



MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 6

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 6

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 6 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 6)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-334-7

DOI 10.22533/at.ed.347191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UM ESTUDO SOBRE OS ESPAÇOS PÚBLICOS E SUAS IMPLICAÇÕES NA CIDADE DE TERESINA/PI	
Emanuelle de Aragão Arrais Ana Virgínia Alvarenga Andrade Ana Cristina Claudino de Melo Ana Paula Claudino Melo	
DOI 10.22533/at.ed.3471916041	
CAPÍTULO 2	17
RELAÇÃO ENTRE AVIFAUNA E PLANTAS FRUTÍFERAS EM PARQUES LINEARES URBANOS	
Carlos Humberto Biagolini Roberto Wagner Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.3471916042	
CAPÍTULO 3	27
ANÁLISE DA VIABILIDADE DE LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA DO PARÁ - PA DE ACORDO COM AS NORMAS TÉCNICAS VIGENTES COM AUXÍLIO DA FERRAMENTA SIG	
Ana Larissa Pinto da Silva Ana Beatriz Neves da Silva João Francisco Costa Carneiro Junior Jamer Andrade da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.3471916043	
CAPÍTULO 4	43
AVALIAÇÃO DO EFEITO DO REPROCESSAMENTO NAS PROPRIEDADES TÉRMICAS DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) VERDE POR CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)	
Amanda Vecila Cheffer de Araujo Lisete Cristine Scienza Alessandro Luiz Alves Soares Vinícius Martins	
DOI 10.22533/at.ed.3471916044	
CAPÍTULO 5	53
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PRODUZIDO COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
Leticia Martelo Pagoto Simone Cristina Caldato da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3471916045	
CAPÍTULO 6	64
EMPREGO DE TRATAMENTOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA A UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO GERADO EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Augusto César Cavalcanti Gomes Andréa de Vasconcelos Ferraz Lucimar Pacheco Gomes da Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.3471916046	

CAPÍTULO 7	73
ENERGIAS ALTERNATIVAS EM EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS – EXPERIÊNCIA EM ESTABELECIMENTO NO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL/RS	
Beatriz Stoll Moraes Victor Paulo Klöeckner Pires Lenilda Alves Oliveira Nilcilene de Acis Oliveira Viviane da Silva Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3471916047	
CAPÍTULO 8	80
MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS OLARIAS DA REGIÃO DO SERIDÓ/RN	
Luziana Maria Nunes de Queiroz Priscilla Pimentel Diógenes Góis de Araújo Juliana da Costa Maia	
DOI 10.22533/at.ed.3471916048	
CAPÍTULO 9	93
MERCADOS INSTITUCIONAIS E A PROMOÇÃO DA AGRICULTURA QUILOMBOLA AGROECOLÓGICA	
Cristiane Coradin Naziel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3471916049	
CAPÍTULO 10	103
OS PARQUES URBANOS COMO ESPAÇOS DE BEM-ESTAR E QUALIDADE DE VIDA NA ATUALIDADE. UMA BREVE ANÁLISE NA CIDADE DE MAUÁ-SP	
Marcela Hiluany Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima	
DOI 10.22533/at.ed.34719160410	
CAPÍTULO 11	113
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE MIRASSOL D'OESTE – MT	
Cláudia Lúcia Pinto Valcir Rogério Pinto Carolina dos Santos Elaine Maria Loureiro	
DOI 10.22533/at.ed.34719160411	
CAPÍTULO 12	123
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DO COMPLEXO DE COMÉRCIOS, TROCA-TROCA E SHOPPING DA CIDADE, SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO PARNAÍBA EM TERESINA-PI	
Francisco das Chagas Paiva Silva Francielly Lopes da Silva Diene Nascimento de Sousa Bruna de Freitas Iwata	
DOI 10.22533/at.ed.34719160412	

CAPÍTULO 13	132
ESTUDO DE CASO DA LOGÍSTICA REVERSA NO MUNICÍPIO DE QUINZE DE NOVEMBRO, RIO GRANDE DO SUL	
Caroline Trombetta	
Alexandre Couto Rodrigues	
Clovis Orlando Da Ros	
Rodrigo Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.34719160413	
CAPÍTULO 14	147
ESTRUTURA FÍSICA E ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE VACINAÇÃO NO MARANHÃO, BRASIL	
Rejane Christine de Sousa Queiroz	
Amanda Valeria Damasceno dos Santos	
Laine Cortês Albuquerque Castro	
Ricardo Sousa Almeida	
Francelena de Sousa Silva	
Aline Sampieri Tonello	
Erika Bárbara Abreu Fonseca Thomaz	
Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco	
Luiz Augusto Facchini	
DOI 10.22533/at.ed.34719160414	
CAPÍTULO 15	159
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE DA COLETA SELETIVA NOS PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA EM TERESINA, PIAUÍ	
Jéssica Aline Cardoso Gomes	
Francielly Lopes da Silva	
Francisco das Chagas Paiva Silva	
Diene Nascimento de Sousa	
Míriam Araújo de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.34719160415	
CAPÍTULO 16	172
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA QUEIMA DO RESÍDUO DOMICILIAR	
Priscila Bolcchi	
Franciele Silva Martins dos Anjos	
DOI 10.22533/at.ed.34719160416	
CAPÍTULO 17	182
PROCESSO DE FORMALIZAÇÃO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Raquel Nakazato Pinotti	
Adriana Renata Verdi	
Elisangela Marques Jeronimo	
Celina Maria Henrique	
DOI 10.22533/at.ed.34719160417	

CAPÍTULO 18	196
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LAQUIPAMPA: VALORIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PLANES DE INTERVENCIÓN	
Licela Judith Paredes Tafur	
DOI 10.22533/at.ed.34719160418	
CAPÍTULO 19	203
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE INDICES DE GOVERNANÇA ELETRÔNICA NA GESTÃO DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL LEGISLATIVO E EXECUTIVO DE PORTO VELHO CAPITAL DO ESTADO DE RONDÔNIA	
João Marcos Machado de França	
Mariluce Paes de Souza	
Theóphilo Alves de Souza Filho	
DOI 10.22533/at.ed.34719160419	
CAPÍTULO 20	222
ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM DIAGNÓSTICO DE HANSENÍASE DE UMA UNIDADE DE SAÚDE DE SÃO LUIS – MA	
Kassya Rosete Silva Leitão	
Maria de Fátima Lires Paiva	
Maria Iêda Gomes Vanderlei	
Ortêncyra Moraes Silva	
Thalita Dutra de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.34719160420	
CAPÍTULO 21	229
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DE SOLOS ATRAVÉS DE CROMATOGRÁFIA DE PFEIFFER EM AGROECOSSISTEMAS	
David Marx Antunes de Melo	
Eduarda Fernandes dos Reis	
Thiago do Nascimento Coaracy	
Alex da Silva Barbosa	
Alexandre Eduardo de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.34719160421	
CAPÍTULO 22	235
DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE INTOXICAÇÃO EXÓGENA NO ESTADO DO MARANHÃO	
Ana Emília F. Castelo Branco	
Fabrício B. Silva	
Jessflan Rafael N. Santos	
Tatiana de Sousa S. Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.34719160422	
CAPÍTULO 23	239
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – ESTUDO DE CASO	
Evandro Roberto Tagliaferro	
DOI 10.22533/at.ed.34719160423	

CAPÍTULO 24	254
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA POR CONTROLE SOCIAL NA AGRICULTURA FAMILIAR DE ALAGOAS	
Rafael Navas	
DOI 10.22533/at.ed.34719160424	
CAPÍTULO 25	264
INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZIRCÔNIO EM ACETATO DE CELULOSE PARA A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	
Eupídio Scopel Carla da Silva Meireles Cleocir José Dalmaschio	
DOI 10.22533/at.ed.34719160425	
CAPÍTULO 26	277
INFLUÊNCIA DO TIPO DE EMBALAGEM NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALFACE E ALMEIRÃO, DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO	
Mariana Araújo de Sena Arlete da Silva Bandeira Maria Caroline Aguiar Amaral Sávio de Oliveira Ribeiro Manoel Nelson de Castro Filho Caroline Boaventura Nascimento Penha Romana Mascarenhas Andrade Gugé	
DOI 10.22533/at.ed.34719160426	
CAPÍTULO 27	283
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: APONTAMENTOS SOBRE O ICMS ECOLÓGICO COMO INSTRUMENTO DE FOMENTO A POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL	
Fernando Martinez Hungaro Edilene Mayumi Murashita Takenaka	
DOI 10.22533/at.ed.34719160427	
CAPÍTULO 28	296
PERFIL DE USO DE AGROTÓXICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO – ALAGOAS	
Helane Carine de Araújo Oliveira Aldenir Feitosa dos Santos João Gomes da Costa Jessé Marques da Silva Júnior Pavão	
DOI 10.22533/at.ed.34719160428	
CAPÍTULO 29	303
PREPARO DE CANDIDATO A MATERIAL DE REFERÊNCIA PARA METAIS E SEMIMETAIS EM ÁGUAS: TESTES PRELIMINARES	
Luciana Juncioni de Arauz Marcia Liane Buzzo Maria de Fátima Henriques Carvalho Lidiane Raquel Verola Mataveli Paulo Tiglea	
DOI 10.22533/at.ed.34719160429	

CAPÍTULO 30	312
REFLEXÃO SOBRE O PROJETO DE UMA USINA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE BENTO GONÇALVES - RS	
Maria Soares de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.34719160430	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	316

PREPARO DE CANDIDATO A MATERIAL DE REFERÊNCIA PARA METAIS E SEMIMETAIS EM ÁGUAS: TESTES PRELIMINARES

Luciana Juncioni de Arauz

Instituto Adolfo Lutz, Núcleo de Contaminantes
Inorgânicos, São Paulo-SP

Marcia Liane Buzzo

Instituto Adolfo Lutz, Núcleo de Contaminantes
Inorgânicos, São Paulo-SP

Maria de Fátima Henriques Carvalho

Instituto Adolfo Lutz, Núcleo de Contaminantes
Inorgânicos, São Paulo-SP

Lidiane Raquel Verola Mataveli

Instituto Adolfo Lutz, Núcleo de Contaminantes
Inorgânicos, São Paulo-SP

Paulo Tiglea

Instituto Adolfo Lutz, Núcleo de Contaminantes
Inorgânicos, São Paulo-SP

RESUMO: Os materiais de referência (MR) são ferramentas importantes para a realização do controle da qualidade na análise laboratorial. O objetivo deste trabalho foi preparar um candidato a MR de metais e semimetais para Al, As, Be, Ca, Cd, Cu, Cr, K, Mg, Ni, Na, Pb, Se, Tl e Zn com concentrações propostas variando de 0,020 a 3,500 mg/kg, visando a sua aplicação nos ensaios de monitoramento desses parâmetros em amostras de águas sujeitas ao regime de vigilância sanitária. Para este propósito, foram avaliados os resultados preliminares obtidos do preparo da solução candidata a MR, por meio da quantificação dos analitos adicionados

utilizando a técnica de espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado. Os resultados preliminares indicaram que os valores de recuperação obtidos para os elementos em estudo apresentam-se na faixa entre 100 e 116 %. Estes valores estão em concordância com os valores preconizados pela AOAC, que recomenda faixa de recuperação aceitável de 60-115% ou 80-110% para concentrações nas ordens de 0,01 ou 0,1–1 mg/kg, respectivamente, sugerindo que o processo de preparação está em concordância com os valores propostos para este estudo. A obtenção destes resultados indica a viabilidade da continuidade do trabalho nas avaliações de homogeneidade, estabilidade e caracterização do MR, visando à disponibilização deste material aos laboratórios que realizam ensaios em amostras de águas, a fim de promover a confiabilidade na aquisição de seus resultados analíticos.

PALAVRAS-CHAVE: material de referência, água, metais, semimetais

PREPARATION OF A REFERENCE MATERIAL CANDIDATE FOR METALS AND SEMIMETALS IN WATERS: PRELIMINARY TESTS

ABSTRACT: Reference materials (RM) are important tools for quality control in laboratory

analysis. The objective of this work was to prepare a RM candidate of metals and semimetals for Al, As, Be, Ca, Cd, Cu, Cr, K, Mg, Ni, Na, Pb, Se, Tl and Zn with proposed concentrations varying from 0.020 to 3.500 mg/kg, aiming its application in the monitoring of these parameters in water samples subject to sanitary surveillance. For that purpose, we evaluated the preliminary results obtained from the preparation of the RM candidate solution, through the quantification of the added elements using inductively coupled plasma mass spectrometry technique. Preliminary results indicated that the recovery values obtained for the analyzed elements were in the range of 100 to 116%. These values are in agreement with the values recommended by the AOAC, which recommends an acceptable recovery range of 60-115% or 80-110% for concentrations in the order of 0.01 or 0.1–1 mg/kg, respectively, suggesting that the preparation process is in agreement with the values proposed for this study. The achievement of these results indicates the feasibility of the continuity of the work regarding evaluations of homogeneity, stability and characterization of the RM, intending to make this material available to the laboratories that perform analysis of water samples, in order to promote the reliability in the acquisition of its analytical results.

KEYWORDS: reference material, water, metals, semimetals

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de água é essencial aos seres vivos, pela participação em diversos processos bioquímicos e mecanismos fisiológicos do organismo, e também pela presença de sais minerais em sua composição. Os metais em níveis inadequados podem causar problemas à saúde, existindo também elementos que não têm função biológica conhecida e provocam efeitos adversos à saúde. Por isso, é de grande importância realizar o monitoramento da qualidade deste produto quanto à presença de minerais e de possíveis elementos tóxicos, provenientes de contaminação dos mananciais por fontes antropogênicas (Quattrini et al., 2016; Tchounwou et al. 2012).

Para os laboratórios analíticos que atuam na avaliação de produtos e serviços destinados ao consumo humano, a obtenção de resultados confiáveis é essencial para a credibilidade e para a garantia da qualidade das suas funções, podendo estes resultados afetar decisões econômicas e políticas de proteção à saúde e ao meio ambiente. A utilização de sistemas da qualidade em laboratórios de ensaio promove melhorias, tais como, no planejamento, na organização, no registro dos dados e na documentação dos procedimentos empregados, desde a amostragem até a liberação dos resultados. Cabe enfatizar a importância do incentivo à implantação e implementação de sistemas da qualidade nos Laboratórios Centrais de Saúde Pública do Brasil, que têm como missão estratégica a realização de diagnósticos laboratoriais para os centros de vigilância sanitária (Rosas, 2009).

Em análise química, o resultado obtido para uma amostra pode ser comparado com um valor de referência de um material conhecido como um material de referência

(MR), que possui valores de propriedade suficientemente homogêneos e bem estabelecidos. Desta maneira, é possível identificar e quantificar espécies químicas de interesse na amostra de maneira apropriada. Os MRs também podem ser utilizados em estudos interlaboratoriais, testes de proficiência e em controles estatísticos de processo que utilizam gráficos ou cartas controles. Quando os valores de propriedade do MR são certificados por procedimento que estabelece a rastreabilidade desses valores a um valor exato da unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI), na qual os valores de propriedades são expressos, acompanhado de uma incerteza para um nível de confiança estabelecido, o MR é denominado como material de referência certificado (MRC). Para os MRCs de composição química, o valor de propriedade é a concentração dos diversos elementos ou substâncias químicas presentes no material. Em resumo, a diferença entre ambos para efeito de uso é que o MR pode ser adequado para controle da qualidade, mas não para validação de metodologias. Por outro lado, o MRC possui rastreabilidade, permitindo relacionar o resultado de medição a uma referência, possibilitando a esses materiais usos variados (Moreira, 2010; Ulrich, 2011).

A cultura metrológica nas áreas da Química e da Saúde, de forma geral, está avançando no Brasil, mas ainda são poucas as iniciativas para o estabelecimento de programas provedores de ensaio de proficiência e para a produção de MRs/MRCs (Ulrich, 2011). Exemplificando, não há disponibilidade de MR/MRCs de origem nacional para a análise de elementos inorgânicos em águas, e os custos elevados com o processo de importação dos materiais internacionais, assim como a demanda de tempo para a sua obtenção, dificultam o seu uso.

O Ministério da Saúde, por meio de seus órgãos competentes, estabelece parâmetros para a qualidade da água, a saber: Portaria de consolidação nº 5/2017 (água consumo humano), RDC/ANVISA 274/2005 (águas envasadas e gelo) e resolução RDC/ANVISA 11/2014 (água tratada para diálise). As concentrações de elementos para a realização do presente trabalho foram selecionadas de acordo com a legislação brasileira para água potável e de diálise e também com os limites de quantificação dos equipamentos espectrométricos. Para atender aos limites das legislações em nível de traços, foi utilizada nas análises da solução produzida, a técnica de espectrometria de massas por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), que apresenta alta sensibilidade e capacidade multielementar para a quantificação de vários elementos. Neste contexto, foram utilizadas normas internacionalmente aceitas, como a ISO Guia 30-35 e a ABNT ISO/IEC 17025 para o planejamento, desenvolvimento e análises do candidato a MR/MRC. Estas normas fornecem as diretrizes aos produtores de materiais de referência e os requisitos que os laboratórios de ensaio e calibração devem atender para demonstrar sua competência técnica e capacidade de produzir resultados tecnicamente precisos, confiáveis e rastreáveis.

Desta forma, o Núcleo de Contaminantes Inorgânicos do Instituto Adolfo Lutz (IAL) tem como meta preparar um material candidato a MR ou MRC para metais e

semimetais em água, visando o seu emprego no controle da qualidade de água para consumo humano, água tratada para hemodiálise produzida em Serviços de Diálise para o tratamento de pacientes com insuficiência renal crônica, e de água envasada, sendo a sua oferta uma opção de produção nacional. Se os critérios para certificação forem atendidos nas etapas de homogeneidade, estabilidade e de caracterização, com o fornecimento das incertezas e as rastreabilidades associadas, o material poderá ser considerado como MRC. Este material também possibilitará que os laboratórios atuantes na área de análises de água ofereçam serviços promovendo a confiabilidade dos seus resultados, visando minimizar riscos à saúde da população devido ao uso de água com problemas de contaminação, além de possibilitar melhorias na tomada de decisões e desenvolvimento de ações eficazes quanto à adequação dos tratamentos de água. O MR a ser produzido no IAL, poderá ser fornecido aos laboratórios interessados em utilizá-los em suas determinações analíticas permitindo seu aprimoramento analítico. A expectativa é que a futura produção deste material atenda às demandas de laboratórios de saúde pública, universidades, institutos de pesquisas e laboratórios privados nacionais que atuam na quantificação destes elementos em águas.

1.1 Objetivos

Este trabalho visa, a avaliação prévia das concentrações de metais e semimetais obtidas a partir da produção de um candidato a MR para a determinação destes elementos em água. A etapa posterior será constituída pela efetivação dos testes de homogeneidade, estabilidade e caracterização, visando o estabelecimento de valores de propriedade e suas incertezas para os elementos em estudo, considerando a importância da água em termos ambientais e para a população, em seus diversos usos, e o impacto que metais e semimetais podem causar sobre a saúde pública.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Reagentes

Água desionizada ultrapura com resistividade de 18,2 M Ω .cm, obtida de um sistema de purificação de água Milli-Q Integral-10 (Merck-Millipore, USA), foi utilizada para o preparo da solução candidata a MR deste estudo.

Para a adição dos elementos na solução candidata a MR, foram utilizadas soluções padrão monoelementares de Al, As, Be, Ca, Cd, Cu, Cr, K, Mg, Ni, Na, Pb, Se, Tl e Zn com concentrações de 1.000 mg/L ou 10.000 mg/L, adquiridos das marcas Fluka (Sigma-Aldrich, USA), LGC (EUA) e CPACChem (Bulgaria), obtidas de produtores acreditados de acordo com a norma ISO Guia 17034.

Ácido nítrico Suprapur® (Merck-Darmstadt, Alemanha) foi utilizado para acidificar a solução do material candidato e para o preparo das curvas analíticas para as análises

laboratoriais.

Para envase do material produzido foi utilizado frasco de polietileno de alta densidade Nalgene® com tampa de rosca, com capacidade para 250 mL.

O Material de Referência Certificado SRM 1643F (National Institute of Standards Technology-EUA) foi empregado para verificar a exatidão da metodologia analítica.

2.2 Descontaminação de material do laboratório

Os frascos de polietileno Nalgene®, vidrarias e materiais plásticos foram previamente imersos em uma solução de detergente Extran® a 10% (Merck), enxaguados e descontaminados quimicamente por imersão em banhos de solução de HNO₃ a 20%, seguida de um ciclo de enxágue com água desionizada e secagem em estufa.

Também o reservatório de homogeneização da solução candidata a MR foi descontaminado previamente com água desionizada e, em seguida, a descontaminação química ocorreu com preenchimento do reservatório com solução de HNO₃ a 2%. Após a retirada da solução ácida, o reservatório foi novamente enxaguado com água desionizada para posterior produção do MR.

2.3 Equipamentos

O procedimento de adição dos elementos na solução candidata a MR foi realizado por meio de pesagens individuais dos analitos em balança analítica (Shimadzu, modelo AY 2220), e os volumes transferidos para o reservatório de preparo da solução final. Para a homogeneização do material preparado foi utilizado um agitador mecânico conectado ao reservatório com capacidade de 100 L.

Para a quantificação dos elementos foi utilizado o espectrômetro de massas por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS, ELAN DRC-II, Perkin-Elmer).

2.4 Procedimentos Analíticos

Todo o processo de elaboração experimental do candidato a MR foi realizado em área limpa com controle de material particulado (certificação da área realizada de acordo com ISO 14644-1, e categorização de área ISO Classe 7), visando evitar a sua contaminação química, e com temperatura controlada de 20 ± 2 °C.

Para a verificação da eficácia do processo de descontaminação química do reservatório para posterior produção do candidato a MR, foram coletadas alíquotas de soluções da porção da solução ácida, bem como dos enxágues com água desionizada. Também foi efetuada a verificação da eficácia da descontaminação realizada nos frascos empregados no envase do produto candidato a MR. Todos os elementos de interesse no presente estudo foram determinados empregando-se a técnica de ICP-MS.

A seguir, a solução foi preparada a partir de água desionizada adicionada de alíquotas individuais das soluções padrões monoelementares de metais e semimetais,

previamente pesadas, com concentrações variando entre 0,020 a 3,500 mg/Kg, considerando os valores máximos permitidos em legislação para águas sujeitas ao regime de vigilância sanitária. O peso final foi completado para 60 Kg, em meio de HNO₃ a aproximadamente a 1% e o reservatório foi acoplado ao agitador para homogeneizar a solução. No dia seguinte, a solução foi agitada novamente e as alíquotas de amostras foram acondicionadas nos frascos de polietileno Nalgene® com capacidade para 250 mL, previamente identificados.

Assim, o lote do candidato a MR constituído de 240 frascos foi armazenado em temperatura de geladeira (2 a 8 °C), até o momento de seu envio ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN para o procedimento de irradiação efetuado em irradiador multipropósito com ⁶⁰Co, aplicada para a esterilização das amostras, a fim de evitar possível formação de microrganismos nas soluções contidas nos frascos.

Posteriormente, foram sorteados 12 frascos do lote produzido para a verificação prévia das concentrações dos elementos adicionados à solução de MR. A determinação dos níveis de metais e semimetais foi obtida por emprego de metodologia analítica validada *in house* e implementada no laboratório.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Organização Internacional para Padronização (ISO) estabelece os requisitos para a produção dos MRCs nas Guias da série 30-35, além da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 para os laboratórios de ensaio e calibração, para a demonstração de sua competência. As recomendações dessas normas são seguidas de modo a conduzir este trabalho no preparo de um candidato a material de referência adequado do ponto de vista metrológico.

As análises dos níveis dos brancos realizadas nos frascos Nalgene® empregados para o armazenamento do produto candidato a MR indicaram que todos os níveis de concentração dos elementos em estudo estavam abaixo dos seus respectivos limites de quantificação. Isto evidenciou a ausência de contaminações por metais e semimetais nos frascos, demonstrando que são, portanto, adequados para estocagem do candidato a MR.

As análises dos pontos coletados durante o procedimento de descontaminação química do reservatório empregado para a produção do MR, tanto para a solução de HNO₃ a 2%, quanto para água desionizada ultrapura utilizada no enxague final antes do preparo da solução, indicaram níveis inferiores aos limites de quantificação dos analitos estudados. Estes resultados indicaram que o procedimento de descontaminação química foi eficiente e também que não houve a lixiviação de metais do reservatório para a solução de descontaminação, sendo portanto considerado adequado à preparação pretendida.

Os resultados das análises preliminares da solução preparada contendo

os elementos Al, As, Be, Ca, Cd, Cu, Cr, K, Mg, Ni, Na, Pb, Se, Tl e Zn, e que foi coletada em frascos durante o envase, indicaram que o grau de concordância entre os valores pretendidos e aqueles experimentalmente obtidos para os analitos em estudo apresentou-se na faixa entre 100 e 116 %. Estes resultados preliminares mostraram que a etapa de homogeneização da solução preparada, executada com a utilização de um agitador mecânico, foi realizada com eficiência e também que as soluções padrões foram preparadas de maneira adequada ao processo.

Estes valores estão em acordo com os preconizados pela AOAC (2016), que recomenda faixa de recuperação aceitável de 60-115% ou 80-110% para concentrações nas ordens de 0,01 ou 0,1–1 mg/kg, respectivamente, sugerindo que o processo de preparação está em concordância com os valores propostos para este estudo.

Com base nestes dados obtidos, os frascos foram enviados para a etapa de irradiação, visando à esterilização do material produzido e evitar qualquer ação microbiana, de modo a garantir a integridade do candidato a MR durante o armazenamento e transporte.

Para prosseguimento deste trabalho, o material irradiado será submetido aos ensaios para verificação da homogeneidade entre os frascos a fim de demonstrar que as unidades do material produzido são as mesmas dentro de uma determinada incerteza, para cada valor de propriedade.

Já o estudo de estabilidade avaliará a capacidade do MR de manter o valor de uma determinada propriedade dentro de limites especificados por um período pré-estabelecido, quando estocado em condições estipuladas. Para este estudo, serão avaliadas as condições de transporte (curta duração) e armazenamento (longa duração).

O candidato a material de referência produzido será caracterizado e o valor de propriedade designado será baseado na quantificação por ICP-MS, contendo os analitos de interesse, produzido de acordo com a ISO Guia 17.034. Com a aplicação de técnicas estatísticas adequadas será avaliada a possibilidade de certificação individual dentre os 15 elementos analisados.

Os resultados preliminares obtidos neste estudo demonstram a viabilidade da continuação dos estudos de homogeneidade, estabilidade e caracterização do material, permitindo o desenvolvimento de um candidato a MR ou MRC de 15 elementos em água que serão elaborados com base nas normas internacionais do ISO GUIA série 30.

A produção de candidato a MR/MRC no Instituto Adolfo Lutz poderá contribuir para suprir a demanda nacional na oferta de produto com a qualidade e confiabilidade requeridas a laboratórios analíticos a um custo acessível, com maior agilidade na aquisição e padrões de qualidade similares aos MRCs importados.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou o desenvolvimento da etapa inicial da produção de um candidato a MR/MRC em água e as futuras perspectivas. A obtenção dos resultados preliminares satisfatórios indica a viabilidade da continuidade deste trabalho. Este estudo poderá fornecer subsídios para a produção de outros MR/MRC para metais e semimetais em águas que atenda aos requisitos de medição específicos para essa matriz. Ainda, poderá contribuir com a melhoria dos resultados fornecidos no atendimento às demandas dos programas de monitoramento, das vigilâncias sanitárias e de outros laboratórios nacionais que atuam no diagnóstico de exposição a estes elementos presentes em águas. Portanto, os resultados apresentados podem constituir uma importante contribuição para a metrologia em química no país e podem ser a base para o desenvolvimento de um novo material de referência no Brasil para metais e semimetais em água sujeitas ao regime de vigilância.

5 | AGRADECIMENTOS

À equipe do Irradiador Multipropósito 60-Co - Centro de Tecnologias das Irradiações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) de São Paulo, pela importante colaboração no processo de irradiação das amostras. À Rede de Saneamento e Abastecimento de Água (RESAG) pelo fornecimento de insumos para a elaboração do trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO GUIA 30**: Materiais de referência – Termos e definições selecionados. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO GUIA 31**: Materiais de referência – Conteúdo de certificados, rótulos e documentação associada. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO GUIA 33**: Utilização de materiais de referência certificados. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO GUIA 17034**: Requisitos gerais para a competência de produtores de materiais de referência. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO GUIA 35**: Materiais de referência – Princípios gerais e estatísticos para certificação. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO NBR/ISO 14644:2005** - Salas limpas e ambientes controlados associados.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Appendix F**: Guidelines for

standard method performance requirements. 2016, p.1-18

BRASIL. Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 11, de 13 de março de 2014. Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de mar. 2014.

Ministério da Saúde (BR). Portaria de Consolidação MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 set. 2017. Seção 1(190): 360.

MOREIRA, G.E. **Preparo e caracterização de um material de referência de mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758)**. 2010. 283 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2010.

QUATTRINI, S.; PAMPALONI, B.; BRANDI, M.L. **Natural mineral waters: chemical characteristics and health effects**. Clin. Cases in Miner. Bone Metab., v.13, n.3, p. 173-180, 2016.

ROSAS, C.O. **Produção de materiais de referência para ensaios de proficiência em microbiologia de alimentos**. 2009. 112 p. Dissertação (Mestrado na área de Vigilância Sanitária) - INCQS/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2009.

TCHOUNWOU, P.B. et al. **Heavy metals toxicity and the environment**. EXS, v.101, p. 133-164, 2012.

ULRICH, J.C. **Preparação e caracterização de um material de referência de peixe**. 2011. 114 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de tecnologia nuclear - materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2011.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Tayronne de Almeida Rodrigues - Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>.

João Leandro Neto - Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>.

Dennyura Oliveira Galvão - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-334-7

