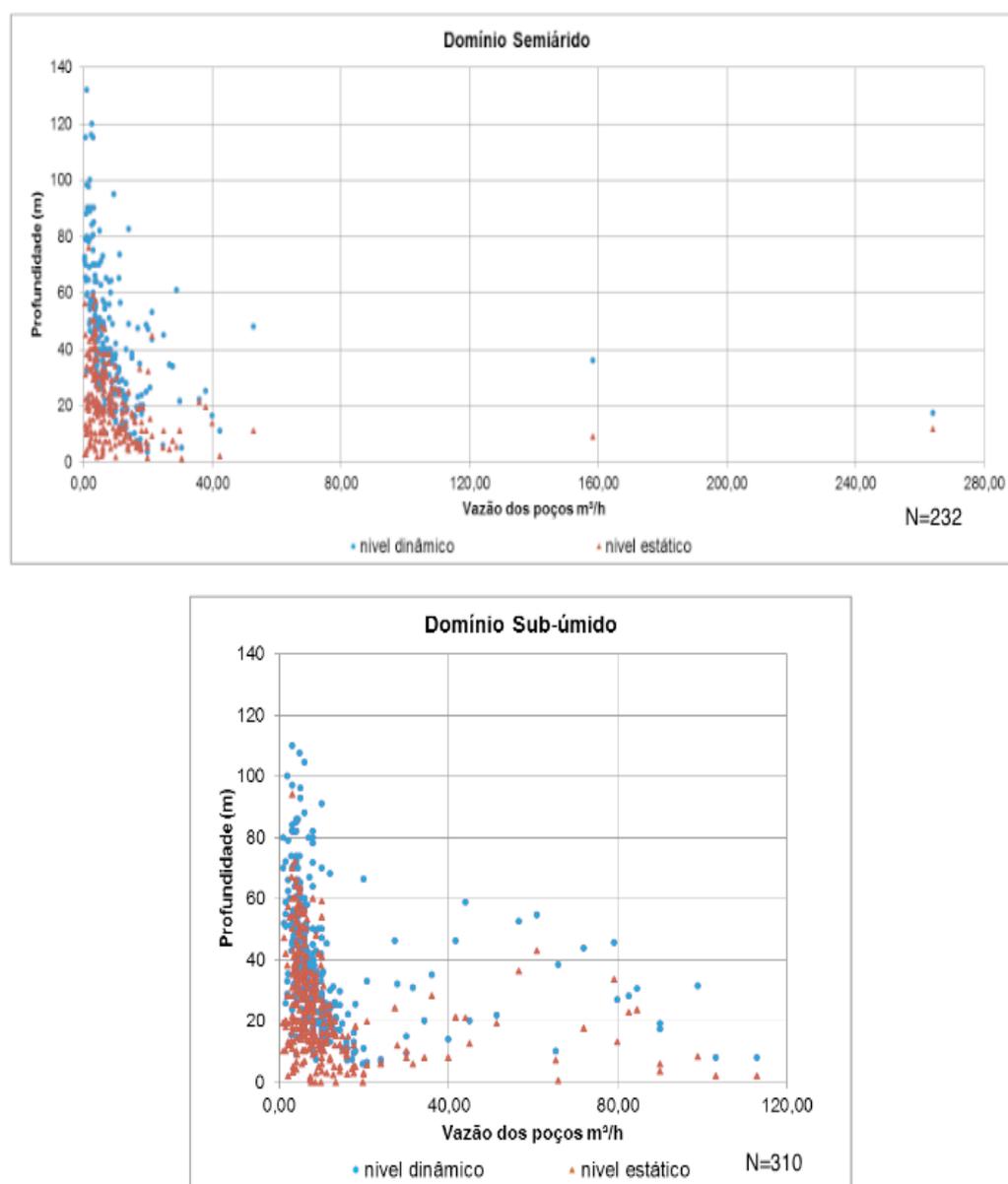


Fig. 7. Relação da Vazão com os Níveis Hidráulicos (NE e ND) para Domínio Fissurado-cárstico.

Para o Domínio Fissurado, as vazões concentram-se na faixa dos 0-20,00 m³/h para ambos os Domínios climáticos, sendo considerado um Domínio de baixas vazões médias. Observa-se que para esse Domínio hidrogeológico a variação climática na correlação com as vazões e níveis d'água não se mostrou influente (Figura 8). Essa grande variação se mostra esperada num Domínio Fissurado, visto constituir um meio totalmente anisotrópico. Nota-se bem a influência do Domínio aquífero Fissurado nos níveis d'água, onde os níveis estáticos dos poços são bem rasos (entre 5-10 m) e no momento de exploração os níveis caem drasticamente, atingindo 40 a 80 m de profundidade, mostrando que a permeabilidade é menor, conseqüentemente sua transmissividade.

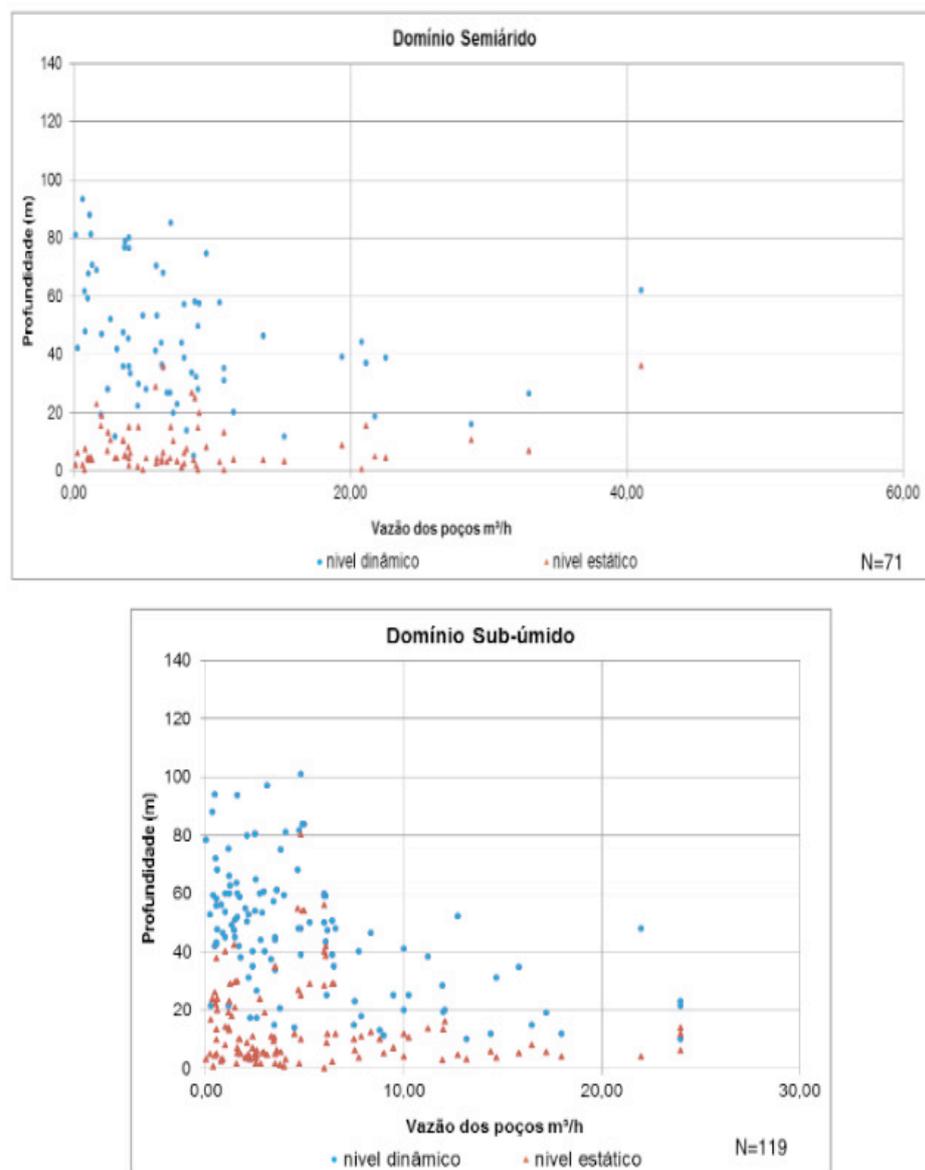


Fig.8. Relação da Vazão com os Níveis Hidráulicos (NE e ND) para Domínio Fissurado

O Domínio Granular apresenta o menor número de poços perfurados, pois a característica desses aquíferos é de serem camadas que auxiliam na recarga dos aquíferos subjacentes, apresentando pouco armazenamento. Alguns desses poços se encontram em terrenos de beira de rios, em depósitos detrítico/lateríticos. Dentre os

níveis d'água estáticos, as maiores profundidades concentram-se no clima sub-úmido da bacia, assim como as maiores vazões. Isso indica que a recarga direta beneficiada pelo clima mais úmido sobre esses aquíferos permitem poços mais produtivos. Os níveis estáticos dos aquíferos Granulares no semiárido não ultrapassam a profundidade de 20 m, e ao serem rebaixados, os níveis dinâmicos não ultrapassam a profundidade de 60 m (Figura 9).

Foram comparados os dados de capacidade específica média e transmissividade média dos Domínios hidrogeológicos em cada zona climática (Tabela 5).

Analisando os resultados acima, as capacidades específicas médias no Domínio Cárstico são maiores no Domínio sub-úmido, assim como a transmissividade média, que além de ser maior nesse Domínio climático é a maior dentre todos os Domínios aquíferos (132,39 m²/dia). Justifica-se esses altos valores aos processos de carstificação mais intensos nesse Domínio hidrogeológico devido à presença maior das rochas da Formação Lagoa do Jacaré e a contribuição do clima sub-úmido na recarga desses aquíferos.

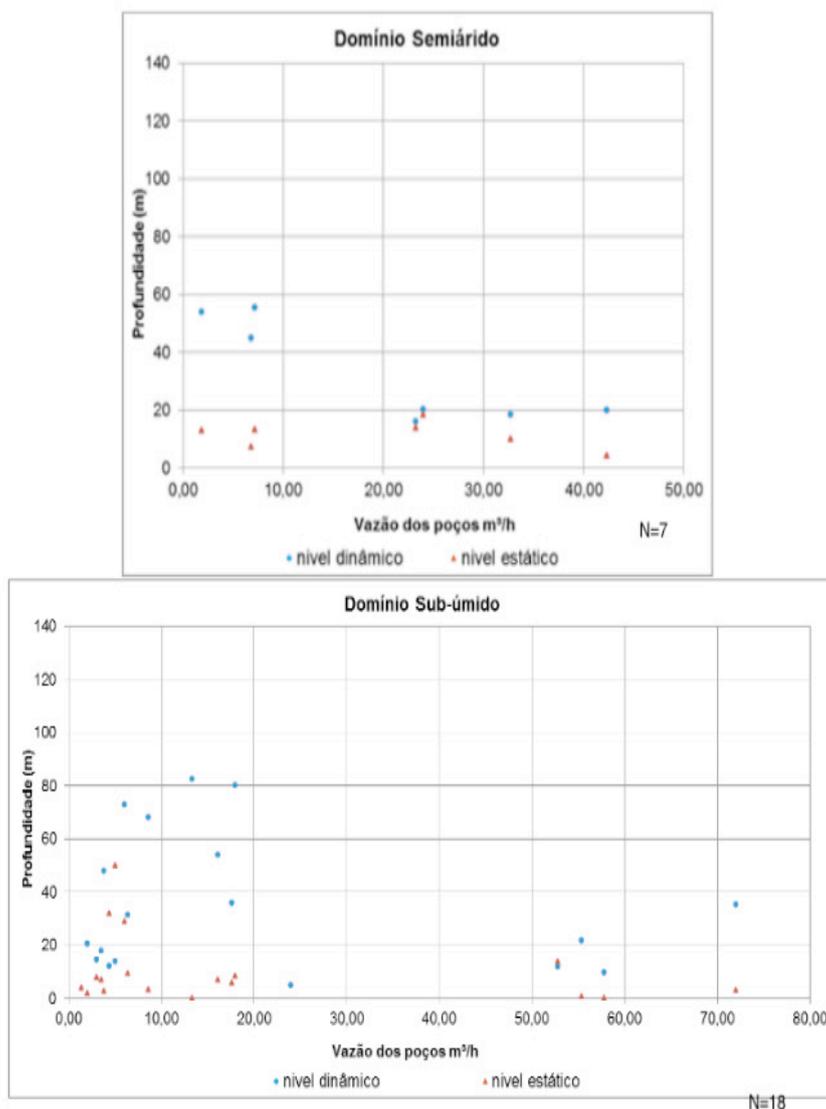


Fig. 9. Relação da Vazão com os Níveis Hidráulicos (NE e ND) para Domínio Granular

	Cárstico Semiárido	Cárstico Sub-úmido	Fiss.-Cárstico Semiárido	Fiss.-Cárstico Sub-úmido	Fissurado Semiárido	Fissurado Sub-úmido	Granular Semiárido	Granular Sub-úmido
Capacidade específica média (m ³ /h.m)	4,73	4,76	2,77	2,69	0,47	0,47	2,94	4,42
Transmissividade média (m ² /dia)	79,60	132,39	77,06	74,71	13,08	13,23	122,91	81,60
Número de poços N	16	895	232	310	71	119	7	18

Tab. 5. Valores médios de capacidade específica e transmissividade para os Domínios combinados

No Domínio Fissurado-cárstico os valores médios para a capacidade específica e transmissividade desses aquíferos são ligeiramente mais altos no semiárido que no sub-úmido, sendo justificado pela predominância de grandes intercalações cársticas nos pelitos mais presentes na área ocidental da bacia do rio Verde Grande que está sob o Domínio semiárido.

Os valores calculados para o Domínio Fissurado tanto no semiárido quanto no sub-úmido são semelhantes, com pouquíssima variação positiva na transmissividade no Domínio sub-úmido, representando o caráter anisotrópico e de baixa transmissividade dos aquíferos Fissurados na bacia.

Os aquíferos do Domínio Granular apresentaram valores altos de capacidade específica média no semiárido. A transmissividade média também é maior no clima semiárido para esse Domínio (122,91 m²/dia) devido a existência de dois poços em depósitos sedimentares detríticos/lateríticos (aluviões) próximos das calhas de rios perenes na bacia, o que aumenta a média para a transmissividade desse aquífero na região semiárida.

REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Subprojeto 4.2A – Avaliação de mecanismos financeiros para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos da sub-bacia do rio Verde Grande. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/ OEA. 2002. 81p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. ECOPLAN Engenharia. Brasília: Ed. Revisada, Outubro, 2009. 530 p. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. SIAGAS - Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas/ Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Brasília: CPRM, 2010. siagasweb.cprm.gov.br .

CETEC. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. 2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro, Recursos Naturais. Belo Horizonte: Série de Publicações Técnicas, 1981, v. 2.

CETEC. FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas. Estudo de caso: Bacia do rio Verde Grande. Belo Horizonte: Relatório Final, Setembro, 1995. v.3.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R.. Hidrologia Subterrânea. Barcelona: Omega. 2ed. v.1, 2. 2350 p. 1983.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil em Ambiente SIG em escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2007. DVD.

MOURÃO M.A.A., CRUZ W.B., GONÇALVES R.L.F. Caracterização hidrogeológica da porção mineira da Bacia Hidrográfica do São Francisco. 2001. In: Pinto C.P. e Martins-Neto M.A. (eds.) Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001. p.327-350.

SANTOS, ESTEFÂNIA F.. Caracterização hidrogeológica e hidroquímica da Bacia do Rio Verde Grande em Minas Gerais. 217 p. 2013.

SOUZA, SERGIO MENIN TEIXEIRA DE. Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Hidrossistemas. 1995. 525 p.

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

