

Ernane Rosa Martins
(Organizador)



Desenvolvimento tecnológico,
CIÊNCIA E INOVAÇÃO



Atena
Editora
Ano 2022

Ernane Rosa Martins
(Organizador)



Desenvolvimento tecnológico,
CIÊNCIA E INOVAÇÃO



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

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-NãoDerivativos 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



Desenvolvimento tecnológico, ciência e inovação

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento tecnológico, ciência e inovação /
Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0307-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.074220607>

1. Tecnologia. 2. Ciência. 3. Inovação. I. Martins,
Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

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

Este livro, se propõe a permitir que seus leitores venham a conhecer melhor o panorama atual do desenvolvimento tecnológico, da ciência e da inovação. Apresentando estudos relevantes que são aplicados em diversas áreas do conhecimento, proporcionando a resolução de diferentes problemas da sociedade. As empresas enxergam atualmente a necessidade de profissionais cada vez mais qualificados, a fim de que possam trazer ainda mais inovação, desenvolvimento e eficiência.

Sendo assim, este livro aborda diversos assuntos importantes para profissionais e estudantes, tais como: definir uma metodologia de dimensionamento de sistemas de iluminação com alimentação por sistemas fotovoltaicos (on-grid e off-grid) dedicados, com foco em instalações residenciais; investigar as expectativas profissionais de alunos em fase de conclusão de cursos de graduação da UEPA; análise do estado da arte da evolução do estudo sobre a gestão de P&D à luz do novo gerencialismo e do princípio da eficiência administrativa aplicáveis às instituições de pesquisa apoiadas e fomentadas por recursos públicos; e a compilação das informações pertinentes ao desenvolvimento de um método analítico de baixo custo, portátil e de alta sensibilidade.

Sendo assim, os trabalhos apresentados nesta obra, permitem aos leitores analisar e discutir os relevantes assuntos abordados, tendo grande importância por constituir-se numa coletânea de trabalhos, experimentos e vivências de seus autores. Espera-se que esta venha a ajudar tanto aos alunos quanto aos profissionais, a enfrentarem os mais diferentes desafios da atualidade. Por fim, agradeço a cada autor, pela excelente contribuição na construção deste livro, e desejo a todos os leitores, uma excelente leitura, repleta de boas, novas e significativas reflexões sobre os temas abordados, e que estas possam contribuir fortemente no aprendizado.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| DEFINIÇÃO DE METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO COM ALIMENTAÇÃO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO DEDICADO Henry Yuzo Sasaki Aoyague Eduardo Verri Liberado  https://doi.org/10.22533/at.ed.0742206071 | |
| CAPÍTULO 2 | 13 |
| EXPECTATIVAS PROFISSIONAIS ENTRE FORMANDOS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA) Ivanete Modesto do Amaral  https://doi.org/10.22533/at.ed.0742206072 | |
| CAPÍTULO 3 | 25 |
| GESTÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D): PROPOSIÇÃO DE UM QUADRO TEÓRICO DE ANÁLISE Leone Coelho Bagagi  https://doi.org/10.22533/at.ed.0742206073 | |
| CAPÍTULO 4 | 43 |
| RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM ALIMENTOS: CONTEXTUALIZAÇÃO E AS APLICAÇÕES DE TÉCNICAS ELETROANALÍTICAS Gabriela Brandalise da Luz Suellen Aparecida Alves  https://doi.org/10.22533/at.ed.0742206074 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 57 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 58 |

RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM ALIMENTOS: CONTEXTUALIZAÇÃO E AS APLICAÇÕES DE TÉCNICAS ELETROANÁLÍTICAS

Data de aceite: 04/07/2022

Data de submissão: 08/06/2022

Gabriela Brandalise da Luz

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Ponta Grossa-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/111066265665244>

Suellen Aparecida Alves

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Ponta Grossa-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3067314279737076>
ORCID: 0000-0002-9332-4252

RESUMO: A demanda por alimentos cresce constantemente em virtude do aumento da população mundial. Práticas agrícolas como a aplicação de fertilizantes e pesticidas em culturas agrícolas vêm sendo comumente utilizadas para suprir tal demanda nas últimas décadas. Contudo, tais práticas podem ser nocivas ao meio ambiente e aos seres vivos. A classe dos herbicidas merece atenção uma vez que são amplamente utilizados em culturas agrícolas. O diuron é um herbicida não seletivo utilizado para o controle de ervas daninhas que devido a sua estabilidade e sorção no solo acaba se infiltrando e culmina em diversos problemas ambientais e de saúde humana. A existência de resíduos do herbicida nas culturas por ele tratadas é de grande probabilidade. Em termos de segurança alimentar, análises cromatográficas são utilizadas para se detectar e quantificar seus níveis. No entanto, tais análises têm alto custo

e não permitem a realização *in situ*. A procura por novas metodologias que contornem tais obstáculos levou à utilização de metodologias eletroanalíticas e ao desenvolvimento de sensores eletroquímicos. Com eles, baixos níveis de resíduos alimentares conseguem ser detectados. Neste sentido, o presente capítulo busca compilar as informações pertinentes ao desenvolvimento de um método analítico de baixo custo, portátil e de alta sensibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Eletroanálise, diuron, segurança alimentar.

ABSTRACT: The demand for food is constantly growing due to the increase in the world population. Agricultural practices such as the application of fertilizers and pesticides in agricultural crops have been commonly used to meet this demand in recent decades. However, such practices can be harmful to the environment and to living beings. The class of herbicides deserves attention since they are widely used in agricultural crops. Diuron is a non-selective herbicide used to control weeds that due to its stability and sorption in the soil ends up infiltrating and culminating in several environmental and human health problems. The existence of herbicide residues in the crops treated by it is highly likely. In terms of food safety, chromatographic analyzes are used to detect and quantify their levels. However, such analyzes are expensive and do not allow for *in situ* performance. The search for new methodologies that circumvent such obstacles led to the use of electroanalytical methodologies and the development of electrochemical sensors. With them, low levels of food residues can be

detected. In this sense, this chapter seeks to compile information relevant to the development of a low-cost, portable and high-sensitivity analytical method.

KEYWORDS: Electroanalysis, diuron, food safety.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial traz preocupações quanto ao atendimento da demanda por alimentos para todos, especialmente os advindos da agricultura (CARVALHO, 2017). Segundo (CARVALHO, 2006), dentre as alternativas que podem ser utilizadas para se aumentar a produção de alimentos se encontra a aplicação de compostos agroquímicos durante o plantio de culturas. Neste sentido, o uso de pesticidas ocorre em nível mundial e tem sua importância em termos de controle de pragas e aumento da produção agrícola (BARBOSA et al., 2019). Embora seu uso esteja atrelado à melhora e ao aumento da produção, tais compostos são altamente tóxicos e sob exposição contínua podem vir a causar uma série de doenças em seres humanos, assim como também podem causar a contaminação dos solos, dos corpos hídricos e do ar (ISLAM et al., 2018; PÉREZ-FERNÁNDEZ; COSTA-GARCÍA; DE LA ESCOSURA- MUÑIZ, 2020). Além dos resíduos deixados no ambiente, há a possibilidade de encontra-los também nos produtos vegetais das culturas tratadas com determinado pesticida, o que acaba sendo de grande preocupação e sua detecção e monitoramento se tornam imprescindíveis em termos de segurança alimentar (BARBOSA et al., 2019; CARVALHO, 2017).

As técnicas tradicionalmente empregadas para a detecção de pesticidas são as cromatográficas, e, apesar de possuírem alta sensibilidade de análise, o alto custo de aquisição dos equipamentos para análise, dos solventes orgânicos e gases purificados utilizados, a contratação de analistas qualificados, os longos tempos de análise e os exaustivos preparos de amostra se tornam limitações para a utilização destas técnicas. Em vista da problemática, muitas estratégias vêm sendo desenvolvidas para saná-la, sendo que a maioria se baseia em técnicas eletroanalíticas, isto é, nas propriedades eletroquímicas da molécula analisada, como seu potencial de oxidação e redução (BARBOSA et al., 2019; GONÇALVES-FILHO; SILVA; DE SOUZA, 2020; PÉREZ-FERNÁNDEZ; COSTA-GARCÍA; DE LA ESCOSURA- MUÑIZ, 2020).

De acordo com os autores (BARBOSA et al., 2019; GONÇALVES-FILHO; SILVA; DE SOUZA, 2020; PÉREZ-FERNÁNDEZ; COSTA-GARCÍA; DE LA ESCOSURA- MUÑIZ, 2020; SUN et al., 2018; ZAREI; KHODADADI, 2017) para a detecção de pesticidas os métodos eletroquímicos se destacam em virtude das seguintes características:

- Alta sensibilidade, estabilidade e seletividade de análise, especialmente quando o eletrodo é modificado;
- Simplicidade na análise e na operação;
- Baixo custo dos instrumentos e da análise em si;

- Medição relativamente rápida;
- Pré-tratamento da amostra é simplificado;
- Análise pode ser portátil, realizada em tempo real e *in situ*.

Dentre as principais classes de pesticidas pode-se destacar os herbicidas que, segundo (ROMAN et al., 2005), são definidos como agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de matar ou suprimir o crescimento de espécies específicas e são classificados ainda pelo autor segundo seu grupo químico e mecanismo de ação. Como integrante deste grupo tem-se o diuron, herbicida não seletivo utilizado para o controle vegetal e que pertence ao grupo químico de ureias (ROMAN et al., 2005). Ele tem sua utilização aprovada em diversos países como nos Estados Unidos da América e no Brasil (ANVISA, 2018; EPA, 2021a) e devido a sua estabilidade e sorção no solo é regularmente detectado no ambiente em amostras de solo, ambientes aquáticos e matrizes alimentares (ANNU et al., 2020; GIACOMAZZI; COCHET, 2004; SUN et al., 2018).

Uma variedade de metodologias baseadas em técnicas eletroanalíticas vêm sendo utilizada para a detecção do diuron, com destaque aos eletrodos modificados que comumente têm como base materiais carbonosos, como carbono vítreo (MORAWSKI et al., 2020; QIN et al., 2020). Além disso, o material base do eletrodo pode ser modificado por meio da incorporação de metais e óxidos metálicos para se alcançar as propriedades desejadas do sensor e melhorar seu desempenho no que diz respeito à detecção de pesticidas (BARBOSA et al., 2019; PÉREZ-FERNÁNDEZ; COSTA-GARCÍA; DE LA ESCOSURA- MUÑIZ, 2020).

Em vista da problemática em relação à contaminação do ambiente e de matrizes alimentares, a detecção do diuron se torna de suma importância tanto em termos de segurança alimentar quanto de saúde do meio ambiente (ANNU et al., 2020). O desenvolvimento de sensores eletroquímicos se mostra um método eletroanalítico muito atraente devido às características já citadas. Todavia, para que sua implementação possa acontecer é necessária a realização da validação do método, uma vez que ela faz parte do desenvolvimento do método analítico e avalia se ele é realmente adequado (GIUDICE, 2016).

2 | A UTILIZAÇÃO DE PESTICIDAS AO LONGO DA HISTÓRIA

Desde os anos antes de Cristo as culturas agrícolas frequentemente eram destruídas por pragas, sendo que há gravuras egípcias que ilustram a presença de gafanhotos em suas plantações de trigo e também alguns registros da utilização de compostos químicos para o controle das pragas existentes (COUNCIL, 2000).

Os autores (SILVA; COSTA, 2012) dividem e organizam o desenvolvimento da indústria de pesticidas a partir do século XIX em quatro gerações:

- 1º geração: teve seu desenvolvimento durante o século XIX até o início do século XX. Esta geração é caracterizada pela utilização de compostos a base de arsênio, selênio e chumbo para o combate de pestes em plantas;
- 2º geração: surgiu como reflexo do avanço industrial durante a Segunda Revolução Industrial. Esta geração se caracterizou pela descoberta de novos compostos que auxiliavam na produção agrícola por empresas americanas e europeias;
- 3º geração: ocorreu durante a década de 1960 e se caracterizou pela redução da quantidade de pesticidas aplicada por área e de suas toxicidades tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente, sendo reflexo dos primeiros estudos científicos que buscavam analisar as características dos compostos químicos;
- 4º geração: nesta geração os pesticidas começam a ser produzidos com o intuito de diminuição da degradação ambiental e buscam causar menores riscos à saúde humana, para isso são desenvolvidos com mecanismos de ação específicos.

Nos últimos 70 anos a população mundial teve seu número mais do que dobrado e a expectativa de vida da população em geral também vêm aumentando. Além disso, a tendência é que o crescimento populacional continue nos próximos anos e, como resultado, a preocupação quanto a alimentação desta população como um todo, e também a longo prazo, é iminente (CARVALHO, 2006). Neste sentido, a maior demanda por alimentos e consequente necessidade do aumento de sua produção, em especial os oriundos da agricultura, é uma necessidade global (BARBOSA et al., 2019; CARVALHO, 2017).

Dentro deste cenário, o uso de agroquímicos vem se consolidando como uma ferramenta importante para o aumento do rendimento da produção (CARVALHO, 2017). Os pesticidas permitem a redução das perdas agrícolas e consequente aumento do rendimento devido ao controle de pragas. Elas podem ser entendidas como organismos biológicos nocivos uma vez que interferem na atividade humana, competindo por alimentos, disseminando doenças ou prejudicando colheitas, alimentos e ecossistemas urbanos (COUNCIL, 2000).

3 | PESTICIDAS E SEUS GRUPOS

Os pesticidas são definidos segundo (COUNCIL, 2000) como substâncias ou misturas de substâncias químicas utilizadas para prevenir, destruir, repelir ou inibir a ocorrência ou efeito de organismos vivos capazes de prejudicar as lavouras agrícolas. Dentro da classificação de pesticidas têm-se os seguintes grupos:

- Herbicidas: são agentes biológicos ou compostos químicos que tenham a finalidade de matar ou suprimir o crescimento de espécies específicas, como ervas daninhas (ROMAN et al., 2005; SILVA; COSTA, 2012);

- Inseticidas: são agentes biológicos ou compostos químicos que visam a eliminação de insetos e podem ser divididos segundo sua constituição química (SILVA; COSTA, 2012);
- Fungicidas: são agentes físicos, químicos ou biológicos destinados a combater os fungos ou ainda eliminar plantas parasíticas e semelhantes (SILVA; COSTA, 2012);
- Acaricidas: são compostos químicos que buscam o controle ou eliminação de ácaros (SILVA; COSTA, 2012);
- Agentes biológicos de controle: são organismos vivos que atuam por meio de uma ação biológica como a de parasitismo ou de competição com a praga (SILVA; COSTA, 2012);
- Defensivos à base de semioquímicos: compostos que atuam como uma espécie de armadilha que emana pequenas doses de gases capazes de atrair e capturar insetos e são específicos para cada espécie de praga (SILVA; COSTA, 2012);
- Produtos domissanitários: são produtos químicos destinados às regiões urbanas, sendo exemplificados pelos inseticidas domésticos, repelentes de insetos, etc. (SILVA; COSTA, 2012).

Como pôde-se observar pela classificação dos pesticidas acima, apesar do controle das pragas, apenas uma pequena parcela deles age de forma específica e o restante, grande maioria, acaba afetando espécies não-alvo. Além disso, resíduos de pesticidas contaminam os corpos hídricos e também as matrizes alimentares tratadas com os mesmos, o que permite sua entrada na cadeia alimentar e na ingestão por parte do homem e demais animais (CARVALHO, 2006).

4 | REGULAÇÃO INTERNACIONAL E NACIONAL SOBRE USO DE PESTICIDAS

Como já mencionado, a década de 1960 foi um período muito importante para o início da conscientização mundial sobre os riscos dos pesticidas. Outra contribuição para o assunto foi o livro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson lançado em 1962, que salientou a necessidade da busca de alternativas que causassem menor impacto ao meio ambiente e à saúde humana. Na mesma época foi criada a *Environmental Protection Agency* (EPA) nos Estados Unidos da América, que consolidou muitas responsabilidades ambientais ao governo norte-americano (EPA, 2021b; SILVA; COSTA, 2012).

Desde então os padrões regulatórios se tornam cada vez mais rigorosos e a vigilância pública quanto ao uso dos pesticidas aumenta (COUNCIL, 2000). Ao redor do mundo existe uma série de instituições que buscam firmar acordos internacionais e elaborar normas e metodologias com o intuito de minimizar os riscos associados à utilização dos pesticidas. A exemplo tem-se a Organização das Nações Unidas para

Alimentação e Agricultura (FAO), a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Comunidade Econômica Europeia (OECD/CEE) e a EPA (SILVA; COSTA, 2012).

O primeiro decreto regulatório brasileiro quanto ao uso de pesticidas foi em 1934. O mesmo foi posteriormente substituído pela Lei 7.802/89, que definiu as regras para atividades com agrotóxicos como pesquisa, produção, armazenamento, comercialização, inspeção, etc. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto 4.074/2002.

Um importante passo no que diz respeito ao monitoramento efetivo dos índices de pesticidas no Brasil foi dado em 2001 com a criação do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) por parte do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS). O programa é coordenado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e é desenvolvido em conjunto com órgãos estaduais e municipais de vigilância sanitária e laboratórios estaduais de saúde pública.

Desde a criação do PARA já foram analisadas mais de 35 mil amostras referentes a 28 tipos de alimentos de origem vegetal e dentre as principais contribuições e resultados do relatório pode-se destacar a obtenção dos dados de resíduos encontrados nos alimentos – o que permite avaliar o risco à saúde devido à exposição aos agrotóxicos – e também de dados que embasam decisões quanto à restrição e ao banimento de agrotóxicos perigosos para a saúde da população (ANVISA, 2020a, 2020b).

No último relatório do PARA (2017-2018) foram pesquisados até 270 agrotóxicos diferentes nas amostras de 77 municípios brasileiros de todos os estados, exceto do Estado do Paraná que optou por não fazer parte do Programa a partir do ano de 2016. Durante o período foram analisadas 4.616 amostras pelo método analítico de “multirresíduos” ou metodologias específicas previamente validadas, sendo que 3.544 amostras (77%) foram consideradas satisfatórias quanto aos agrotóxicos pesquisados – 2.254 (49%) não foram detectados resíduos, e 1.290 (28%) apresentaram resíduos com concentrações iguais ou inferiores ao Limite de Máximo de Resíduos (LMR). (ANVISA, 2020b).

Dessa forma, é notável a ampla utilização dos pesticidas e a existência de seus resíduos em alimentos. Uma classe de pesticida que merece atenção especial é o grupo dos herbicidas, uma vez que impedem o crescimento de espécies como ervas daninhas (ROMAN et al., 2005; BARBOSA et al., 2019).

5 | O HERBICIDA DIURON

Dentre os herbicidas mais utilizados ao redor do mundo pode-se citar o diuron, sendo também um dos mais eficazes no que diz respeito ao controle de ervas daninhas indesejadas (LIU et al., 2018; MOHAMMED; HUOVINEN; VÄHÄKANGAS, 2020).

O diuron é um herbicida não seletivo utilizado para o controle vegetal (especialmente de ervas daninhas) de margens de rodovias, ferrovias e áreas industriais. Ele atua pela

inibição da fotossíntese, impedindo assim a produção de oxigênio das pragas. Ele também pode ser encontrado pelos nomes comerciais de Cention, Diurex, Diuromex, Herburon 500 BR, Karmex e Neturm (GIACOMAZZI; COCHET, 2004; MORAWSKI et al., 2020; ROMAN et al., 2005).

Segundo a IUPAC, seu nome é 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (PUBCHEM, 2021). Este herbicida é pertencente ao grupo químico de ureias e faz parte da classe das fenilureias, a qual é caracterizada pela substituição de ambos os hidrogênios ligados a um nitrogênio da ureia por grupos metil, sendo ainda um dos hidrogênios ligados a outro nitrogênio substituído por um grupo 3,4-diclorofenil (CHEBI, 2021), sua estrutura é vista a seguir na Figura 1.

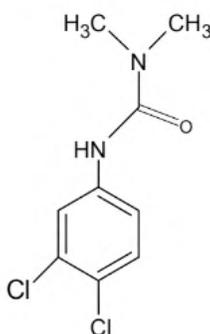


Figura 1 - Estrutura química do herbicida diuron.

A taxa de hidrólise do diuron é insignificante em pH neutro mas aumenta à medida em que as condições se tornam fortemente ácidas ou alcalinas, o que leva à formação do seu principal derivado, 3,4-dichloroaniline (3,4-DCA), com toxicidade significativa (SALVESTRINI; DI CERBO; CAPASSO, 2002; SPENCER, 1982). Além disso, o herbicida tem uma constante de partição solo-fração orgânica de 485, o que prevê uma afinidade e capacidade de adsorção às partículas orgânicas do solo (DA ROCHA et al., 2013).

A principal característica de toxicidade do diuron é a ameaça ao meio ambiente (PUBCHEM, 2021). A dispersão do herbicida se inicia no seu uso nos ambientes agrícolas, sendo que estudos sugerem ainda uma formação contínua de produtos da degradação à medida que o diuron continua a se infiltrar no solo (GIACOMAZZI; COCHET, 2004). Este fenômeno leva à poluição tanto dos solos (em virtude da sua capacidade de adsorção às partículas orgânicas presentes) quanto de ambientes aquáticos, por meio de processos de lixiviação do material no solo, possibilitando então a ocorrência de bioacumulação dos produtos da degradação em águas, solos (em fase sólida, devido a sua baixa volatilidade) e sedimentos. Como destaque, o 3,4-DCA é considerado um composto de toxicidade aguda e nocivo ao meio ambiente (GIACOMAZZI; COCHET, 2004; MOHAMMED; HUOVINEN;

VÄHÄKANGAS, 2020; ZAREI; KHODADADI, 2017).

Dentre os estudos que buscam avaliar a toxicidade do diuron em organismos vivos, grande parte traz o enfoque na toxicidade associada aos produtos da degradação, especialmente o 3,4-DCA. Um estudo realizado no ano de 1982 por Jean Scholler com humano analisou a presença do diuron e de seus metabólitos na urina e no sangue pós-morte, onde se encontrou apenas traços de 3,4-DCA na urina, mas também foi encontrado outros metabólitos, sendo eles o N-(3,4-dichlorophenyl)-3-methylurea (DCPMU) e (3,4-dichlorophenyl)urea (DCPU) (SCHOLLER, 1982). A toxicidade destes metabólitos juntamente ao 3,4-DCA foi estudada somente *in vitro* (DA ROCHA et al., 2013), embora constata-se que o 3,4-DCA é o mais estudado (DA ROCHA et al., 2013; MOHAMMED; HUOVINEN; VÄHÄKANGAS, 2020).

Estudos recentes mostram ainda que o diuron tem a capacidade de atravessar a placenta humana, o que implica na exposição fetal ao composto e conseqüentemente em fetotoxicidade. O estudo também mostra que o DCPMU foi metabolizado na placenta durante o fenômeno, o que leva à possibilidade da exposição do feto também ao metabólito (MOHAMMED et al., 2018).

A DL₅₀ oral (dose letal mediana) em ratos é de 3400 mg kg⁻¹, sendo o diuron então enquadrado como medianamente tóxico (classe II) segundo a classificação dos agrotóxicos com base na DL₅₀ da Embrapa (BARRIGOSI, J. A. F., 2021).

O uso do diuron é permitido pela EPA nos Estados Unidos da América, contudo conta com alguns requisitos para a utilização, como a necessidade de proteção dos trabalhadores agrícolas, assim como o uso de manipuladores de pesticidas agrícolas, treinamento, descontaminação e notificação e assistência médica para quem manipula o herbicida (EPA, 2021c).

Quanto a regulamentação por parte dos países constituintes da União Europeia, o diuron não teve sua aprovação renovada desde a data de expiração da última aprovação de uso, a qual foi em 30 de setembro de 2020. O herbicida tem sua toxicidade considerada como aguda segundo a União Europeia (EU, 2021).

O diuron tem seu uso aprovado no Brasil, sendo registrado na ANVISA e classificado segundo a agência na categoria 5 de toxicidade, enquadrando-o como produto improvável de causar dano agudo. No entanto, a ANVISA instrui que a sua utilização deva ser autorizada conforme indicada. Dentre as instruções de manuseio e utilização, pode-se destacar a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) ao manusear o herbicida, assim como a devolução da embalagem vazia após o uso (ANVISA, 2017, 2018).

Segundo estudo realizado no nordeste brasileiro por Corcino *et al.* em 2019, a porcentagem de trabalhadores rurais que utiliza EPI's de forma incompleta ou não os utiliza é de 36,9%. O estudo também expõe que a falta de preparo dos trabalhadores e o uso inadequado dos equipamentos evidencia o risco de intoxicações, embora a maioria dos

trabalhadores reconheça os riscos (CORCINO et al., 2019).

Durante o desenvolvimento do PARA o diuron foi um dos herbicidas pesquisados sendo que, dentro do período de 2013-2018, teve 16 detecções. Durante o último PARA (2017-2018) o diuron foi detectado apenas 4 vezes e somente em amostras de culturas de abacaxi (ANVISA, 2020b).

Por meio das informações dispostas acima percebe-se que o diuron é um herbicida bastante utilizado em culturas agrícolas e nas margens de pavimentações. A aprovação do seu uso não é mundial e depende do órgão competente de cada país, uma vez que as suas propriedades como afinidade e capacidade de adsorção às partículas orgânicas do solo e a formação de subprodutos tóxicos como o 3,4-DCA, podem levar à contaminação ambiental e à bioacumulação nos solos (GIACOMAZZI; COCHET, 2004), além da contaminação presente nas matrizes alimentares tratadas com o herbicida, que a partir da cadeia alimentar podem chegar à diversos seres vivos.

5.1 Técnicas eletroanalíticas de detecção de pesticidas

Os métodos cromatográficos são comumente utilizados para a identificação de pesticidas e se baseiam na distribuição dos componentes da amostra entre as fases químicas ou físicas. Os principais métodos de análise incluem a Cromatografia Gasosa (CG) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), além da possibilidade de acoplamento de outra técnica para a melhoria da detecção, como a espectroscopia de massas (WANG et al., 2019).

A utilização de técnicas cromatográfica se justifica pela alta sensibilidade da análise, entretanto acabam sendo técnicas dispendiosas com alto custo de aquisição e manutenção dos equipamentos; além disso, os equipamentos cromatográficos necessitam de profissionais qualificados para operá-los (BARBOSA et al., 2019; GONÇALVES-FILHO; SILVA; SOUZA, 2020).

Em virtude das limitações das técnicas cromatográficas, vários estudos vêm sendo desenvolvidos para se buscar alternativas. Nos últimos 20 anos as técnicas eletroanalíticas têm se destacado para a identificação de pesticidas devido à alta eficiência e ao baixo custo de análise principalmente (GONÇALVES-FILHO; SILVA; SOUZA, 2020).

As eletroanálises são baseadas na medição de uma quantidade elétrica, como corrente, carga ou potencial, como resultado da interação entre o analito alvo e o eletrodo de detecção (NOORI; MORTENSEN; GETO, 2020). A Figura 2 a seguir resume as principais etapas envolvidas durante o desenvolvimento de uma metodologia eletroanalítica adequada.



Figura 2 – Principais etapas para o desenvolvimento de um método eletroanalítico.

Fonte: os autores

Da mesma maneira que a construção do sensor, a validação faz parte do desenvolvimento do método analítico, sendo que parâmetros como sensibilidade e seletividade, também chamados de figuras de mérito, quando avaliados em conjunto, são capazes de fornecer resultados que demonstram se o método analítico desenvolvido é adequado ou não para solucionar a questão a qual se propôs (GIUDICE, 2016). A Tabela 1 a seguir traz um compilado dos principais trabalhos do tema durante o período de 2017 a 2021.

| Detecção eletroquímica do diuron | | | | | | |
|---|-------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Material do eletrodo | Tipo de amostra | Técnica utilizada | Figuras de mérito | | | Referência |
| | | | Limite de detecção | Limite de quantificação | Sensibilidade | |
| Lápis de Bi ₂ O ₃ | Tomates | Voltametria cíclica | 2,83 ng mL ⁻¹ 12,1 nM | 8,5 ng mL ⁻¹ 36,5 nM | 2,80 ng mL ⁻¹ | (ANNU et al., 2020) |
| Grafite modificado com p-fenilenodiamina | Amostra de água | Voltametria de pulso diferencial | 43,43 μM | 131,62 μM | **** | (ÔNDEŞ; SOYSAL, 2019) |
| Carbono vítreo modificado com Nafion, AuNPs** e RGO*** | Extrato alcóolico de chá seco | Voltametria de pulso diferencial | 4,1×10 ⁻¹³ M | NC* | **** | (QIN et al., 2020) |
| Carbono vítreo modificado com platina/ quitosana | Água de rio (RS/ BR) | Voltametria de redissolução adsorptiva de pulso diferencial | 20 μg L ⁻¹ 85,8 nM | NC* | **** | (MORAWSKI et al., 2020) |
| SiO ₂ modificado com AuNPs | Extrato alcóolico de vegetais | Voltametria de pulso diferencial | 51,90 nM | NC* | **** | (SUN et al., 2018) |
| Pasta de carbono modificado com celulose nanocristalina | Amostra de solo | Voltametria cíclica e voltametria de onda quadrada | 0,35 μM | NC* | **** | (SERGE et al., 2021) |

| | | | | | | |
|--|--|---|--------|-----|------|--------------------------|
| Carbono vítreo modificado com Nafion, AuNPs** e RGO*** | Suco de laranja Água mineral e da torneira | Voltametria cíclica e voltametria de pulso diferencial adsorativo | 0,3 nM | NC* | **** | (ZAREI; KHODADADI, 2017) |
|--|--|---|--------|-----|------|--------------------------|

*NC: não consta;

**AuNPs: nanopartículas de ouro;

***RGO: óxido de grafeno reduzido;

****Sensibilidade foi descrita apenas em termos qualitativos.

Tabela 1 – Detecção eletroquímica do diuron por meio de eletroanálises entre 2017-2021 em matrizes alimentares e amostras ambientais.

Por meio da Tabela 1 percebe-se que os materiais carbonosos se destacam como material base para a construção de eletrodos atualmente (2017-2021), sendo que 5 dos 7 trabalhos selecionados os utilizaram como matéria-prima. Além disso, percebe-se que modificações com metais e óxidos metálicos, em especial o óxido de grafeno e nanopartículas de ouro, também têm grande incidência para a construção do sensor, uma vez que aumentam a superfície de contato do eletrodo e catalisam as reações ocorrentes e também possuem grande capacidade de adsorção (SUN et al., 2018; ZAREI; KHODADADI, 2017).

Com relação às figuras de mérito, constata-se que há uma certa discrepância quanto ao limite de detecção em virtude dos diferentes materiais do eletrodo, contudo os limites são bastante baixos e se situam na faixa de micro a nano mol por litro. A sensibilidade foi frequentemente encontrada descrita em termos qualitativos, como “alta” ou “boa” e não em dados quantitativos. Em virtude de tais fatos é relevante salientar a importância e a necessidade da inserção das figuras de méritos em artigos acadêmicos que buscam propor e detalhar metodologias, uma vez que as mesmas fazem parte do desenvolvimento do método analítico e são de extrema importância tanto para a verificação de se o método é adequado para o que se propôs quanto para futuras comparações (BRITO et al., 2003).

Percebe-se também que a utilização de materiais carbonosos como base para sensores eletroquímicos, assim como a modificação com metais e óxidos metálicos, é atual e fornece ótimos limites de detecção. Um ponto de destaque, no entanto, é o custo de aquisição destes materiais, principalmente as nanopartículas de ouro, que acabam encarecendo as metodologias desenvolvidas exemplificando então que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem ser utilizados para a construção de sensores baratos e duráveis.

6 | CONCLUSÃO

Constatou-se que a problemática com relação à contaminação de matrizes

alimentares tratadas com pesticidas (assim como do meio ambiente ao redor) é iminente. As questões como a segurança alimentar e a saúde do meio ambiente são ameaçadas quando ocorre o contato com demasiadas quantidades de pesticidas, em virtude de suas capacidades de adsorção no solo e transporte ao longo dos lençóis freáticos e da cadeia alimentar.

As metodologias cromatográficas para a identificação e quantificação de resíduos de pesticidas podem ser inviáveis em vista das várias etapas de preparo de amostra, alto custo envolvido e impossibilidade da realização de análises *in situ*. Neste sentido, as análises eletroanalíticas surgem como uma alternativa atual para os obstáculos citados, fornecendo resultados com ótima sensibilidade, análises baratas e possibilidade de realização *in situ*.

Desse modo, a detecção de contaminantes alimentares é de extrema importância e continuará sendo, uma vez que a tendência do crescimento populacional e da utilização de pesticidas avança. A detecção eletroanalítica vem se tornando uma ferramenta aliada e o desenvolvimento de sensores eletroquímicos que permitam a detecção de pesticidas é de grande interesse tecnológico, porém pouco explorado em termos de tecnologia aplicada no Brasil. Um dos maiores desafios para a área é a criação de sensores cujo material base seja durável, de fácil obtenção e de baixo custo, assim como dos metais ou óxidos metálicos que poderão ser incorporados no mesmo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) pela possibilidade de realização do presente trabalho e à Fundação Araucária.

REFERÊNCIAS

ANNU et al. Fabrication of bismuth oxide-modified pencil graphite sensors for monitoring the hazardous herbicide diuron. **Nanoscale Advances**, v. 2, n. 8, p. 3404–3410, 2020.

ANVISA. Resolução RE nº 2.945 de 03 de novembro de 2017. 2017.

ANVISA. Resolução RE nº 800 de 28 de março de 2018. 2018.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>>. Acesso em: 6 set. 2020a.

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA Plano Plurianual 2017-2020 – Ciclo 2017/2018**. ABNT, 2020b.

BARBOSA, P. F. P. et al. Voltammetric techniques for pesticides and herbicides detection- an overview. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 14, p. 3418–3433, 2019.

BARRIGOSI, J. A. F. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica - Uso de agrotóxicos**. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6co02wyiv8065610dc2ls9ti.html>>. Acesso em: 21 out. 2021.

BRITO, N. M. et al. Validação De Métodos Analíticos: estratégia e discussão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, p. 129–146, 2003.

CARVALHO, F. P. Agriculture, pesticides, food security and food safety. **Environmental Science and Policy**, v. 9, n. 7–8, p. 685–692, 2006.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 48–60, 2017.

CHEBI. **Diuron**. Disponível em: <<https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:116509>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CORCINO, Cícero Oliveira et al. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 3117-3128, 2019.

COUNCIL, N. R. The future role of pesticides in US agriculture. **Washington, D.C.: National Academy Press**, 2000.

DA ROCHA, M. S. et al. Diuron metabolites and urothelial cytotoxicity: in vivo, in vitro and molecular approaches. **Toxicology**, v. 314, n. 2–3, p. 238–246, 2013.

EPA. **USA Registration Division Conventional Pesticides**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em: 30 ago. 2021a.

EPA. **The Origins of EPA**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/history/origins-epa>>. Acesso em: 6 set. 2021b.

EPA. **Search for Registered Pesticide Products**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/safepestcontrol/search-registered-pesticide-products>>. Acesso em: 7 set. 2021c.

EU. **EU Pesticides Database**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en>. Acesso em: 7 set. 2021.

GIACOMAZZI, S.; COCHET, N. Environmental impact of diuron transformation: a review. **Chemosphere**, v. 56, n. 11, p. 1021–1032, 2004.

GIUDICE, G. H. Parâmetros de uma validação analítica: uma revisão bibliográfica. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 1, n. 5, p. 130–134, 2016.

GONÇALVES-FILHO, D.; SILVA, C. C. G.; DE SOUZA, D. Pesticides determination in foods and natural waters using solid amalgam-based electrodes: challenges and trends. **Talanta**, v. 212, p. 120756, 2020.

ISLAM, F. et al. Potential impact of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on human and ecosystems. **Environment International**, v. 111, p. 332–351, 2018.

LIU, J. et al. Microorganism-decorated nanocellulose for efficient diuron removal. **Chemical Engineering Journal**, v. 354, p. 1083–1091, 2018.

MOHAMMED, A. M. et al. Transplacental transfer and metabolism of diuron in human placenta. **Toxicology Letters**, v. 295, p. 307–313, 2018.

MOHAMMED, A. M.; HUOVINEN, M.; VÄHÄKANGAS, K. H. Toxicity of diuron metabolites in human cells. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 78, p. 103409, 2020.

MORAWSKI, F. DE M. et al. Sensitive simultaneous voltammetric determination of the herbicides diuron and isoproturon at a platinum/chitosan bio-based sensing platform. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 206, p. 111181, 2020.

NOORI, J. S.; MORTENSEN, J.; GETO, A. Recent development on the electrochemical detection of selected pesticides: A Focused Review. **Sensors (Switzerland)**, v. 20, n. 8, p. 2221, 2020.

ÖNDEŞ, B.; SOYSAL, M. Determination of Diuron by Using Electrochemical Sensor Based on Molecularly Imprinted Polymer Film. **Journal of The Electrochemical Society**, v. 166, n. 6, p. B395–B401, 2019.

PÉREZ-FERNÁNDEZ, B.; COSTA-GARCÍA, A.; DE LA ESCOSURA- MUÑIZ, A. Electrochemical (bio) sensors for pesticides detection using screen-printed electrodes. **Biosensors**, v. 10, n. 4, p. 32, 2020.

PUBCHEM. **Diuron**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Diuron#section=Stability-Shelf-Life%3E>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

QIN, J. et al. Electrochemical Sensor Based on Nafion/Gold Nanoparticle/Electrochemically Reduced Graphene Oxide Composite-Modified Glassy Carbon Electrode for the Detection of Diuron. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 15, n. 11, p. 11203–11214, 2020.

ROMAN, E. S. et al. **Como Funcionam os Herbicidas: da biologia à aplicação**. 1. ed. Passo Fundo (RS): Editora Berthier, 2005.

SALVESTRINI, S.; DI CERBO, P.; CAPASSO, S. Kinetics of the chemical degradation of diuron. **Chemosphere**, v. 48, n. 1, p. 69–73, 2002.

SCHOLLER, J. Pesticides Studied in Man. **Journal of the American College of Toxicology**, v. 1, n. 3, p. 100, 1982.

SERGE, M. F. et al. Electrochemical Determination of Diuron in Soil Using a Nanocrystalline Cellulose Modified Carbon Paste Electrode. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 16, p. 1–15, 2021.

SILVA, M. F. de O.; COSTA, L. M. da. A indústria de defensivos agrícolas. **Produção BNDES - Artigos**, v. 35, n. 1, p. 233–276, 2012.

SUN, J. et al. Sensitive and selective electrochemical sensor of diuron against indole-3-acetic acid based on core-shell structured SiO₂@Au particles. **Ionics**, v. 24, n. 8, p. 2465–2472, 2018.

WANG, Y. et al. Analytical methods to analyze pesticides and herbicides. **Water Environment Research**, v. 91, n. 10, p. 1009–1024, 2019.

ZAREI, K.; KHODADADI, A. Very sensitive electrochemical determination of diuron on glassy carbon electrode modified with reduced graphene oxide–gold nanoparticle–Nafion composite film. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 144, p. 171–177, 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS - Pós-Doutorado em E-learning pela Universidade Fernando Pessoa (UFP). Doutor em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa (UFP), em Porto/Portugal, reconhecido como equivalente ao curso de Doutorado em Ciência da Informação, da UnB. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UCG, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>. Página pessoal: <https://ernanemartins.wordpress.com/>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente 11, 31, 33, 34, 36, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 54, 55

C

Contaminação 44, 45, 51, 53

D

Detecção 44, 45, 51, 52, 53, 54

Diuron 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

E

Eficiência 1, 2, 3, 11, 12, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 51

Eletroanalítica 51, 54

Eletrônicos 3

Empregabilidade 14, 16, 21

Energia 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12

Evolução 25, 26, 30, 35, 36

F

Fluorescente 2

Formandos 13, 14, 17, 20, 22, 23

Fotovoltaica 1, 2, 3, 11, 12

G

Gerencialismo 25, 26, 28, 29, 35, 36, 37, 38, 40

Gestão 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 57

I

Iluminação 1, 2, 3, 4, 11, 12

Incandescente 2

Inovação 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 57

Inserção 13, 16, 22, 23, 53

L

Lúmens 1, 4, 5, 11

M

Método 1, 4, 5, 6, 11, 17, 24, 43, 45, 48, 52, 53

P

Pesquisa 4, 5, 6, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 48

Pesticidas 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54, 55

Q

Qualificação 13, 14, 21, 23, 37

R

Recursos 20, 22, 25, 26, 27, 30, 32, 33, 34, 36, 37

Revisão 1, 3, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 55

S

Segurança 30, 43, 44, 45, 54

T

Teoria 24, 33, 37

Trabalho 6, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 35, 37, 54



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Desenvolvimento tecnológico,
CIÊNCIA E INOVAÇÃO



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Desenvolvimento tecnológico, **CIÊNCIA E INOVAÇÃO**