

**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
Itapotiara 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

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

Helder Lopes Vasconcelos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel-PR

Andressa Almeida

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Cascavel-PR

RESUMO: É comum o emprego de cosméticos contendo formaldeído como uma técnica de alisamento capilar, cuja utilização é controlada pela legislação devido aos seus efeitos tóxicos. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar uma metodologia analítica para determinação de formaldeído presente em cosméticos utilizando-se diversos solventes orgânicos no processo de extração líquido-líquido. Soluções padrões de diferentes concentrações de formaldeído foram preparadas para a construção da curva analítica, as quais foram submetidas a extrações com isobutanol e levadas para leitura em espectrofotômetro UV-Vis a 410 nm. A precisão foi avaliada por repetibilidade e precisão intermediária. A exatidão do método foi verificada com soluções padrões de mínima, média e máxima concentração. Os limites de quantificação e detecção foram realizados a partir de 10 leituras do branco. A partir da curva analítica, foi obtida a equação de regressão linear $y = 0,2889x +$

$0,0734$, com coeficiente de correlação linear (r) de $0,991$. A análise de precisão intermediária e repetibilidade apresentou resultados de desvio padrão de $0,018$ e $0,015$, respectivamente, e coeficientes de variação de $4,01$ e $3,47\%$, respectivamente. A exatidão apresentou resultados de $116,71\%$, $94,24\%$ e $99,54\%$ para as soluções padrões de concentrações mínima, média e máxima, respectivamente. Os limites de detecção e quantificação obtidos foram $0,0192 \mu\text{g/mL}$ e $0,0641 \mu\text{g/mL}$, respectivamente. O método se mostrou adequado para o fim que se propôs, uma vez que os parâmetros de validação atenderam aos exigidos pela legislação vigente à época.

PALAVRAS-CHAVE: Formaldeído; quantificação; espectrofotometria.

ABSTRACT: Nowadays, the use of cosmetics containing formaldehyde comes as a common decision-making in order to have straight hair, and such technique has been under legislation control due to its toxic effects. Thus, this study aimed at developing and validating an analytical methodology to determine the presence of formaldehyde in cosmetics by using several organic solvents in the liquid-liquid extraction process. So, standard solutions of different concentrations of formaldehyde were prepared to design an analytical curve, which were submitted to extractions with isobutanol

and taken to a UV-Vis spectrophotometer at 410 nm. Precision was evaluated by repeatability and intermediate precision. The accuracy of the method was verified with standard solutions of minimum, averaged and maximum concentration, while the limits of quantification and detection were recorded based on ten blank readings. The linear regression equation $y = 0.2888x + 0.0734$ was obtained from the analytical curve, with linear correlation coefficient (r) of 0.991. The intermediate precision and repeatability analysis showed results of 0.018 and 0.015 for standard deviation, respectively, and 4.01 and 3.47% for coefficient of variation, respectively. The accuracy results were 116.71%, 94.24% and 99.54% for the standard solutions of minimum, averaged and maximum concentrations, respectively. The detection and quantification limits were 0.0192 $\mu\text{g/mL}$ and 0.0641 $\mu\text{g/mL}$, respectively. And the method achieved the study purpose, since the validation parameters met the ones required by legislation at that term.

KEYWORDS: Formaldehyde; quantification; spectrophotometry.

1 | INTRODUÇÃO

O mercado da beleza vem crescendo com o passar dos anos. Tal resposta cresce devido à procura por uma aparência mais agradável. Por conseguinte, as pessoas fazem uso de cosméticos em larga escala para alcançar tamanha necessidade. Setores como perfumaria, produtos de limpeza e higiene pessoal são os que mais crescem no País. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em junho de 2018, esse setor da indústria cresceu cerca de 19,0%, logo exerce forte influência positiva sobre o crescimento geral da produção industrial (13,1%) (IBGE, 2018).

Os cosméticos são usados seja em busca da beleza, seja na intenção de melhorá-la. São produtos constituídos por substâncias naturais ou sintéticas, cuja função vai desde a higienização corporal até a proteção, odorização e embelezamento. Ademais, são capazes de alterar a aparência do corpo e mantê-lo em bom estado (MACAGNAN et al., 2011).

Devido à tendência atual por cabelos lisos, principalmente entre o público feminino brasileiro, os cosméticos mais empregados são aqueles que possibilitam o alisamento capilar. A técnica de alisamento capilar consiste na quebra, temporária ou permanente, das ligações químicas que mantêm a estrutura tridimensional da molécula de queratina, a qual dá forma aos cabelos. As ligações fracas mantidas pelas pontes de hidrogênio, forças de Van der Waals e ligações iônicas, possibilitam uma ruptura fácil de ocorrer dessas ligações e o resultado é um alisamento temporário. No entanto, as ligações fortes das pontes dissulfeto são mais difíceis de serem rompidas e quando isso ocorre, o resultado é um alisamento definitivo e mais duradouro (ABRAHAM, et al., 2009).

Para esta técnica de alisamento mais duradouro, em geral, utiliza-se o formaldeído, um aldeído simples, também denominado de formol e metanal (CH_2O).

Tal emprego se deve ao fato de o formaldeído ser um produto de baixo custo e que traz resultados em curto prazo, além de proporcionar um brilho intenso aos cabelos (FERREIRA, 2015). Entretanto, o formaldeído não promove o alisamento devido à ruptura das pontes dissulfeto, diferentemente dos produtos à base de hidróxidos, como a amônia. O formaldeído possibilita o alisamento, pois é misturado à queratina. Dessa forma, liga-se às proteínas da cutícula do cabelo e aos aminoácidos hidrolisáveis da solução de queratina, resultando na formação de um filme endurecido ao longo do fio, deixando o cabelo impermeabilizado, mais rígido e liso (FERREIRA, 2016).

Apesar de o formaldeído ser um dos produtos mais efetivos para a técnica de alisamento capilar, há uma ótima relação custo-benefício, todavia, ele traz diversos efeitos adversos à saúde humana. No caso de exposição aguda, pode causar náuseas, vômitos, dores de cabeça, irritação das vias respiratórias, coriza, sensibilidade imunológica imediata e queda de cabelo. E quando a exposição é crônica, o referido produto tem potencial carcinogênico (LORENZINI, 2012; BELVISO, 2015). Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o formaldeído é considerado cancerígeno e oferece risco de ocasionar o aparecimento de câncer de boca, narinas, pulmão, sangue e cabeça (BRASIL, 2005).

Em consequência disso, seu uso a fim de promover a obtenção de fios de cabelos lisos é proibido pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (BRASIL, 2009). De acordo com a ANVISA, sua presença é permitida apenas como conservante em cosméticos, na concentração de 0,2% e na concentração de 5% como agente endurecedor de unhas (BRASIL, 2012). Vale ressaltar que a legislação se refere unicamente ao formaldeído adicionado no momento da fabricação, posto que é proibido qualquer tipo de adição ao produto acabado. Apesar dos riscos inerentes ao processo e a proibição pela ANVISA, ainda são encontrados diversos produtos contendo formaldeído acima do percentual permitido pela legislação no mercado (CHORILLI, 2007).

Abreu (2015), ao investigar o teor de formaldeído em produtos de alisamento capilar de acordo com a metodologia baseada na reação deste com ácido cromotrópico em presença de sulfato de magnésio, o qual produz um complexo colorido quantificado espectrofotometricamente a 535 nm, obteve valores de concentração que variaram de 1,5 a 3,8%, ou seja, cerca de 8 a 19 vezes acima do valor máximo permitido como conservante pela ANVISA.

Segundo o trabalho realizado por Oliveira Crippa (2015), o qual utilizou técnica espectrofotométrica, as amostras de produtos cosméticos analisados também apresentaram valores elevados para concentração média de formaldeído de 1,46%, ou seja, cerca de sete vezes acima do valor máximo permitido.

Desta forma, em busca de verificar o cumprimento da legislação e assim garantir a integridade física de pessoas que se expõem a esses processos, faz-se necessário o desenvolvimento de diversos métodos analíticos, capazes de reportar fidedignamente a concentração de tal substância nos produtos comercializados e suas respectivas

validações.

Cunha (2016) desenvolveu e validou uma metodologia analítica para quantificação de formaldeído em esmaltes por extração do formaldeído derivatizado com 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH), hifenamento dos métodos de extração de QuEChERS e SPE e análise por Cromatografia Gasosa acoplada com espectrômetro de massa (GC/MS).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho consistiu em desenvolver e validar uma metodologia analítica espectrofotométrica para a determinação de formaldeído em cosméticos, principalmente aqueles utilizados para o alisamento capilar, utilizando diversos solventes orgânicos no processo de extração líquido-líquido. Para verificar a eficiência do método, faz-se a validação do mesmo com o objetivo de comprovar que o método desenvolvido atende a finalidade por ele proposto. Dentre os parâmetros de validação estabelecidos pela legislação, há faixa linear, coeficiente de correlação linear, precisão, exatidão, limite de detecção, limite de quantificação e robustez (BRASIL, 2017).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, utilizou-se uma metodologia analítica de referência como embasamento teórico-prático (Brasil, 1994), a qual serviu de comparação para a verificação da eficácia do método proposto.

Os reagentes utilizados foram todos de grau analítico, a saber: acetato de amônio anidro ($C_2H_7NO_2$), acetilacetona ($C_5H_8O_2$), ácido acético concentrado (CH_3COOH), formaldeído (CH_2O), 1-butanol ($C_4H_{10}O$), isobutanol ($C_5C_{10}O$), acetato de etila ($C_4H_8O_2$) e éter etílico ($C_2H_5)_2O$.

Os equipamentos utilizados foram balança analítica-AG 285 (Mettler), espectrofotômetro SP-220 (Bioespectro) e banho-maria Q-304 (Quimis).

2.1 Preparo de reagentes e soluções

a) reagente acetilacetona

Durante o preparo deste reagente, foram pesados 75,00 g de acetato de amônio anidro, os quais foram transferidos para balão volumétrico de 500 mL, no qual foram acrescentados 1,00 mL de acetilacetona e 1,50 mL de ácido acético concentrado. Em seguida, completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se a solução.

b) Solução-mãe de formaldeído

Após realizados os cálculos de correção, correspondentes ao valor necessário de formaldeído, pesou-se 2,50 g de formaldeído (37%, m/v) em balão volumétrico de 500 mL e completou-se o volume com água destilada.

c) Solução padrão diluída de formaldeído

A partir da solução-mãe de formaldeído, foram realizadas sucessivas diluições de 2,50 mL em balão de 50 mL, completado o volume com água destilada e depois transferido 1,00 mL desta solução para balão de 100 mL e completado também o volume com água destilada, cujo resultado foi uma solução padrão de concentração de 0,937 $\mu\text{g/mL}$. Para o processo de extração líquido-líquido, foram testados três solventes orgânicos que apresentavam valores de coeficiente de partição próximos ao do 1-butanol (0,88), a saber: acetato de etila, éter etílico e isobutanol.

2.2 Desenvolvimento do método e validação

Uma varredura espectral foi realizada com uma solução padrão de formaldeído (0,791 $\mu\text{g/mL}$) na faixa de 340 a 540 nm, a fim de se investigar o melhor comprimento de onda para análise.

a) Solução branco

Em um erlenmeyer, foram adicionados 5,0 mL de reagente de acetilacetona com 25 mL de água destilada, colocados para aquecimento em banho-maria por dez minutos e resfriado por dois minutos em banho de água gelada. Em seguida, transferiu-se a solução para um funil de separação contendo 10,0 mL de solvente, lavando-se as paredes do erlenmeyer com 3 mL de água destilada, a qual foi agitada por 30 segundos. Transferiu-se a fase orgânica para tubo de centrifuga, o qual foi centrifugado por cinco minutos a 300 rpm. Em seguida, a solução foi transferida para cubeta de quartzo (10mm) e lida em espectrofotômetro no comprimento de onda de máxima absorção.

b) Solução amostra

Da solução padrão diluída de formaldeído, transferiu-se 5,0 mL para erlenmeyer contendo 5,0 mL de reagente acetilacetona e 20,0 mL de água destilada, completando-se assim 30 mL de solução. O mesmo foi realizado com alíquotas de 10,0 mL, 15,0 mL, 20,0 mL e 25,0 mL da solução diluída de formaldeído. Em seguida, colocou-se em banho-maria a 60°C durante dez minutos. As alíquotas foram resfriadas em água gelada por dois minutos e transferiu-se essa solução para um funil de decantação contendo 10,0 mL de solvente, lavando-se as paredes do erlenmeyer com 3 mL de água destilada. Após agitação da mistura por 30 segundos, procedeu-se a separação e centrifugação da fase orgânica por cinco minutos a 300 rpm. Em seguida, o material foi levado para leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de máxima absorção. As cinco soluções padrões, cujas concentrações de formaldeído variaram de 0,158 a 0,791 $\mu\text{g/mL}$, correspondem aos cinco pontos da curva analítica.

Dentre os parâmetros de validação, verificou-se a exatidão do método com soluções padrões de formaldeído de concentrações 0,158 $\mu\text{g/mL}$, 0,475 $\mu\text{g/mL}$ e 0,791

$\mu\text{g}/\text{mL}$, as quais correspondem às concentrações mínima, média e máxima da curva analítica.

A precisão por repetibilidade foi verificada, a partir de nove determinações da solução padrão de concentração média, em três horários diferentes no mesmo dia e pelo mesmo analista. Em contrapartida, a precisão intermediária foi avaliada com solução padrão de concentração média por analistas diferentes e em dias diferentes.

Os limites de detecção e quantificação foram calculados a partir de dez leituras no espectrofotômetro da solução branco no comprimento de onda de máxima absorção.

2.3 Análise de amostras de cosméticos de uso capilar

Para comprovação da eficácia do método, foram analisados 4 produtos acabados de cosméticos de alisamento capilar comercializados na cidade de Cascavel-PR. Foi pesado cerca de 0,125 g de cada amostra, transferido para balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com água destilada. A partir desta solução, preparou-se uma nova solução com fator de diluição de 50 vezes. Desta última solução diluída foi retirado 10,0 mL, transferido para um erlenmeyer e procedido da mesma forma que descrita anteriormente com os padrões.

Para fins de comparação, as amostras dos 4 produtos também foram analisadas de acordo com o método de referência, e posteriormente feito a aplicação do teste F para verificar se houve diferença significativa entre o método proposto e o de referência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os solventes orgânicos testados, o isobutanol apresentou os melhores resultados no processo de extração, visto que o éter etílico e o acetato de etila não tiveram separação adequada das fases. Assim, o isobutanol foi escolhido para ser empregado em todo o processo de validação e análise do produto cosmético acabado.

A partir da análise da Figura 1 abaixo, a qual ilustra a varredura espectral realizada com solução padrão de formaldeído a $0,791 \mu\text{g}/\text{mL}$, observou-se que o melhor comprimento de onda para se realizar a análise foi em 410 nm, no qual se observa o maior pico de absorbância.

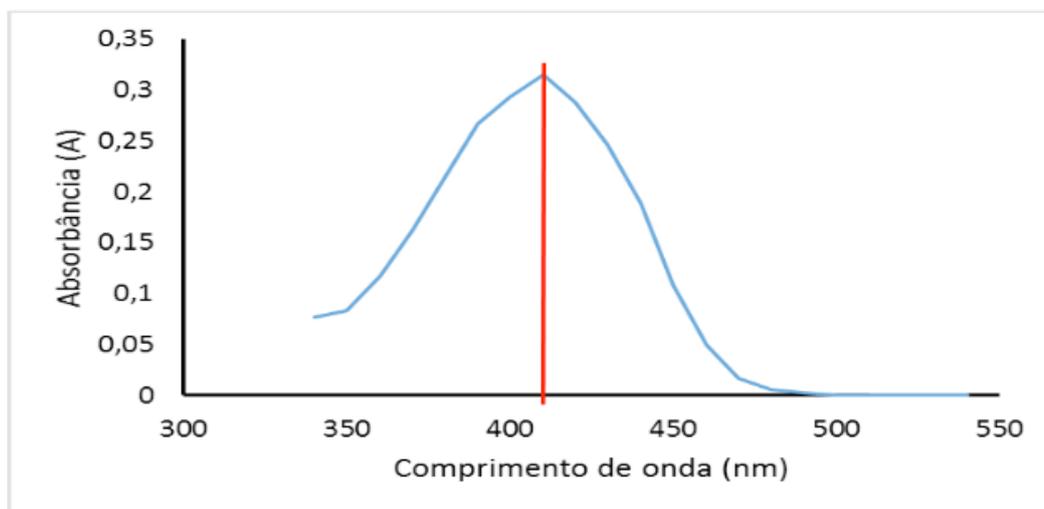


Figura 1: Varredura espectrofotométrica de formaldeído 0,791 $\mu\text{g/mL}$ extraído com isobutanol.

Para os testes de validação, foi primeiramente construído uma curva analítica na qual foi obtido a equação de regressão linear $y = 0,2889x + 0,0734$, com coeficiente de correlação linear (r) de 0,991, no intervalo de concentração de formaldeído compreendido entre 0,158 e 0,791 $\mu\text{g/mL}$ (Figura 2).

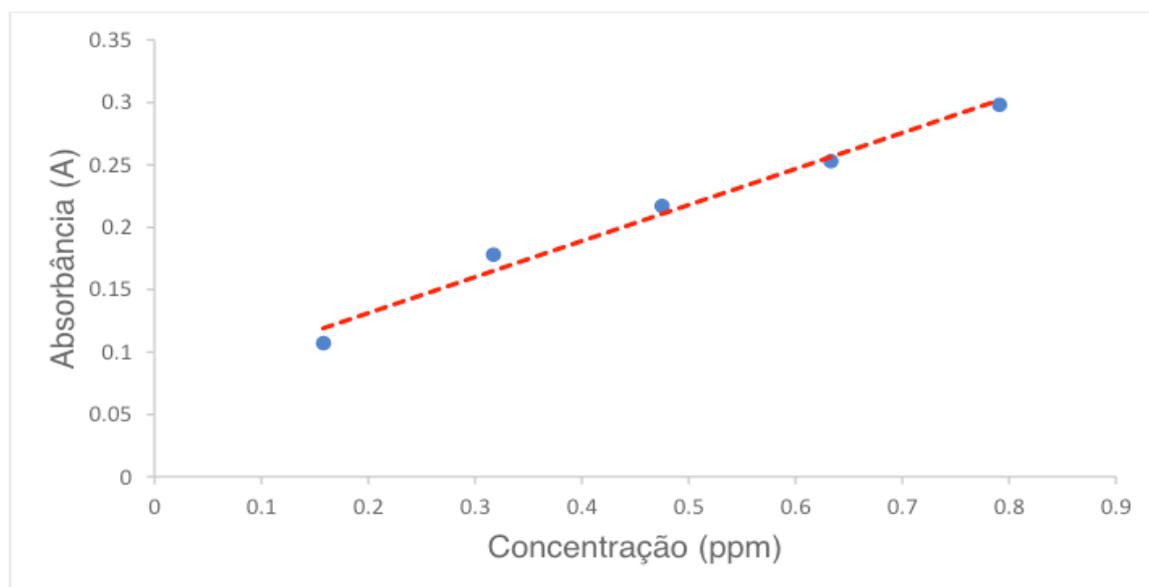


Figura 2: Curva analítica do formaldeído.

A linearidade de um método analítico, deve ter coeficiente de correlação (r) acima de 0,990 (BRASIL, 2017). Sendo assim, o valor encontrado está dentro dos limites aceitáveis, inferindo uma boa correlação entre os resultados adquiridos.

A precisão do método foi avaliada a nível de repetibilidade e precisão intermediária. No teste de repetibilidade, o desvio padrão e coeficiente de variação obtidos foram de 0,015 e 3,47%, respectivamente. Tais valores caracterizaram um ótimo resultado, levando-se em consideração as várias etapas envolvidas no decorrer da análise com possibilidade de propagação de erros. No teste da precisão intermediária,

obteve-se desvio padrão de 0,018 e coeficiente de variação de 4,01%, também indicando um ótimo resultado, visto que se encontra dentro do valor estabelecido pela legislação que permite um desvio padrão de até 5%, tanto para a precisão intermediária quanto para a repetibilidade (BRASIL, 2017).

Os resultados obtidos no ensaio de exatidão estão dispostos na Tabela 1. A exatidão para as concentrações mínima, média e máxima de formaldeído empregados na curva analítica teve como resultados os valores de 109,7%, 94,3% e 99,5%, respectivamente. Tais resultados se mostraram adequados, levando-se em consideração que os mesmos se encontraram dentro da faixa limite permitida (90% a 110%).

Concentração teórica de formaldeído ($\mu\text{g/mL}$)	Concentração experimental de formaldeído* ($\mu\text{g/mL}$)	Recuperação (%)
0,156	0,182	109,7
0,459	0,442	94,3
0,781	0,778	99,5

Tabela 1: Resultados do teste de recuperação do formaldeído.

* valor médio para análises feitas em triplicata.

Os resultados encontrados para os limites de detecção e quantificação foram de 0,0192 e 0,0641 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente.

A partir do método validado, amostras de produtos de alisamento capilar disponíveis no mercado foram analisadas, tanto com o método validado, quando com o método de referência.

Os valores de formaldeído encontrados nas amostras de cosméticos analisadas estão apresentados na Tabela 2. De maneira geral, a maioria das amostras apresentou teor de formol muito acima do permitido pela legislação. Com exceção do produto cosmético 3, cujo resultado obtido foi muito inferior ao limite de 0,2%, todos os outros produtos apresentaram teores de formaldeído variando de 1,56% a 1,80%, ou seja, cerca de 8 a 9 vezes acima do limite estabelecido, respectivamente. É importante salientar que tais resultados encontrados são preocupantes do ponto de vista de riscos à saúde humana.

Produto cosmético	Teor de formaldeído obtido pelo método proposto* (%)	Teor de formaldeído obtido pelo método de referência* (%)
cosmético 1	1,80	1,82
cosmético 2	1,56	1,80
cosmético 3	<0,003	<0,003
cosmético 4	1,78	1,78

Tabela 2: Porcentagem de formaldeído nos produtos analisados.

* valor médio para análises feitas em triplicata.

Vale destacar que uma amostra placebo também foi analisada de acordo com o método validado, a qual apresentou teor de formaldeído menor do que 0,0001 %, o que era esperado. Assim, agrega-se uma confiança ainda maior no método proposto.

Na aplicação do teste F com o intuito de verificar se houve diferença significativa na precisão entre os dois métodos empregados, não foi observada diferença significativa ao nível de 95% de confiança.

4 | CONCLUSÃO

Os parâmetros de validação como precisão, exatidão e faixa linear, apresentaram ótimos resultados e, juntamente com o resultado do teste F, permitem concluir que o método validado é adequado para quantificação de formaldeído em produtos cosméticos para alisamento capilar.

Além disso, por ser um método espectrofotométrico é de baixo custo e simples, o que aumenta a sua aplicabilidade prática.

A maioria das amostras de produtos cosméticos analisadas apresentou valores de concentração de formaldeído cerca de no mínimo 8 vezes acima do limite permitido pela ANVISA, caracterizando como fraude e desta forma colocando em risco a integridade física e saúde dos usuários destes produtos.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Leonardo Spagnol et al. Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 2). **Surg. cosmet. dermatol.(Impr.)**, v. 1, n. 4, p. 178-185, 2009.

ABREU, Valdiléia Massilon; AZEVEDO, Maria Glória Batista; FALCÃO, Juliana Souza Alencar. Cosmetovigilância em alisantes capilares: Determinação do teor de formaldeído por espectrofotometria e avaliação do rótulo. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 36, n. 1, 2015.

BELVISO, Thiago Iorio. Os perigos do uso inadequado do formol na estética capilar. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 1, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Boletim Informativo - Escova progressiva, alisantes e formol. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de diretoria colegiada Nº 29, de 1 junho de 2012: Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre “Lista de Substâncias de Ação Conservante permitidas para Produtos de Higiene Pessoal Cosméticos e Perfumes e dá outras providências”. **Diário oficial da união**, Brasil, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 166, de 24 de julho de 2017: “Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências”. **Diário Oficial da União**, Brasil, 2017.

BRASIL. Portaria Nº 503/94, de 6 de Julho de 1994: “Estabelece os métodos de amostragem e de

análise necessários ao controle oficial da composição dos produtos cosméticos e de higiene corporal. Detalha, em documento anexo, os métodos de análise a implementar para garantia da qualidade destes produtos”. **Diário oficial da República**, Brasil, 1994.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução N° 36, de 17 de junho de 2009: “Aprova sobre a Proibição a Exposição, a Venda e a Entrega ao Consumo de Formol ou de Formaldeído (Solução a 37%) em Drograria, Farmácia, Supermercado, Armazém e Empório, Loja de Conveniência e Drugstore”. **Diário Oficial da União**, Brasil, 2009.

CHORILLI, Marlus et al. Toxicologia dos cosméticos. **Latin American journal of pharmacy**, v. 26, n. 1, p. 144, 2007.

CUNHA, Isabela Cristina de Matos. Desenvolvimento e validação de um método para determinação de formaldeído em esmaltes utilizando QUERCHERS/SPE e GC/MS. 2016.

DE OLIVEIRA CRIPPA, Valdinara; TEIXEIRA, Lo Ruama Freitas; REBELLO, Luciana Camizão. Análise quali-quantitativa de formaldeído em amostras de produtos destinados ao alisamento capilar utilizados em salões de beleza no município de Linhares, ES-Brasil. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 27, n. 1, p. 22-27, 2015.

FERREIRA, Lilian Abreu; BRAGA, Danielly Caixeta. Substâncias ativas do alisamento capilar e seus mecanismos de ação. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 13, n. 2, p. 56-63, 2016.

FERREIRA, Veridiana Torres. Avaliação semi-quantitativa da concentração de formaldeído em formulações cosméticas de alisamento progressivo e selantes capilares. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produção industrial cresce 13,1% em junho**. Estatísticas econômicas, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21976-producao-industrial-cresce-13-1-em-junho>. Acesso em: 12 mai de 2019.

LORENZINI, Silvia. Efeitos adversos da exposição ao formaldeído em cabeleireiros. 2012.

MACAGNAN, Karyn Kristyni; SARTORI, Mara Rubia Keller; CASTRO, Fabio Godinho de. Sinais e sintomas da toxicidade do formaldeído em usuários de produtos alisantes capilares. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 2, n. 4, 2017.

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

