

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharias: criação e repasse de tecnologias /
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

CAPÍTULO 2..... 7

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

CAPÍTULO 4..... 41

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

CAPÍTULO 5..... 55

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

CAPÍTULO 6..... 63

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem

Isabela Maciel Macedo
Laís Carolina dos Santos Mota
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

CAPÍTULO 7..... 76

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO

Aline Islia Almeida de Sousa
Adeildo Cabral da Silva
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE ²²⁶Ra E ²²⁸Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS

Aluísio de Souza Reis Júnior
Geraldo Frederico Kastner
Renata Dias Abreu Chaves
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

CAPÍTULO 9..... 99

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K₀ NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO

Wellington Ferrari da Silva
Renata Priscila de Oliveira Paula
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

CAPÍTULO 10..... 108

DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS

Renivan Costa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

CAPÍTULO 11 126

DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNCTION ARCHITECTURE

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Fábio Rodrigo Milanez
Wagner Fontes Godoy
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Renato Alves de Oliveira
Mario Suzuki Junior
Ricardo Breganon

Francisco de Assis Scannavino Junior
Lucas Botoni de Souza
Michele Eliza Casagrande Rocha
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

CAPÍTULO 12..... 140

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499

Marcos Fonseca Mendes
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

CAPÍTULO 13..... 155

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Rafael Alex Vieira do Vale
Idalmir de Souza Queiroz Júnior
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

CAPÍTULO 14..... 167

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES

Eduardo Camargo Langrafe
Cristiano Henrique Ferraz
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

CAPÍTULO 15..... 179

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES

Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

CAPÍTULO 16..... 195

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira
Alexandre Fernandes Santos
Ariel Dov Ber Gandelman
Eliandro Barbosa de Aguiar
Heraldo José Lopes de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

CAPÍTULO 17.....203

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

CAPÍTULO 18.....219

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA

Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>

CAPÍTULO 19.....234

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

CAPÍTULO 20.....242

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram

Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

CAPÍTULO 21.....256

SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS

Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

CAPÍTULO 22.....	270
THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES	
Angela Alidia Bernal Cárdenas	
José Pedro Mansueto Serbena	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322	
CAPÍTULO 23.....	276
GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE	
Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade	
Getúlio Kazue Akabane	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323	
CAPÍTULO 24.....	301
CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL	
Ruth Matovelle Villamar	
Manuel Lecuona Lopez	
Adriana Gonzalez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324	
CAPÍTULO 25.....	314
BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR	
Ronaldo Salvador Vasques	
Fabrício de Souza Fortunato	
Márcia Regina Paiva de Brito	
Natani Aparecida do Bem	
Elaine Regina Brito Maia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325	
SOBRE OS ORGANIZADORES	326
ÍNDICE REMISSIVO.....	327

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K_0 NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO

Data de aceite: 01/03/2022

Data de submissão: 03/01/2022

Wellington Ferrari da Silva

Faculdade Cidade de Coromandel - FCC
Coromandel – MG
<http://lattes.cnpq.br/4158472376850000>

Renata Priscila de Oliveira Paula

Faculdade Cidade de Coromandel - FCC
Coromandel – MG
<http://lattes.cnpq.br/0400195972239117>

Dayse Menezes Dayrell

Faculdade Cidade de Coromandel - FCC
Coromandel – MG
<http://lattes.cnpq.br/2921557615071133>

RESUMO: O objetivo deste estudo foi determinar os nutrientes em grãos de milho verificando a eficiência da técnica de análise por ativação neutrônica, método k_0 , ao ser aplicada nessa matriz. As amostras de grãos de milho, variedade 5055 da Agrocere, foram coletadas em uma propriedade situada na região da cidade de Biquinhas, MG, e irradiadas no reator nuclear TRIGA MARK I IPR-R1, do CDTN/CNEN. Assim, constatou-se a presença de Au, Br, Co, Fe, K, Mo, Na, Rb e Zn. A análise por ativação com nêutrons se mostrou adequada na determinação dos elementos analisados, demonstrando assim, a potencialidade da análise multielementar.

PALAVRAS-CHAVE: Análise por Ativação Neutrônica, Nutrientes, Milho.

ANALYSIS BY NEUTRONIC ACTIVATION, K_0 METHOD IN THE DETERMINATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN CORN GRAINS

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the nutrients in corn grains, verifying the efficiency of the neutron activation analysis technique, k_0 method, when applied to this matrix. Samples of corn grains, variety 5055 from Agrocere, were collected from a property located in the region of the city of Biquinhas, MG, and irradiated in the nuclear reactor TRIGA MARK I IPR-R1, of the CDTN/CNEN. Thus, the presence of Au, Br, Co, Fe, K, Mo, Na, Rb and Zn was verified. The analysis by activation with neutrons proved to be adequate in determining the analyzed elements, demonstrating like this, the potential of multi-elementary analysis.

KEYWORDS: Analysis by Neutronic Activation, Nutrients, Maize.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta cultivada em regiões quentes e temperadas de todo o mundo, sendo o cereal de maior produção no Brasil. Representa uma das principais culturas da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica por base da alimentação animal e humana (LÓPEZ-OVEREJO et al., 2003).

Esta cultura, entretanto pode ser afetada por muitos problemas, principalmente a absorção e translocação de nutrientes. A

necessidade de alcançar elevados patamares de produtividade tem resultado em uma crescente preocupação com o uso de nutrientes na adubação. Tais problemas podem influenciar no produto final e nos elementos presentes nos grãos de milho.

Várias técnicas analíticas podem ser aplicadas na determinação da composição qualitativa e quantitativa de vegetais como, por exemplo, colorimetria, espectrometria de absorção e emissão atômica, cromatografia e fluorescência de raios-X. Outra técnica é a análise por ativação neutrônica que apresenta vantagens como não exigir a dissolução da amostra - condição imprescindível para outras técnicas - ser multielementar, determinar elementos químicos na faixa de concentração de traços a percentagem. No caso de vegetais, matriz orgânica, a matriz não se ativa durante a irradiação por ser composta de C, O, H, N. Após cerca de dois meses, a amostra é considerada resíduo e não rejeito radioativo, de acordo com CNEN-NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”, Posição Regulatória-3.01/001:2011.

O princípio da análise por ativação, AAN, consiste em submeter uma amostra a um fluxo de nêutrons, com o intuito de produzir isótopos radioativos dos núcleos presentes na amostra original, reação está conhecida como ativação (IAEA, 1990).

A reação nuclear que ocorre é do tipo captura radioativa (n, γ), e produz o radionuclídeo de interesse para a realização de uma análise, por meio do método de ativação com nêutrons, que ocorre quando um feixe de partículas ativadoras (nêutrons) interage com o núcleo alvo, originando um núcleo composto de alta energia de excitação. Rapidamente este núcleo instável passa para uma configuração mais estável, emitindo raio gama “prontos” e transformando-se em um núcleo radioativo. Esse núcleo radioativo emitirá raios gama e partículas beta, com uma meia-vida característica, formando por fim um núcleo estável. Por meio da energia da radiação gama de decaimento e da meia-vida, o radioisótopo formado na reação nuclear pode ser identificado, permitindo assim, realizar análises qualitativas e quantitativas do elemento contido na amostra (DE SOETE et al., 1972). A probabilidade de ocorrência dessa reação nuclear depende das características do nuclídeo alvo como a secção de choque a determinada energia de nêutrons, abundância isotópica, além da meia vida do radionuclídeo formado.

Na análise por ativação, a energia específica medida destes raios γ é usada para determinar os elementos presentes na amostra, enquanto a quantificação é feita pela medida da quantidade de emissões gama que são detectados em um intervalo de tempo (contagens por segundo). Aproximadamente 70% dos elementos têm nuclídeos possuindo propriedades adequadas para a análise por ativação neutrônica, mostrando que este método radioquímico é um dos mais importantes para este tipo de análise (BODE et al, 1990).

Vários trabalhos têm sido publicados, inclusive na área agrônômica, e alguns podem ser citados como os autores Othman e colaboradores (1995) que usaram a AAN para determinar 17 elementos traço em diferentes variedades de tabaco cultivados em diferentes

tipos de solos e de condições climáticas. Os autores verificaram que ligeiras diferenças nas condições de cultivo possibilitaram variações nas concentrações dos elementos presentes nas folhas.

Oliveira e colaboradores (2013) utilizaram a AAN empregando o método k_0 padronizado em amostras de solos do cerrado (argiloso e arenoso) e em amostras de fosfogesso. A mesma técnica foi utilizada também por Oliveira et al. (2011) em estudos com fosfogesso para identificar os elementos de terras raras Ce, La, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb.

Com relação ao material vegetal, Mannan e colaboradores (1990) usaram a análise por ativação com nêutrons para determinar a concentração de 10 elementos traço em 5 variedades de arroz e casca de arroz no Paquistão, os elementos analisados foram: Hg, Cd, Pb, Cs, As, Ni, Se, Br e Al. Com exceção do Se, as concentrações dos elementos foram menores no arroz do que na casca.

Jimba e Ige (1990) usaram a técnica para determinar elementos traço (Co, Cr, Fe e Zn) em alguns grãos como: arroz, soja, milho e amendoim. Os resultados sugeriram que uma dieta desses grãos proporciona uma concentração adequada desses elementos essenciais.

Francisconi (2014) também utilizou a técnica de análise de ativação neutrônica para determinar os constituintes inorgânicos e avaliar a concentração dos elementos As, Ba, Br, Ca, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, K, Mg, Mn, Na, Rb, Sb, Sc, Se, Ta, Th, Ti, U, V, Zn e Zr em plantas medicinais e seus extratos. A relevância dessas análises é justificada pela necessidade de contribuir para a recomendação destas plantas como fontes desses minerais na dieta. Guizado Vidal et al. (2015) também utilizaram a técnica para otimizar a deconvolução espectral para determinar Zn em folhas de várias espécies vegetais.

Várias pesquisas também foram realizadas em sistemas de cultivo de diversos produtos vegetais como café (FERNANDES et al., 2004), batata (BACCHI et al., 2004), feijão (SANTOS et al., 2006), suco de laranja (TURRA et al., 2006), cogumelos (MARZANO et al., 2001), plantas frutíferas (CID, 2011), folhas de couve (MENEZES et al., 2006a) tomate, soja (OLIVEIRA et al., 2012) e em milho (SILVA, 2019) mostrando assim, a importância desta técnica analítica no estudo da identificação e concentração dos elementos em diversas espécies vegetais.

Desta forma, este trabalho objetivou determinar os elementos presentes em grãos de milho, por análise de ativação neutrônica. Foi aplicado o método k_0 aliado à metodologia de análise de amostras grandes, recém-estabelecida no CDTN (MENEZES; JACIMOVIC, 2006b).

MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho, as amostras de grãos de milho, variedade 5055 da Agroceres, foram coletadas de forma aleatória em uma propriedade, situado no município de Biquinhas,

MG, a 18°46'58" de latitude sul e 45°30'08" de longitude oeste, a uma altitude média de 629 metros.



Figura 1. Propriedade Rural – Município de Biquinhas – MG.

Fonte: Próprio autor.

As espigas foram levadas para o laboratório, debulhadas e lavadas em água corrente e em água deionizada e colocadas em seguida para secar à temperatura ambiente. Após a secagem, as amostras de milho foram pesadas em triplicata em frascos de polietileno adequadas para a irradiação, com massas em torno de 2,5g.



Figura 2. Sementes de milho, preparação da amostra.

Fonte: Próprio autor.

Acompanhando as amostras em estudo, foram utilizados monitores de fluxos de nêutrons, liga certificada de Al-Au (0,1%), IRMM-530RA, fornecida pelo Instituto de Materiais de Referência e Medidas (IRMM, Institute for Reference Materials and Measurements), Bélgica.

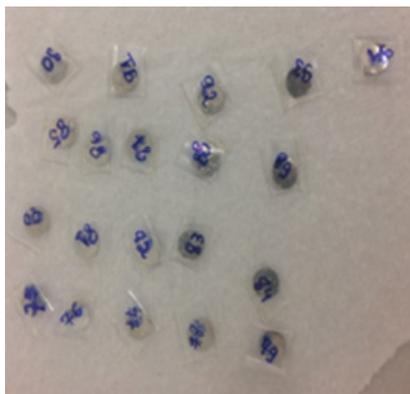


Figura 3. Monitores de ouro sendo pesados para irradiação.

Fonte: Silva, 2019.

As irradiações foram realizadas no reator TRIGA MARK-I IPR-R1, localizado no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN. As amostras foram irradiadas na mesa giratória na posição de irradiação PI-7, estando o reator operando a 100 kW. Nesta posição, os parâmetros espectrais f e α são 22,32 e - 0,0022 respectivamente, e o fluxo de nêutrons térmicos é $6,35 \times 10^{11} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Menezes; Jacimovic, 2014).



Figura 3. Reator Nuclear TRIGA MARK I IPR – R1 do CDTN/CNEN.

Fonte: Mesquita e Rezende, (2007).

Após a irradiação foi esperado um tempo suficiente para o decaimento dos radionuclídeos de meias vidas mais curtas e interferentes e, em seguida, foi executada

a espectrometria gama em um detector coaxial HPGe, com 50% de eficiência nominal, modelo GC 5019 CANBERRA, associado a eletrônica apropriada e a um programa de aquisição de espectros Genie 2K, CANBERRA. As contagens foram realizadas nas energias gama características dos radioisótopos produzidos. Para a determinação da área do pico de energia gama característica, foi usado o programa HyperLab (HYPERLAB, 2009), específico para análise de espectros gama. Para o cálculo da concentração elementar, foi usado o programa Kayzero for Windows® [11].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser uma técnica multielementar, diversos elementos foram determinados, entretanto, vários apresentaram resultados abaixo do limite de detecção. A Tab. 1 apresenta os elementos que tiveram resultados de concentração acima do limite de detecção, os radioisótopos formados na ativação e as suas respectivas energias dos raios gama e meias vidas [11].

Elementos	Radioisótopo	Energia (keV)	Meia Vida
Au	¹⁹⁸ Au	411,8	2,69 dias
Br	⁸² Br	554	1,47 dias
Co	⁶⁰ Co	1173,2 e 1332,5	5,27 anos
Fe	⁵⁹ Fe	1099,3 e 1291,6	44,5 dias
K	⁴² K	1524,7	12,4 horas
Mo	⁹⁹ Mo	140,5	2,75 dias
Na	²⁴ Na	1368	14,9 horas
Rb	⁸⁶ Rb	1077	18,7 dias
Zn	⁶⁵ Zn	1115,5	244 dias

Tabela. 1. Elementos determinados por ativação neutrônica.

A Tabela 2 mostra as médias das concentrações obtidas nas amostras analisadas em triplicata, assim como os elementos que tiveram resultados abaixo do limite de detecção.

Pode-se observar que os valores de potássio encontram-se entre os maiores com 2,9 mg.g⁻¹. Ritchei e colaboradores também avaliaram esse mesmo elemento na cultura do milho e constataram que a maior concentração de potássio presente na estrutura vegetativa da planta, aproximadamente 35%, concentra-se nos grãos.

Observa-se que diversos elementos apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção. Esses resultados se mostraram satisfatórios, pois estes elementos poderiam promover algum dano à saúde humana e à germinação da planta.

Elementos	Média ± DP (mg.Kg ⁻¹)	Elementos	Média ± DP (mg.Kg ⁻¹)
Ag	< 0,02	Na	5,5 ± 0,5
As	< 0,008	Nd	< 0,4
Au	(2,8 ± 1)*	Rb	4,4 ± 0,4
Ba	< 1,4	Sb	< 0,002
Br	0,33 ± 0,06	Sc	< 0,003
Ca	< 220	Se	< 0,08
Cd	< 0,1	Sm	< 0,001
Co	(4,9 ± 0,6)*	Sr	< 3
Cr	< 0,1	Ta	< 0,003
Cs	< 0,005	Tb	< 0,003
Fe	13 ± 1	Th	< 0,01
Hg	< 0,03	U	< 0,01
K	(2,9 ± 0,4)**	W	< 0,01
La	< 0,001	Yb	< 0,01
Mo	0,26 ± 0,01	Zn	22 ± 4

DP, Desvio Padrão; *, ($\mu\text{g. kg}^{-1}$); **, %.

Tabela . 2. Concentração dos elementos nas amostras em estudo.

CONCLUSÃO

As concentrações de 9 elementos - Au, Br, Co, Fe, K, Mo, Na, Rb e Zn – em amostras de grãos de milho foram obtidas pela análise por ativação neutrônica. Esta técnica demonstrou que é adequada para determinar diversos elementos químicos em órgãos vegetais.

Verifica-se que os grãos de milho analisados apresentaram concentrações tanto de elementos considerados como macronutrientes, tanto para micronutrientes para as plantas, como aqueles potencialmente tóxicos às plantas e aos animais.

REFERÊNCIAS

BACCHI, M. A.; FERNANDES, E. A. N.; TSAI, S. M.; SANTOS, L. G. C. Conventional and organic potatoes: Assessment of elemental composition using k_0 -INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Budapest, v. 259, n. 3, p.421-424, 2004.

BODE, P; HOFFMAN, E. L.; LINDSTROM, R. L.; PARRY, S. J.; ROSENBERG, R. J. **Practical Aspects of Operating a Neutron Activation Analysis Laboratory**, I.A.E.A. Tecdoc 564, Vienna, 1990.

CID, A.S. **Evolução temporal da incorporação de $^{137}\text{Cs}^+$, k^+ e Na^+ em plantas frutíferas tropicais e suas correlações com a fisiologia vegetal**, 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2011.

DE SOETE, D.; GISBELS, R.; HOSTE, J. **Neutron activation analysis**. London: Wiley – Interscience, v.34, 1972, 834p.

FERNANDES, E. A. N.; TAGLIAFERRO, F. S.; BACCHI, M. A.; BODE, P.; TURRA, C. SANTOS, L. G. INAA as a tool to identify organically grown food. **Transactions of the American Nuclear Society**, La Grange Park, v. 91, p.847-848, 2004.

FRANICISCONI, L. S. **Determinação de constituintes inorgânicos em plantas medicinais e seus extratos**. 2014. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de tecnologia Nuclear) – IPEN, São Paulo, 2014.

GUIZADO-VIDAL, D. A.; SANTOS, L. G. C.; BACCHI, M. A.; FERNANDES, E. A. N.; SANTOS, S. S. N. S. C. **Otimização da deconvolução espectral para determinação de Zn em folhas de plantas utilizando análise por ativação neutrônica**. In: VIII Simpósio dos Pós-graduandos do CENA. Ciência e Sociedade: interações, impactos e desafios, 2015, Piracicaba. Resumos dos Trabalhos Apresentados no VIII Simpósio dos Pós-graduandos do CENA, 2015.

Institute of Isotopes. Hyperlab V. 2009, User's manual. Budapest (2009)

International Atomic Energy Agency. Practical aspects of operating a neutron activation analysis laboratory. Vienna: IAEA, 1990, pp 7-32 (TECDOC – 564).

JIMBA, B.; IGE, T. Concentration of Cr, Fe, Co and Zn in some Nigerian food grains. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 144, n. 6, p. 447-452, 1990.

Kayzero for Windows®, "User's Manual, for reactor neutron activation analysis (NAA) using the k0 standardisation method", Ver. 2.42. k0-Ware, Heerlen, The Netherlands (2011)

LÓPEZ-OVEREJO R. F et al., **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Eds). Milho: Estratégias de Manejo para Alta produtividade. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento da Produção Vegetal, pp. 47-79 (2003).

MANNAN, A.; WAHEED, S.; QURESHI, I. H. Concentration and distribution of toxic elements in rice and husk. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 140, n. 1, p. 91-102, 1990.

MARZANO, F. N.; BRACCHI, P. G.; PIZZET, P. Radioactive and conventional pollutants accumulated by edible mushrooms (*Boletus sp*) are useful indicators of species origin. **Environmental Research A** 85, p. 260-264, 2001.

MENEZES, M. A. B. C.; PALMIERI, H. E. L.; LEONEL, L. V.; NALINI, J. R. H. A.; JACIMOVIC, R. Iron Quadrangle, Brazil: Elemental concentration determined by k_0 -instrumental neutron activation analysis. Part II: Kale samples. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 270: p. 111-116, 2006a.

MENEZES, M. A. B. C.; JACIMOVIC, R. Optimised k0-instrumental neutron activation method using the TRIGA MARK I IPR-R1 reactor at CDTN/CNEM, Belo Horizonte, Brazil, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A, v.564, p. 707-715, 2006b.

MENEZES, M. A. B. C.; JACIMOVIC, R. "Implementation of a methodology to analyse cylindrical 5-g sample by neutron activation technique, k0 method, at CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brazil", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 300, p. 523-531, 2014.

OLIVEIRA, K. A. P.; SPERLING, E. V.; MENEZES, M. A. B. C.; BRITO, W.; JACOMINO, V. M. F. Use of nuclear techniques in the study of the behavior of rare earth elements on the use of phosphogypsum in Cerrado agriculture. **International Journal of Nuclear Governance**, Economy and Ecology (Print), v. 3, p. 274-279, 2011.

OLIVEIRA, K. A. P.; MENEZES, M. A. B. C.; VON SPERLING, E.; JACOMINO, V. M. F. Transfer Factor of Rare Earth Elements from Phosphogypsum Amended Brazilian Tropical Soils to Lettuce, Corn and Soybean. **The Journal of Solid Waste Technology and Management**, v. 38, p. 202-210, 2012.

OLIVEIRA, K. A. P.; MENEZES, M. A. B. C.; JACOMINO, V. M. F.; SPERLING, E. V. Use of nuclear technique in samples for agricultural purposes. **Engenharia Agrícola** (Impresso), v. 33, p. 46-54, 2013.

OTHMAN, I.; AKANCLE, O. A.; RAMSBOTTOM, S. J.; SPYROU, N. M. The determination of trace elements in Syrian tobacco by INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 195, n. 1, p. 195-202, 1995.

RITCHEI, S. W. et al., Como a planta de milho se desenvolve. Potafós: Arquivo do Agrônomo, n. 15, 20p. (2003). (Informações Agrônômicas, n. 103).

SANTOS, L. G.; FERNANDES, E. A. N.; BACCHI, M. A.; TAGLIAFERRO, F. S.; TSAI, S. M. Evaluation of conventional and organic beans by instrumental neutron activation analysis. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Budapest, v. 270, n. 1, p.249-252, 2006.

SILVA, W. F. **Estudo do metabolismo de zinco em plantas de milho transgênico submetidas ao herbicida glifosato utilizando técnicas analíticas nucleares**, Tese (Doutorado em Ciências E Técnicas Nucleares) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2019.

TURRA, C.; FERNANDES, E. A. N.; BACCHI, M. A.; TAGLIAFERRO, F. S.; FRANÇA, E. J. Differences between elemental composition of orange juices and leaves from organic and conventional production systems. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, Budapest, v. 270, n. 1, p.203-208, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogeradores 219
Agentes de navegação cooperativos 127
Alpaca 242, 243, 244, 248, 255
Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106
Antena de Microfita 155, 158
Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164
Arquitetura de subsunção 127
Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189
Assinatura acústica 219, 228, 229, 230
Automação distribuída 140, 142

B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

C

Capex 167, 168
Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315
Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296
Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177
Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75
Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324
Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91
Controladores lógicos programáveis 140, 141
Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287
Cristais fonônicos 234, 236
Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

F

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

G

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

I

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

J

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

L

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

M

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

N

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

O

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

P

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

R

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

S

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

T

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



 **Atena**
Editora
Ano 2022

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

