

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-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



## 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](http://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

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

# CAPÍTULO 1

## DEFINIÇÃO DE METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO COM ALIMENTAÇÃO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO DEDICADO

Data de aceite: 04/07/2022

Data de submissão: 07/06/2022

### Henry Yuzo Sasaki Aoyague

UNESP, Curso de Engenharia de Energia  
São Paulo – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0303486815171717>

### Eduardo Verri Liberado

UNESP, Departamento de Engenharia de  
Controle e Automação  
Sorocaba – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9872806587914448>

**RESUMO:** Nos últimos anos, a questão energética tem ganhado cada vez mais evidência, não apenas no Brasil, mas também no mundo inteiro. Por conta disso, várias organizações e indivíduos têm procurado reduzir os seus custos com energia elétrica, aprimorando a eficiência energética. Uma das principais medidas para melhorar a eficiência energética seria a troca de equipamentos antigos por tecnologias mais modernas e eficientes, como por exemplo a troca de lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas LED, outra medida seria a autogeração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos. Diante disso, o objetivo deste projeto foi 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. A metodologia proposta foi desenvolvida por meio de uma revisão

bibliográfica e planilhas eletrônicas. Dessa forma, correlacionou-se o Método dos Lúmens com metodologias de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos isolados e sistemas conectados à rede elétrica. O seu êxito foi comprovado por meio de simulações com o uso do software RETScreen. Além disso, também foi feito uma análise de custos, sobre os sistemas dimensionados, o que provou a viabilidade econômica dos sistemas dimensionados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência energética; energia solar fotovoltaica; sistemas de iluminação.

### DEFINITION OF METHODOLOGY FOR SIZING LIGHTING SYSTEMS WITH DEDICATED PHOTOVOLTAIC POWER SUPPLY

**ABSTRACT:** In recent years, the energy issue has gained more and more evidence, not only in Brazil, but also worldwide. Because of this, various organizations and individuals have sought to reduce their electricity costs by improving energy efficiency. One of the main measures to improve energy efficiency would be the exchange of old equipment for more modern and efficient technologies, such as the exchange of incandescent and fluorescent lamps for LED lamps, another measure would be the self-generation of electricity through photovoltaic systems. Therefore, the objective of this project was to define a methodology for dimensioning illumination systems powered by photovoltaic systems (*on-grid* and *off-grid*) dedicated, focusing on residential installations. The proposed methodology was developed through a

literature review and electronic spreadsheets. Thus, the Lumens Method was correlated with photovoltaic offgrid and ongrid system design methodologies. Its success has been proven through simulations using the software RETScreen. In addition, a cost analysis was also carried out on the dimensioned systems, which proved their economic feasibility.

**KEYWORDS:** Energy efficiency; photovoltaic solar energy; illumination systems

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das principais medidas para contribuir com a melhoria da eficiência energética em sistemas de iluminação, considerando os últimos 20 anos, tem sido a substituição de lâmpadas com tecnologias menos eficientes por lâmpadas que ofereçam características luminotécnicas similares, porém com menor consumo de energia (MME; EPE, 2019; PHILIPS, 2014).

Dessa forma, a lâmpada incandescente comum, cujo rendimento é de cerca de 10-15 lm/W com uma vida útil de 750-1000 h, foi gradativamente substituída pela lâmpada fluorescente (a qual tem um rendimento entre 64 e 75 lm/W e vida útil acima de 5000 h (OSRAM, 2000)), sobretudo com a proibição no Brasil da produção e importação de lâmpadas incandescentes comuns com potências de 150 e 200 W (MF/MDIC/MCT, 2010).

Além disso, as lâmpadas de LED (do inglês *light emitting diode*, diodo emissor de luz), cujo rendimento varia entre 80 e 135 lm/W para as do tipo bulbo e 90 a 150 lm/W para as tubulares e a vida útil é de cerca de 25000 h (PROCEL, 2020), tem se tornado recentemente uma alternativa viável dos pontos de vista técnico e econômico para substituir tanto as lâmpadas incandescentes como as fluorescentes

Por outro lado, a geração de energia elétrica nas próprias unidades consumidoras também é vista como uma medida para a melhoria da eficiência energética, uma vez que a energia gerada pode ser consumida localmente, reduzindo o consumo de energia vinda da rede elétrica. Nesse sentido, a geração de energia elétrica para atendimento de unidades consumidoras é prevista nos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em seu Módulo 6 (ANEEL, 2018), o qual estabelece diretrizes para a inclusão de geração de energia a partir fontes incentivadas em projetos de eficiência energética. Tais fontes incentivadas de energia elétrica foram definidas pela Resolução Normativa número 482/2012 da ANEEL (ANEEL, 2012), e incluem a energia solar fotovoltaica, uma das fontes que se destaca pelas altas taxas de crescimento em instalação e utilização nos últimos anos.

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2020 (EPE, 2020), a energia solar fotovoltaica participou com 74,5% da geração de energia elétrica em 2019 nas categorias micro e minigeração distribuída, nas quais a central geradora tem, respectivamente, capacidade instalada de até 75 kW e entre 75 kW e 5 MW (ANEEL, 2015). Além disso, o aumento na capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos em micro e minigeração distribuída foi de 254,3 % entre 2018 e 2019 (EPE, 2020). No entanto, a participação da

energia solar fotovoltaica na oferta de energia elétrica no Brasil era de apenas 1,0 % em 2019 (EPE, 2020).

Com base nestes dados, e considerando ainda que o potencial para aproveitamento da energia solar é bastante significativo no território brasileiro (INPE, 2017), verifica-se um cenário bastante favorável ao desenvolvimento de aplicações que contribuam com a expansão do aproveitamento da energia solar.

Diante deste cenário, soluções que associem sistemas de iluminação com alta eficiência energética - tais como as lâmpadas LED - à geração de energia por fontes alternativas - como os sistemas fotovoltaicos - tornam-se bastante interessantes tanto para a expansão da utilização da energia solar como para a melhoria da eficiência energética, uma vez que o baixo consumo de energia elétrica das lâmpadas pode resultar numa redução da capacidade instalada a ser considerada no dimensionamento do sistema fotovoltaico, e conseqüentemente obtém-se uma redução nos custos de instalação e manutenção do projeto. Tais soluções têm sido propostas em projetos de eficiência energética submetidos às chamadas organizadas por concessionárias de energia elétrica com base no Programa de Eficiência Energética da ANEEL (<https://aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>) e estudos têm sido conduzidos para a aplicação de sistemas fotovoltaicos dedicados à alimentação de sistemas de iluminação e equipamentos eletrônicos (SAMPAIO *et al.*, 2016; BOQUIMPANI *et al.*, 2019).

Nesse sentido, visando contribuir com a expansão da utilização das fontes alternativas de energia, especialmente a energia solar fotovoltaica, e para o uso eficiente da energia elétrica, neste projeto propõe-se a definição de uma metodologia de dimensionamento de sistemas de iluminação com alimentação por sistemas fotovoltaicos dedicados, com foco em instalações residenciais. Destaca-se que tal proposta se insere no conjunto de áreas prioritárias definidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável, nos setores Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Energias Renováveis. Destaca-se também que a metodologia proposta será avaliada sob o ponto de vista técnico e com relação à viabilidade econômica dos sistemas dimensionados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto, primeiramente, foi feita uma revisão bibliográfica das tecnologias relacionadas aos sistemas de iluminação, especialmente as lâmpadas LED (PINTO, 2008), das grandezas relacionadas ao potencial para utilização da energia solar (INPE, 2017), das tecnologias dos sistemas fotovoltaicos (módulos fotovoltaicos, baterias, conversores eletrônicos, sistemas de controle e proteção) (ABNT, 2019), e das principais metodologias de dimensionamento de sistemas de iluminação (FILHO, 2017) e de sistemas fotovoltaicos (PINHO; GALDINO, 2014; VILLALVA, 2015).

Dessa forma, foi realizada uma análise teórica das metodologias de dimensionamento adotadas a fim de correlacioná-las para definir uma metodologia de dimensionamento conjunto dos sistemas de iluminação e fotovoltaico.

Como resultado, acabou-se por adotar o Método dos Lúmens (FILHO, 2017) adaptado para valores de iluminância recomendados para ambientes residenciais e para os tipos de lâmpadas LED disponíveis atualmente (PROCEL, 2020). A partir do número total de lâmpadas resultante do projeto luminotécnico e da respectiva potência elétrica nominal, e considerando os hábitos de uso de equipamentos de iluminação (PROCEL, 2019) e o recurso solar disponível, tem-se os dados iniciais para dimensionar o sistema fotovoltaico. Neste ponto foram analisadas as características do sistema fotovoltaico a ser adotado (ABNT, 2008):

- No caso de um sistema isolado, é possível conectar as lâmpadas LED ao sistema fotovoltaico diretamente em corrente contínua (CC) (BOQUIMPANI *et al.*, 2019) ou em corrente alternada (CA) através de um inversor. Neste caso faz-se necessário o uso de bancos de bateria, e possivelmente um sistema de conexão com a rede elétrica em caso de falta do sistema fotovoltaico.
- Sendo um sistema fotovoltaico conectado à rede, o Sistema de Compensação de Energia adotado no país (ANEEL, 2012; 2015; GOVERNO FEDERAL, 2022) garante o fornecimento de energia ao sistema de iluminação quando o sistema fotovoltaico não estiver gerando energia elétrica. Além disso, dependendo da potência nominal resultante do dimensionamento do sistema de iluminação, pode ser interessante adotar tecnologias compactas de sistemas fotovoltaicos, tais como os módulos com microinversores incorporados.

Em seguida, foram feitas simulações computacionais de cenários de aplicação da metodologia proposta. Estes cenários foram definidos com base na Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PROCEL, 2019). Para a implementação dos cenários e da metodologia de dimensionamento foi feito o uso de planilhas eletrônicas e o *software RETScreen Expert*, o qual contém banco de dados de recurso solar e de componentes de sistemas fotovoltaicos.

Por fim, analisou-se os resultados obtidos das simulações dos cenários de aplicação da metodologia proposta sob o ponto de vista financeiro, considerando uma razão de autoconsumo de 100% para os sistemas fotovoltaicos isolados (*off-grid*) e de 30% para os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (*on-grid*), e também as estimativas de custos de instalação e manutenção dos sistemas dimensionados, assim como indicadores de viabilidade econômica, tais como o retorno do investimento inicial (do inglês, *payback*) (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A Figura 1 apresenta as etapas da metodologia definida com base nos estudos descritos anteriormente para dimensionar o sistema de iluminação e o sistema fotovoltaico dedicado.

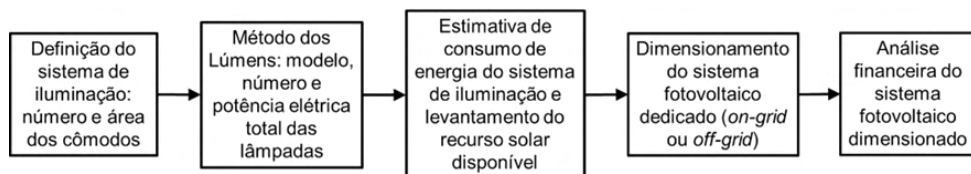


Figura 1 - Diagrama de blocos da metodologia definida neste projeto

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

### 3 | RESULTADOS

Usando a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PROCEL, 2019), primeiramente foi definido um modelo de casa o qual os cenários propostos poderiam utilizar como base. Esse modelo de casa “padrão” consiste em uma residência com: dois quartos; um banheiro; uma cozinha; uma sala de estar, jantar ou TV e uma área de serviço, totalizando um total de seis cômodos.

Em seguida, com o Método dos Lúmens (FILHO, 2017) adaptado para valores de iluminância recomendados para ambientes residenciais fez-se o projeto luminotécnico para determinar o número de lâmpadas em cada cômodo, considerando dois cenários: o primeiro consistindo em uma residência com apenas o uso de lâmpadas LED e o segundo cenário sendo uma residência com o uso de lâmpadas fluorescentes. A Tabela 1 apresenta as dimensões e iluminância média adotadas para cada cômodo da casa “padrão” e os resultados de aplicação do Método dos Lúmens para os dois cenários.

	dormitório 1	dormitório 2	banheiro	cozinha	área de serviço	sala de estar
Comprimento (m)	3,10	3,10	2,00	3,00	3,00	3,00
Largura (m)	2,65	2,90	2,00	2,65	1,60	3,25
Iluminância média (lux)	150	150	150	150	200	150
somente lâmpadas LED						
Fluxo da lâmpada (lm)	1440	1440	810	2050	1440	1440
Fator de depreciação	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Potência da lâmpada (W)	12	12	6	18	12	12
Número de lâmpadas	1	1	1	1	1	2
Potência Total (W)	12	12	6	18	12	24
somente lâmpadas fluorescentes						
Fluxo da lâmpada (lm)	1620	1620	816	1514	1209	1284
Fator de depreciação	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Potência da lâmpada (W)	25	25	13	22	25	19
Número de lâmpadas	1	1	1	1	1	2
Potência Total (W)	25	25	13	22	25	38

Tabela 1 - Aplicação do Método dos Lúmens nos dois cenários definidos para a casa “padrão”

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

De acordo com a Tabela 1, em ambos os cenários a casa “padrão” utiliza um total

de sete lâmpadas, o que corresponde à média de 1,09 lâmpadas por cômodo da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PROCEL, 2019). Em seguida, determinou-se o tempo de uso de lâmpadas por dia (LabEEE, 2010), os dados estão apresentados abaixo na Tabela 2.

Cômodo	Tempo de uso
Quartos	4h
Banheiro	3h
Cozinha	3h
Sala de estar, jantar ou TV	4h
Área de serviço	3h

Tabela 2. Utilização das lâmpadas por dia.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Em seguida, foi definido que no cenário com lâmpadas LED seria utilizado um sistema fotovoltaico *off-grid*, e no cenário com lâmpadas fluorescentes seria utilizado um sistema fotovoltaico *on-grid*. Esses dois cenários foram propostos para cinco cidades brasileiras de estados diferentes, localizados em regiões diferentes, de modo a avaliar diferentes situações de recurso solar disponível. As cidades escolhidas foram: Congonhas, São Paulo (SP); Passo Fundo, Rio Grande do Sul (RS); Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS); Salvador, Bahia (BA) e Manaus/Ponta Pelada, Amazonas (AM).

Diante disso, com o método de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos proposto em (VILLALVA, 2015), fez-se o dimensionamento do sistema fotovoltaico de cada caso. Os equipamentos utilizados no dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos podem ser vistos na Tabela 3.

Posteriormente, com auxílio do *software* RETScreen e de seu banco de dados de recurso solar dos locais selecionados, foram feitas simulações computacionais com o intuito de verificar a viabilidade dos sistemas dimensionados e da metodologia proposta neste trabalho. Os resultados das simulações em relação à geração de energia, dentre outras informações de cada caso podem ser conferidos na Tabela 4.

Sistemas <i>Off-grid</i>		
Estimativa de consumo das lâmpadas	Diário	0,3 kWh
	Mensal	9,13 kWh
	Anual	109,5 kWh
Bateria	Duas baterias de chumbo ácido 12V, ligadas em paralelo com capacidade de 25 Ah e 600 Wh cada e profundidade de descarga de 50%	
Módulo fotovoltaico	O número total de módulos fotovoltaicos utilizados em todos os casos foi igual a um, o modelo selecionado foi o Renogy RNG 100-D-55, um painel fotovoltaico monocristalino de 100W, eficiência de 18,6% e área do coletor solar de 0,509 m <sup>2</sup>	
Inversor + controlador de carga	Modelo East EA-GF100 W/12-25 VCC/20 A/Eficiência de 98%/100-240 VAC Controlador de carga integrado ao inversor 25 V/10 A	
Sistemas <i>On-grid</i>		
Estimativa de consumo das lâmpadas	Diário	0,53 kWh
	Mensal	16,18 kWh
Módulo fotovoltaico	O número total de módulos fotovoltaicos utilizados em todos os casos foi igual a um, o modelo selecionado foi o Canadian C55A-160P, um painel fotovoltaico monocristalino de 160 W, eficiência de 14,22% e área do coletor solar de 1,278 m <sup>2</sup>	
Inversor	Modelo NEP BDM 250 220 W/22-55 VCC/12 A/Eficiência de 95%/208-240 VAC	

Tabela 3. Equipamentos utilizados.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Localidades	SP	RS	MS	BA	AM
Latitude	23,62° S	28,25° S	20,47° S	13,02° S	3,15° S
Irradiação no plano inclinado igual à latitude - média anual	4,12 kWh/m <sup>2</sup> .dia	4,87 kWh/m <sup>2</sup> .dia	5,31 kWh/m <sup>2</sup> .dia	5,29 kWh/m <sup>2</sup> .dia	4,62 kWh/m <sup>2</sup> .dia
Menor valor de irradiação no ângulo igual à latitude e mês	jun: 3,65 kWh/m <sup>2</sup> .dia	jun: 3,55 kWh/m <sup>2</sup> .dia	maio: 4,85 kWh/m <sup>2</sup> .dia	jun: 3,86 kWh/m <sup>2</sup> .dia	jan/fev: 4,21 kWh/m <sup>2</sup> .dia
Sistemas <i>Off-grid</i>					
Estimativa de produção de energia por dia	0,306 kWh	0,313 kWh	0,428 kWh	0,341 kWh	0,371 kWh
Sistemas <i>On-grid</i>					
Estimativa de produção de energia por dia	0,664 kWh	0,644 kWh	0,883 kWh	0,702 kWh	0,828 kWh

Tabela 4. Dados de recurso solar obtidos no RETScreen e estimativa de produção de energia pelos sistemas fotovoltaicos.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Figura 2 está representada graficamente a estimativa de energia consumida anualmente em comparação com a estimativa de energia gerada anualmente por ambos



os sistemas fotovoltaicos em cada cenário. Pode-se observar que a estimativa de geração de energia elétrica anual pelos sistemas dimensionados supera a estimativa de consumo de energia anual das lâmpadas em todos os casos.

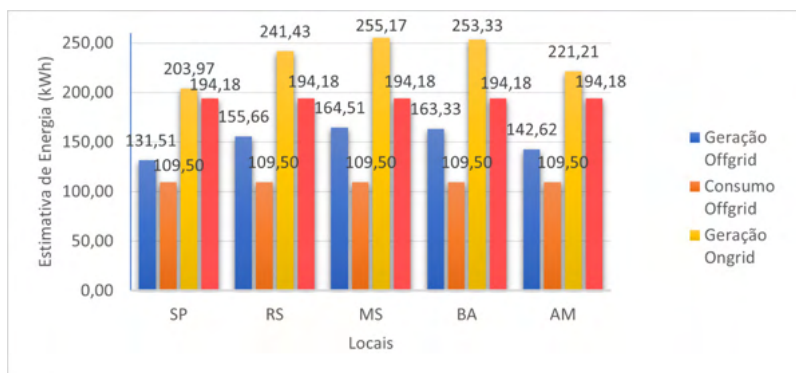


Figura 2. Estimativa de Energia consumida x Energia gerada.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Finalmente, a fim de verificar a viabilidade econômica dos sistemas propostos, fez-se uma análise das estimativas de custos de instalação e manutenção dos sistemas dimensionados, e uma estimativa dos custos da energia elétrica considerando o novo sistema de compensação de energia (GOVERNO FEDERAL, 2022).

Apartir destas duas estimativas foi calculado o fluxo de caixa acumulado considerando um período de 26 anos, que seria a média de vida útil de sistemas fotovoltaicos. As informações sobre custos e tarifas utilizadas nestas análises são apresentadas na Tabela 5. Os fluxos de caixa acumulado para todos os sistemas dimensionados são apresentados nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7.

vida útil do sistema fotovoltaico	26 anos
custo para o cliente	R\$ 6,17/Wp para sistemas com até 2 kWp de capacidade instalada (Greener, 2021)
custos anuais de operação e manutenção	1% do valor total do custo para o cliente
custo de reposição	30% do valor total do custo para o cliente (a cada 10 anos)
tarifa de energia no primeiro ano	R\$ 1,07/kWh (Light, 2021)
reajuste anual da tarifa de energia	4% em relação à tarifa de energia do primeiro ano
taxa de degradação do sistema fotovoltaico	2% no segundo ano e 0,8% nos anos seguintes
razão de autoconsumo	100% para sistemas offgrid e 30% para sistemas ongrid
percentual de créditos com a energia gerada	72% (aplicado sobre o valor da energia injetada na rede x tarifa de energia)

Tabela 5. Informações sobre custos e tarifas para a análise financeira dos sistemas fotovoltaicos dimensionados.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

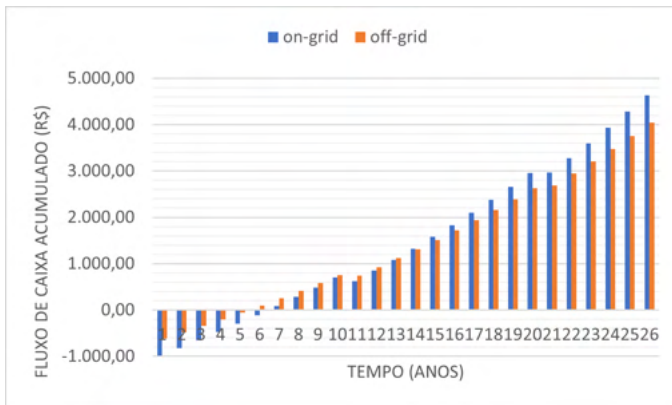


Figura 3. Fluxo de caixa acumulado - SP.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

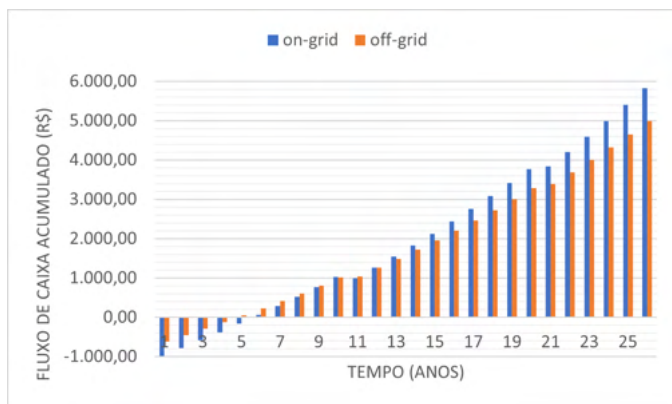


Figura 4. Fluxo de caixa acumulado - RS.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

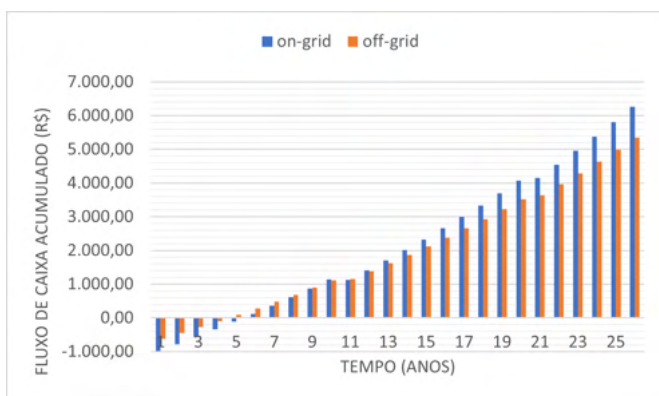


Figura 5. Fluxo de caixa acumulado - MS.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

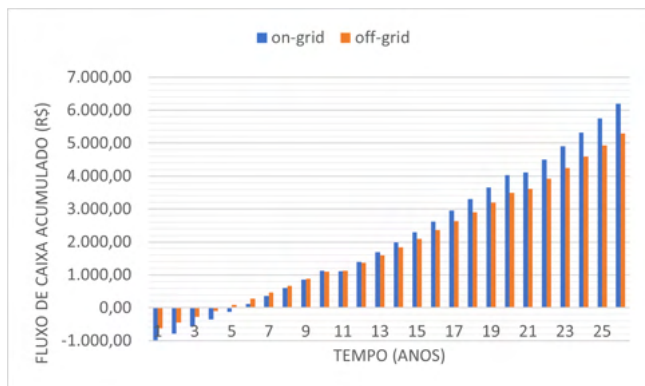


Figura 6. Fluxo de caixa acumulado - BA.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

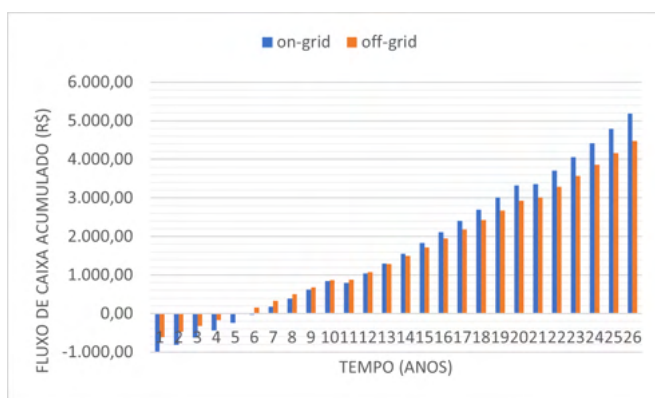


Figura 7. Fluxo de caixa acumulado - AM.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## 4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As simulações computacionais geradas pelo RETScreen retornaram resultados positivos, indicando que os dimensionamentos realizados para os cenários propostos foram dimensionados de forma adequada, sendo capazes de suprir a demanda total anual em todos os casos. Entretanto, em alguns casos os sistemas *on-grid* não foram capazes de fornecer totalmente a energia necessária para o consumo mensal, tendo um déficit de 0,3 kWh até 1 kWh, isso ocorreu principalmente nos meses de maio e junho, período onde normalmente são registrados os menores valores de irradiação solar para todas as regiões do Brasil, exceto a região norte, no qual esse fenômeno se dá entre dezembro e fevereiro, porém essa ocorrência não é de muita significância por se tratar de um sistema conectado à rede, à qual fornece a energia em falta. Além disso, todos os sistemas registraram uma estimativa de geração diária superior ao consumo diário, conforme mostra a Tabela 2.

Os sistemas dimensionados também apresentaram uma boa viabilidade econômica,

sendo o custo para o cliente de R\$6,17/Wp (Greener, 2021). É importante ressaltar que o valor de custo adotado para o cliente é válido para sistemas fotovoltaicos com capacidade instalada de até 2 kWp, valor este muito maior que a capacidade instalada dos sistemas dimensionados. Dessa forma, é possível incluir o custo de aquisição das lâmpadas especificadas em cada cenário no valor adotado de custo para o cliente.

Assim, a estimativa de investimento de ambos os sistemas *off-grid* e *on-grid* seriam em torno de R\$617,00 e R\$987,00, respectivamente. Estes valores são acessíveis para muitos brasileiros, sendo comparáveis aos preços de um aparelho celular ou de um eletrodoméstico, e de acordo com os fluxos de caixa acumulado mostrados nas Figuras 3-7, o *payback* pode ser estimado em cerca de 5-6 anos em todos os casos analisados. Além disso, o investimento geraria uma economia na conta de energia de até R\$6.259,55 no melhor dos casos e de R\$4.041,79 no pior dos casos ao final de em um período de 26 anos, conforme mostram as Figuras 3-7.

Outro benefício seria a diminuição na pegada ecológica, devido aos sistemas fotovoltaicos serem uma fonte de energia renovável com baixo impacto ambiental, diferentemente das várias usinas hidrelétricas em operação pelo país, que causam um enorme impacto ambiental e social para sua instalação.

Portanto, de acordo com os resultados adquiridos pelas simulações computacionais geradas pelo RETScreen e pela análise econômica, a utilização do Método dos Lúmens atrelado ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos de (VILLALVA, 2015) se comprovou eficaz como uma nova metodologia para o dimensionamento de sistemas de iluminação com alimentação por sistema fotovoltaico dedicado.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 11704- Sistemas fotovoltaicos - Classificação**, 2008.

ABNT. **NBR 16690 - Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos**, 2019.

ANEEL. **Resolução Normativa Número 482**, 2012.

ANEEL. **Resolução Normativa Número 687**, 2015.

ANEEL. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - Módulo 6: Projetos com Fontes Incentivadas**, 2018.

BOQUIMPANI, C. L. *et al.* **Eficiência energética: sistemas de iluminação com LEDs, distribuídos em corrente contínua e utilizando energia fotovoltaica**. pt. Ambiente Construído, scielo, v. 19, p. 303–316, dez. 2019. ISSN 1678-8621. DOI: 10.1590/s1678-86212019000400357.

EPE. **Balço Energético Nacional 2020: Ano base 2019**, 2020.

FILHO, J. Mamede. **Instalações Elétricas Industriais**. Edição: LTC. 9. ed., 2017.

GOVERNO FEDERAL, **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm)>. Acesso em 25/01/2022.

GREENER, **Estudo Estratégico Geração Distribuída – Mercado Fotovoltaico**, 2021.

INPE. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos, 2017. ISBN 978-85-17- 00089-8.

LabEEE – UFSC, **Casa eficiente: consumo e geração de energia**, v. 2, 1 ed., Florianópolis, 2010.

Light, **Composição da Tarifa**, 2021. Disponível em < <http://www.light.com.br/para-residencias/Sua-Conta/composicao-da-tarifa.aspx>>. Acesso em agosto/2021.

MF/MDIC/MCT. **Portaria Interministerial MF/MDIC/MCT Número 1007**, 2010.

MME; EPE. **Atlas da Eficiência Energética - Relatório de Indicadore** , 2019.

OLIVEIRA, I. C. *et al.* **Analysis of economic return of the installation of photovoltaic panels at the campus of the Federal University of Itajubá**. In: PROC. of Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE), 2018. p. 1–6. DOI: 10.1109/SBSE.2018.8395702.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**, 2000.

PHILIPS. **Tabela de substituição**. Edição: Philips, 2014. Disponível em: <[www.philips.com.br/lighting](http://www.philips.com.br/lighting)>. Acesso em 2021.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Edição: CEPEL-CRESESB. 2. ed., 2014.

PINTO, Rafael Adaime. **Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDS)**. 2008. Diss. (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.

PROCEL. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial**, 2019.

PROCEL. **Selo Procel - Lâmpadas LED**, 2020.

SAMPAIO, F. C. *et al.* **Sistema para iluminação e alimentação de equipamentos em corrente contínua utilizando energia solar fotovoltaica**. Revista Encontros Universitários da UFC, v. 1, n. 1, 2016.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações**. 2. ed., 2015.

# CAPÍTULO 2

## EXPECTATIVAS PROFISSIONAIS ENTRE FORMANDOS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA)

Data de aceite: 04/07/2022

**Ivanete Modesto do Amaral**

Doutora em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Pará – Estatutária e Pesquisadora da Universidade do Estado do Pará

Belém/Pará

<http://lattes.cnpq.br/2737950431765089>

**RESUMO:** Neste artigo são apresentados os resultados de um estudo que buscou investigar as expectativas profissionais de alunos em fase de conclusão de cursos de graduação da UEPA, que estão vinculados ao Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE). Participaram deste estudo, 35 jovens na faixa etária entre 20 a 30 anos de idade que responderam a um questionário com perguntas específicas. De um modo geral, os resultados mostraram que os formandos consideram regulares as chances de ingressarem no mercado de trabalho e de exercerem a sua profissão logo após o término do seu curso e apontaram situações que poderão interferir nessas chances, dificultando o seu ingresso no mercado de trabalho. Com isso, duas conclusões importantes merecem atenção: a primeira, diz respeito à qualificação profissional que se confronta com a competitividade desse mercado, induzindo a uma procura cada vez maior pelos cursos de pós-graduação lato e stricto sensu. A segunda está relacionada às limitações do capital social, atribuindo a falta de contato com pessoas chave que possam ajudá-los na inserção do mercado de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercado de Trabalho.

Inserção profissional. Qualificação Profissional

### PROFESSIONAL EXPECTATIONS BETWEEN FORMANDS OF THE UNIVERSITY OF THE STATE OF PARÁ (UEPA)

**ABSTRACT:** This article presents the results of a study that sought to investigate the professional expectations of students graduating from EUPA undergraduate courses, which are linked to the Center for Social Sciences and Education (CCSE). Thirty-five young people in the age group between 20 and 30 years of age who answered a questionnaire with specific questions participated in this study. In general, the results showed that trainees considered the chances of entering the job market regularly and exercising their profession shortly after the end of their course and pointed out situations that could interfere in these chances, making it difficult to enter the labor market. job. With this, two important conclusions merit attention: the first one concerns the professional qualification that is confronted with the competitiveness of this market, inducing a growing demand for postgraduate courses broad and narrow sense. The second is related to the limitations of social capital, attributing the lack of contact with key people who can help them in the insertion of the labor market.

**KEYWORDS:** Labor Market. Professional insertion. Professional qualification

### 1 | INTRODUÇÃO

A conclusão de um curso superior marca o fim de uma etapa na educação individual e

carrega consigo uma série de expectativas que podem se tornar realidade ou não, nos anos que se seguem. Para muitos jovens concluintes de graduação, terminar um curso universitário significa pensar no planejamento de uma nova fase da sua vida que muitas vezes é marcada pelo início de trabalhar na profissão que escolheu.

Sabe-se que um dos principais problemas com os quais os recém-formados se deparam é a dificuldade de ingressarem efetivamente no mercado de trabalho da profissão em que investiram por longos anos de educação, a qual inclui além da dedicação aos estudos, também, a parte econômica financeira. Sabe-se ainda que um mercado competitivo e com um número cada vez maior de profissionais oferecendo serviços, torna-se difícil conseguir um emprego satisfatório lembrando que, hoje, o diploma universitário não significa mais uma garantia para a empregabilidade, com boa remuneração, pelas circunstâncias reais de mudanças aceleradas no mundo do trabalho. Essas mudanças exigem outros elementos do profissional os quais envolvem: características pessoais e inter-relacionais, competências específicas, qualificação polivalente e redes de relações sociais que servem de atrativo aos empregadores para conquistar uma vaga de emprego.

Conhecer o que esses jovens pensam sobre o mercado de trabalho, suas expectativas sobre o ingresso no mundo profissional, é algo importante para que a própria universidade possa trabalhar programas de orientação profissional de forma mais eficiente num momento tão fundamental de transição no desenvolvimento da carreira dos jovens formandos. Que expectativas têm os jovens formandos? Que tipos de dificuldade vislumbram para conseguir uma colocação profissional? Quais projetos profissionais desses jovens são formulados ao concluírem seu curso? Essas foram as principais perguntas que nortearam esse estudo e que demandam reflexões por parte dos pesquisadores da sociologia do trabalho no contexto atual de profundas transformações. Em particular, no mundo do trabalho a crise dos empregos de nível superior, por exemplo, não é apenas em função do crescente contingente de profissionais que deixam as universidades a cada ano.

O objetivo geral dessa pesquisa foi investigar as expectativas e os projetos de jovens formandos em cursos de graduação ofertados pela UEPA, a respeito do seu futuro profissional, buscando analisar suas opiniões sobre o mercado de trabalho mais favorável e menos favorável conforme as profissões que escolheram. Partiu-se da hipótese de que as condições objetivas e atuais do mercado de trabalho afetam as expectativas e projetos em relação ao futuro profissional de estudantes, em fase final de conclusão do curso universitário. Trata-se de uma primeira pesquisa relacionada a essa temática, que se realiza nesta universidade, uma vez que existem poucos estudos inerentes aos jovens de nível superior no mercado de trabalho. Trata-se de uma abordagem metodológica para estabelecer o contexto pelo qual as evidências empíricas acerca do fenômeno são obtidas objetivando comparar e relacionar variáveis de interesses relevantes.

## 2 | BREVES CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

### 2.1 Sobre Identidade Profissional e o Mundo do Trabalho

Na perspectiva da sociologia, o conceito de identidade desenvolvido por Dubar (1997), sociólogo francês, é entendido como resultado do processo de socialização, que compreende o cruzamento de dois processos: a) relacionais, onde o sujeito é analisado pelo outro, dentro dos sistemas de ação nos quais os sujeitos estão inseridos; e b) biográfico que tratam da história, habilidades e projetos da pessoa. Para esse autor, a identidade para si não se separa da identidade para o outro, pois a primeira é correlata à segunda, ou seja, reconhece-se pelo olhar do outro. Porém, essa relação entre ambas é problemática, pois não se pode viver diretamente a experiência do outro. O autor afirma que a “identidade nunca é dada, é sempre construída e a (re) construir, em uma incerteza maior ou menor e mais ou menos durável” (Dubar, 1997, p. 104).

Com relação à profissionalização, Dubar (1997) argumenta que a formação se apresenta como formação inicial e continuada, cuja identidade profissional se estrutura numa perspectiva ampliada. O sentido dessa formação é crítico e significativo, haja vista que, a pertença ao grupo profissional aponta para um compromisso social que se expressa em várias situações, tais como: a) interação profissional qualificada; b) efetivação de práticas que contribuam na consolidação de uma sociedade democrática; c) oportunidade cotidiana de posicionar-se a favor da dignidade humana, pela via do enfrentamento das desigualdades e da exclusão social na escolarização, em qualquer nível de ensino.

Bauman (2005), com foco na pós-modernidade, define identidade como autodeterminação, ou seja, o eu postulado. Para ele, identidade se revela como invenção e não descoberta; é um esforço, um objetivo, uma construção. É algo inconcluso, precário, e essa verdade sobre a identidade está cada vez mais nítida pois, os mecanismos que a ocultavam perderam o interesse em fazê-lo e, atualmente, interessa construir identidades individuais e não coletivas. Esse fato é explicado pela compreensão do autor de que identidade comumente refere-se às comunidades como sendo as entidades que as definem. Ou seja, a essência da identidade constrói-se em referência aos vínculos que conectam as pessoas umas às outras se considerando esses vínculos estáveis. Na modernidade líquida, há uma infinidade de identidades à escolha, e outras ainda para serem inventadas (Bauman, 2005). Com isso, só se pode falar em construção identitária enquanto experimentação infundável.

O autor Carvalho (1995), diz que o processo de constituição da identidade profissional vem sofrendo intensas transformações, decorrentes da assimilação de informações, conceitos e valores relativos às mudanças do mundo do trabalho e da influência da nova ordem social vigente. Tal processo se desenvolve conforme o indivíduo vai assumindo papéis ocupacionais adultos, através das participações grupais e da vinculação com os referenciais externos assimilados por meio da socialização.



Gondin (2002) sintetiza o conjunto de transformações pelas quais a sociedade pós-industrial, ou sociedade da informação, vem passando nas diferentes esferas que a constituem. Na esfera política, as transformações são caracterizadas pela forte influência do neoliberalismo, que preconiza a absoluta liberdade de mercado e uma restrição à intervenção estatal sobre a economia. Na esfera econômica, ocorre o crescimento do setor de serviços no âmbito local, com o incremento do intercâmbio comercial no âmbito internacional, sustentado pela globalização. Na esfera cultural, a diminuição da distância entre o desenvolvimento científico e sua aplicabilidade prática modificou a visão de mundo que define os valores temporais, teóricos, estéticos e morais. Finalmente, na esfera ocupacional, as transformações basearam-se na flexibilização e nos novos modos de gerenciamento e organização do trabalho. As transformações dessa última esfera evidenciam-se nas organizações formais através dos processos de reestruturação, como reengenharia e terceirização (Defillippi; Arthur, 1996; Harvey, 1993; Salerno, 1994). Esses processos culminaram na criação de organizações frouxas, similares a redes amorfas, altamente complexas, que enfatizam atividades de curto prazo, trabalhos por projetos e cargos sem clara delimitação de tarefas (CASTELLS, 1997; SENNET, 1999).

Lemos (2001), argumenta que existe ainda uma exigência para que o indivíduo realize comprometerimentos, demonstre iniciativa, autonomia emocional e desenvolvimento contínuo. Para o autor, todos os esforços nesse sentido são iniciativas individuais. Por outro lado, os avanços tecnológicos passam a requerer, dos trabalhadores, atualização constante, por meio da educação continuada. A reciclagem periódica torna-se pré-requisito para desenvolver novas habilidades e atualizar conhecimentos. E assim, o discurso empresarial vigente preconiza a empregabilidade, entendida não apenas como a capacidade de obter emprego, mas definida como flexibilidade, competitividade, participação, formação polivalente e multifuncional.

Contudo, conforme Neiva (1995), no que diz respeito a transição da universidade para o mercado de trabalho, deve-se levar em consideração que de fato, a escassez de oportunidades pode ser um fator que prejudica a elaboração de planos profissionais. Sabe-se que a redução das ofertas de empregos vem sendo uma tendência generalizada no mercado de trabalho (RIFKIN, 1995) o que pode provocar ansiedade entre aqueles que estão à procura de uma oportunidade de emprego. Porém, o mercado de trabalho é bastante heterogêneo em suas possibilidades fazendo que a inserção no mercado e progresso na carreira dependam em grande parte de características individuais como empreendedorismo, criatividade e flexibilidade consideradas essenciais e desejadas no mercado de trabalho contemporâneo.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Embora existam muitos estudos sobre o mercado de trabalho para jovens

universitários, poucos têm se preocupado com a expectativa desses formandos em relação ao mercado das profissões, particularmente no Brasil. Sabe-se que a posição que o jovem pode ocupar na divisão social e profissional do trabalho é fortemente correlacionada com o diploma que obteve, considerando que a universidade aparece como um espaço-tempo de preparação ao trabalho.

### 3.1 Participantes

Para este estudo, 35 alunos com média de idade em 20 anos, que estão em fase de conclusão do curso, compuseram a amostra sendo, 51,4% mulheres e 48,6% homens. Foram investigados formandos de 4 cursos (ciências sociais, pedagogia, física e geografia). A seleção desses cursos foi feita conforme a disponibilidade de acesso aos alunos, considerando-se que houve dificuldades para uma amostra aleatória simples, ou seja, de selecionar, *in loco*, nas turmas, um subconjunto de informantes que pudessem responder ao questionário.

### 3.2 Instrumento

Foi utilizado um questionário com questões fechadas e múltiplas escolhas, elaborado especificamente para analisar variáveis relevantes para o estudo, tais como: 1) variáveis de identificação (curso, sexo, idade, ano de início do curso, pessoas com quem mora, renda familiar; 2) variáveis de atividade remunerada e sua relação com o curso que estuda; 3) de avaliação do mercado de trabalho na profissão; 4) de decisão sobre o que fazer após o curso universitário; 5) de avaliação dos projetos pós-universitários; 6) de avaliação das dificuldades para realizar o primeiro projeto; 7) das chances de exercer a profissão logo após o curso; 8) de avaliação do tempo estimado para tornar-se economicamente independente; 9) da percepção das dificuldades para ingressar no mercado de trabalho; 10) do desempenho acadêmico próprio.

Importante ressaltar que alguns itens de variáveis foram pensados, elaborados e analisados com base na definição de autores mencionados nesse texto, os quais manifestam opiniões de que os sujeitos da pesquisa devem responder questionários usando uma escala de 5 pontos, indicando diferentes graus de concordância com as afirmações (escala Likert)<sup>1</sup>.

### 3.3 Aplicação dos questionários

Os contatos com os respondentes foram feitos via representante de turma tendo em vista a dificuldade de acessar os alunos em sala de aula. Com exceção dos pesquisados do curso de ciências sociais, por serem alunos da pesquisadora, estes, receberam em sala de

---

<sup>1</sup> Trata-se de um tipo de escala usada em pesquisas de opinião para respostas de questionários. Permite medir as atitudes e o grau de conformidade dos entrevistados com qualquer afirmação proposta como, por exemplo, a probabilidade de realização de ações futuras. Renis Likert (1903-1981), foi um psicólogo americano, inventor do método que mede, de forma fiel, as atitudes das pessoas. Disponível em <https://www.netquest.com/blog/br/escala-likert>.

aula os questionários, responderam em suas residências e devolveram no dia seguinte. Os questionários foram aplicados no final do mês de setembro de 2017 e, dos 65 questionários entregues, 35 foram recebidos devidamente preenchidos, totalizando uma taxa de resposta inerente a 53,8% sendo, portanto, um percentual significativo de respostas.

### 3.4 Caracterização dos participantes conforme a variável de Identificação

As Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 mostram informações que identificam melhor os participantes da pesquisa em relação às variáveis idade, sexo, estado civil, situação de moradia, renda familiar, exercício de atividade remunerada e exercício de atividade remunerada relacionado ao curso.

Idade (em anos)	n° de casos	%
20	12	34,3
21	09	25,7
22	10	28,6
28	02	5,7
29	02	5,7
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 1: Distribuição dos participantes quanto à idade

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Sexo	n° de casos	%
Feminino	18	51,4
Masculino	17	48,6
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 2: Distribuição dos Participantes quanto ao Sexo

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Estado Civil	n° de casos	%
Solteiro	32	91,4
Casado	03	8,6
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 3: Estado Civil dos Participantes

Fonte: pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Situação de Moradia	nº de casos	%
Mora com os pais	25	71,4
Mora sozinho	04	11,4
Mora com amigos	03	8,6
Mora com parentes	03	8,6
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 4: Situação de Moradia dos Participantes

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Renda Familiar	nº de casos	%
Até 1 Salário Mínimo	13	37,0
Entre 1 e 2 Salários Mínimos	11	31,4
Entre 2 e 3 Salários Mínimos	06	17,0
Entre 3 e 4 Salários Mínimos	03	8,6
Entre 4 e 5 Salários Mínimos	02	6,0
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 5: Renda Familiar dos Participantes

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Ativ. Rem. Relac. ao Curso	nº de casos	%
Sim	04	11,4
Não	31	88,6
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 6: Exercício de Atividade Remunerada Relacionada ao Curso

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Ativ. Rem. Relac. a Trabalho	nº de casos	%
Sim	03	8,6
Não	32	91,4
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 7: Atividade Remunerada relacionada a Trabalho

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Nas tabelas acima, se observa que o perfil geral dos participantes da pesquisa é do estudante com status solteiro, com cerca de 20 anos de idade que mora com os pais, tem renda até 1 Salário Mínimo Nacional atual<sup>2</sup>, não possui atividade remunerada relacionada

<sup>2</sup> Valor do Salário Mínimo referente ao ano de 2017, quando da coleta de dados dessa pesquisa.

ao curso, como: bolsa estágio, bolsa assistência estudantil, bolsa monitoria etc...e também não exerce atividade remunerada, ou não trabalha.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse item mostra resultados e discussões sobre as principais variáveis consideradas específicas no questionário aplicado aos formandos, que estão relacionadas ao objeto da pesquisa:

a) Avaliação da situação do mercado de trabalho da profissão: este assunto foi avaliado através das próprias representações que os formandos tinham a respeito do mercado de trabalho relacionadas as suas respectivas profissões, indicando suas impressões em uma escala com seis opções: “muito bom”, “bom”, “razoável mas tendendo a bom”, “razoável mas tendendo a ruim”, “ruim” e “muito ruim”. As respostas dos estudantes foram agrupadas de acordo com o curso em que estudavam, visando facilitar a compreensão dos argumentos sobre cada profissão. Assim sendo, 70% dos alunos do curso de Ciências Sociais responderam que o mercado de trabalho para essa profissão é “razoável, mas tendendo a ruim” e as justificativas se basearam em críticas relacionadas à conjuntura econômica e social do Brasil e as reformas trabalhistas/administrativas e da educação que o governo federal vem realizando, as quais causam impacto no mercado de emprego das profissões

Os pesquisados do curso de Pedagogia, em sua maioria, 75%, avaliaram que o mercado de trabalho está “bom” para a profissão do Pedagogo para quem deseja atuar como professor tanto na educação infantil (pré-escola) quanto no ensino fundamental I e II, até porque, existe uma grande necessidade de formação de educadores no Brasil.

Alunos do curso de Licenciatura em Física, na sua maioria (66%), avaliaram que o mercado de trabalho está “bom” para a profissão de professor de Física, visto que, existe falta desses docentes para atuarem na rede básica de ensino. Por outro lado, estão cientes que, para muitos, essa profissão se torna pouco atrativa pelas condições de trabalho desfavoráveis em várias situações, dentre elas, a questão salarial.

Formandos do Curso de Geografia, 70%, avaliaram “razoável, mas tendendo a ruim” o mercado de trabalho para os profissionais dessa área, muito embora, alguns tenham comentado a perspectiva “boa” para quem vai atuar como professor no ensino da disciplina. Outros, justificaram a tendência de ser “ruim” para quem quer seguir carreira no âmbito das empresas, particularmente, às brasileiras, ligadas à exploração de recursos naturais (mineração, recursos hídricos e petróleo) em função das condições de crise econômica atual.

Interessante lembrar que os comentários dos alunos pesquisados possuem relação com os argumentos do autor Neiva (1996), no sentido de que esse estudioso considera que a escassez de oportunidade prejudica a elaboração de planos profissionais. Da mesma forma, se relacionam com os argumentos do autor Rifkin (1995), o qual explica

que a redução da oferta de emprego vem sendo uma tendência generalizada no mercado de trabalho que pode provocar ansiedade entre aqueles que estão à procura de uma oportunidade de emprego.

b) Decisão sobre o que fazer após terminar o curso universitário: avaliada por questões categóricas opcionais de “sim”, “estou em dúvida” e “não” (Tabela 8) e complementadas por alternativas que justificaram as respostas (Tabela 9). Para esta variável foi perguntado aos informantes: “você já definiu o que fazer após terminar o seu curso universitário”? A maioria dos respondentes (88,6%) informou a opção “sim” e uma minoria (11,4%) respondeu “estou em dúvida” e nenhum informante escolheu a opção “não”. Quando se perguntou sobre “qual projeto para pós-formatura do curso”? Um percentual significativo (66%) informou que pretende continuar estudando pós-graduação em nível de especialização, mestrado e doutorado e uma minoria de 26%, pretende trabalhar de imediato na profissão. Essas respostas mostraram que todos têm um projeto que desejam realizar quando concluírem o curso, entretanto, as respostas da maioria dos informantes sobre estudarem pós-graduação, demonstram que esses jovens estão atentos às tendências cada vez mais fortes pela cultura da qualificação que emerge largamente no contexto de mudanças da sociedade brasileira, decorrentes das transformações técnico-organizacionais no mundo do trabalho. Ou seja, fica comprovado que os jovens percebem a qualificação acadêmico/profissional numa relação com o trabalho e educação, no sentido de que o mercado de trabalho está mais competitivo e exigente pois, para cada função, exige experiência e qualificação que vão além da formação básica que a graduação oferece (competências teóricas para o desenvolvimento prático, cursos de extensão, pós-graduação). Daí porque, existe hoje no mercado de trabalho uma grande concorrência pela mão de obra qualificada entendendo-se, uma relação entre empregabilidade e profissionais capacitados

O que fazer	nº de casos	%
Sim	31	88,6
Estou em Dúvida	04	11,4
Não	--	---
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 8: Já definiu o que fazer após-formatura do curso de graduação

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Projeto	nº de casos	%
Trabalhar na profissão	09	26,0
Estudar pós-graduação	23	66,0
Fazer outra graduação	03	8,0
Trabalhar fora da profissão	--	---
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 9 : Projeto pós-formatura do curso de graduação

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

c) Chances estimadas de exercer a profissão logo após o término do curso. No questionário, foi feita uma pergunta sobre as possibilidades pessoais do formando e as suas chances de exercer a profissão logo após o término do curso, considerando a atual situação do mercado de trabalho.

Chances	nº de casos	%
Bem grandes	---	---
Grandes	01	3,0
Médias	22	63,0
Poucas	12	34,0
Nenhuma	--	---
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>100,0</b>

Tabela 10 : Chances estimadas de exercer a profissão logo após o curs

Fonte: Pesquisa de campo, 2017 – elaboração própria.

Conforme a Tabela 10, a maioria (63%) respondeu que possui chances Médias, aqui interpretadas como “Regulares”, para conseguir um emprego. Essas respostas estão ligadas a alguns fatores por eles comentados: a) fator tempo – alguns acham que levarão um tempo entre 15 e 18 meses para conseguirem emprego tanto nas organizações públicas (esperam aprovação em concurso público) quanto nas privadas (tempo para conseguirem seleção de vagas, entrega de currículos, etc.); b) falta de experiência prática na profissão – comentaram que possuem um bom conhecimento teórico mas, não têm a experiência prática na profissão que é um critério muito exigido pelo mercado atual. Também, chamaram atenção os 34% que responderam que terão poucas chances de logo exercerem a profissão por conta de que ainda precisam melhorar seus conhecimentos, assim como, manterem contatos e interações com pessoas conhecidas e mais experientes na área profissional e isso, poderá dificultar a inserção no mercado de trabalho. Esses comentários levam a reflexão sobre a importância das redes sociais ou capital social<sup>3</sup> como recursos fundamentais para o acesso ao mercado de trabalho.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o exposto neste artigo, considera-se importante discutir questões relacionadas às expectativas dos formandos quanto ao mercado de trabalho de suas profissões. Nesse estudo, foi possível identificar vários fatores que, de alguma forma, se relacionaram com as suas expectativas e ajudaram a interpretá-las. Em especial, ressaltase a avaliação do mercado de trabalho na profissão que escolheram como Cientista

3 Redes Sociais e Capital Social são conceitos da Nova Sociologia Econômica, explicados por teóricos-chave no assunto como Mark Granovetter e Pierre Bourdieu, respectivamente, onde ambos discutem esses conceitos como relações sociais e recursos sociais que suscitam estratégias organizadas em torno de sua utilização (Ver Granovetter (1973) e Bourdieu (2006)).

Social, Físico, Geógrafo e Pedagogo que os possibilitaram expor as suas reflexões sobre esse mercado. Igualmente importante foi à referência feita sobre as suas decisões e seus projetos que estão sendo pensados pós-conclusão do curso de graduação. Outra discussão relevante foi referente as poucas chances de logo ingressarem no mercado de suas profissões, levadas por escassez de contatos com pessoas mais experientes que poderiam ser facilitadoras na busca de um emprego.

Vale ressaltar às características pessoais dos pesquisados, dentre elas: a) idade. Todos os respondentes estão na faixa etária entre 20 e 30 anos; b) não possuem experiência profissional porque nunca trabalharam em empresas ou órgão públicos e nem foram bolsistas em alguma atividade acadêmica; c) contam com uma renda familiar de até um salário mínimo nacional. Obviamente, essas pessoas tendem a encontrar mais dificuldades para a inserção profissional, quando se reflete sobre questões de acesso ao emprego e mudanças no mundo do trabalho.

Duas explicações são apontadas para essas dificuldades: a primeira, diz respeito a vulnerabilidade particular dos jovens para acessar uma vaga de emprego, condizente a sua área de formação. Além de que, os jovens são considerados como um segmento frágil, dentre outras situações, porque não têm experiência em comparação com o segmento de trabalhadores mais experientes. Daí porque prezam pela qualificação profissional que vai se confrontar com a competitividade do mercado, induzindo a uma procura cada vez maior pelos cursos de pós-graduação lato e stricto sensu; a segunda explicação, está relacionada às limitações do capital social, atribuindo a falta de contato com pessoas chave que possam ajudá-los na inserção do mercado de trabalho. Nesse caso, os jovens pesquisados não possuem uma rede de relações importante para conduzi-los a entrada e permanência no emprego, algo considerado útil e estratégico para os dias atuais, visto a complexidade do mercado de trabalho.

Finalizando, é necessário reconhecer as limitações deste trabalho. Em primeiro, trata-se de uma breve pesquisa realizada com uma amostra de quatro cursos de graduação ofertados pela Universidade do Estado do Pará, dentre os 30 em pleno funcionamento. Foi uma pesquisa quantitativa e qualitativa do ponto de vista da aplicação dos questionários, onde as justificativas apresentadas estão de acordo com as questões específica levantadas. Vale dizer que algumas discussões aqui apresentadas refletem a especificidade da amostra estudada ou mesmo dos cursos selecionados. Porém, isso não invalida de forma alguma a pesquisa. As análises e conclusões apresentadas podem e devem ser interpretadas como possibilidades de analisar de forma mais aprofundada o mercado de trabalho e inserção profissional de jovens universitários em outro segmento de faixa etária. De qualquer forma, novos estudos precisam ser realizados com outras amostras e mesmo com novas metodologias a fim de se expandir o conhecimento sobre as expectativas dos formandos universitários sobre o mercado de trabalho.



## REFERÊNCIAS

- BAUMAN, Z. **Identidade: entrevista a Benedetto Vecchi**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.
- BOURDIEU, Pierre. **As Estruturas Sociais da Economia**. Tradução de Ligia Calapez e Pedro Simões. Porto: Campo das Letras, 2006 (Campo das ciências, v. 20).
- CARVALHO, M.M.M.J. **Orientação Profissional em Grupo: Teoria e Técnica**. São Paulo: Editorial Psy, 1995.
- CASTELLS, M. **La Era de la Información: la Sociedad Red**. Vol. 1. Madrid: Alianza Editorial, 1997.
- DEFILLIPPI, R.J.; ARTHUR, M.B. *Boundaryless Contexts and Careers: a Competency-Based Perspective*. In: Arthur, M.B.; Rousseau, D.M. (org). **The Boundaryless Career: a New Employment Principle for a New Organizational Era**. New York: Oxford University Press, 1996.
- DUBAR, Claude. **A socialização: construção das identidades pessoais e profissionais**. Lisboa: Porto, 1997.
- DURKHEIM, Emile. **As regras do método sociológico**. São Paulo: Martin Claret, 2002.
- Halliday, Terence. **Lawyers as institutional contractors: constructing markets, states, civil society, and community**. American Bar Foundation Working Paper Series, Chicago, 1995.
- GRANOVETTER, Mark. **The strenght of Weak ties**. *American Journal of Sociology*, v. 78, n. 6, p. 130-1380, maio 1973. Disponível em: [https://sociology.stanford.edu/sites/default/files/publications/the\\_strenght\\_of\\_weak\\_ties](https://sociology.stanford.edu/sites/default/files/publications/the_strenght_of_weak_ties)> Acesso em 22 de jul 2017.
- HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna: uma Pesquisa sobre as Origens da Mudança Cultural**. Trad. Adail Ubirajara Sobral e Maria Stela Gonçalves. São Paulo: Loyola, 1993.
- LEMOS, C.G. **Adolescência e Escolha Profissional**. São Paulo: Vetor, 2001.
- NEIVA, K.M.C. **Les comportment des étudiants brésiliens en fin d'études universitaires selon leurs debouches professionnels: une application du modèle Lisrel**. *Revue européenne de Pysologie Appliquée*, 45 (2), 103-108.
- RIFKIN, Jeremy. **O Fim dos Empregos: O contínuo crescimento do desemprego em todo o mundo**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1995.
- SALERNO, M. Trabalho e Organização na Empresa Industrial e Flexível. In: Ferretti, C. (Org). **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação**. São Paulo: Vozes, 1994.
- SENNETT, R. **A Corrosão do Caráter: Conseqüências Pessoais do Trabalho no Novo Capitalismo**. Trad. Marcos Santarrita. São Paulo e Rio de Janeiro: Record, 1999.
- WEBER, Max. **Ensaio de Sociologia e outros escritos** (Coleção Os Pensadores). São Paulo: Abril Cultural, 1974.

## GESTÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D): PROPOSIÇÃO DE UM QUADRO TEÓRICO DE ANÁLISE

*Data de aceite: 04/07/2022*

**Leone Coelho Bagagi**

<http://lattes.cnpq.br/9519015687131615>

**Vera Lúcia Peixoto Santos Mendes**

<http://lattes.cnpq.br/6246452015418585>

**RESUMO:** Este trabalho objetiva analisar o 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. Foi realizada revisão sistemática da literatura no período de 1994 a 2015 e fontes de dados (Portal de Periódicos da CAPES, do Google Acadêmico e do Banco Nacional de Teses e Dissertações), com isso, apresentou-se conceitos teóricos, dimensões e categorias de análise. Os resultados demonstram que, no âmbito internacional, a pesquisa sobre a gestão de P&D se concentra nas organizações privadas, ao contrário das pesquisas nacionais, com foco nas instituições públicas e outras dependentes do apoio e fomento do financiamento público. Apresenta-se uma síntese de quadro teórico sobre gestão de P&D, como proposição de estudos futuros com foco nas organizações apoiadas e fomentadas com recursos públicos para a promoção da pesquisa científica, tecnológica e inovação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de P&D; novo gerencialismo; princípio da eficiência

**ABSTRACT:** This work aims to analyze the

state of the art of developments in the study of the R&D in the light new managerialism and the principle of administrative efficiency applicable to research institutions and promoted by public resources. A systematic review of the literature in the period 1994-2015 and data sources (Journal Portal Capes, Google Scholar and National Bank of Theses and Dissertations), therefore, it showed in theoretical concepts, dimensions and categories of analysis. The results show that, at international level, research on R&D management focuses on private organizations, in contrast to national surveys focusing on public institutions and other dependent on the support and promotion of public funding. It is presented a theoretical framework synthesis of R&D management analysis as a proposed of future studies focusing on organizations supported and promoted with public funds for the promotion of scientific, technology and innovation research

**KEYWORDS:** R&D management; new public management; efficiency principle

### 1 | INTRODUÇÃO

A missão das organizações de pesquisa é promover a ciência mediante desenvolvimento da pesquisa básica e aplicada e, por conseguinte, transferir os resultados científico e tecnológicos à sociedade (QUENTAL; GADELHA, 2000). Como as outras nações, as organizações brasileiras instituídas para tal possuem o mesmo compromisso e, ademais, são imbuídas do caráter público de suas ações. A justificativa para o desenvolvimento

do objeto dessa pesquisa está inserida nos principais desafios da gestão da pesquisa e desenvolvimento (P&D) para o avanço da ciência, tecnologia e inovação no âmbito nacional e internacional. Na perspectiva da revisão da literatura os seguintes fatores justificam a realização deste trabalho: o tempo para o desenvolvimento da pesquisa e a longevidade dos seus resultados, a gestão eficiente dos recursos investidos e a complexidade desses processos de investigação, diante do dinamismo competitivo dos mercados.

Nessa nova fase de vanguarda da gestão da pesquisa e desenvolvimento (P&D) o fator tempo é decisivo e por isso, observa-se que os novos arranjos organizacionais novas práticas de gestão e liderança, além de algumas técnicas de gestão são objetos de investigação no âmbito da execução dos projetos de pesquisas (LIAO; GREENFIELD, 1998; PARK; KIM, 2005; HAGE et al., 2008; WANG; LIN; HUANG, 2010). Outras estratégias também estão em plena atuação, como as colaborações interinstitucionais para tornar eficientes o tempo e a garantia da conclusão dessas investigações (COLOMO-PALACIOS et al, 2010). A gestão eficiente dos recursos é outro desafio que instiga a pesquisa científica, tecnológica e inovação no Brasil e em outras nações. Isso é resultado da crescente complexidade e dinamismo dos ambientes competitivos, que exigem ampliação das inovações tecnológicas e novos modelos de negócios, ao mesmo tempo, submetidos às restrições orçamentárias para o financiamento das pesquisas o Brasil.

O desenvolvimento dessa pesquisa se relaciona com os principais desafios na gestão dos recursos públicos destinados às pesquisas científicas, tecnológicas e inovação. Nesse sentido, observa-se uma lacuna teórica e prática, pois não foram identificados na literatura instrumentos teóricos para a análise da gestão de P&D nas instituições de pesquisa apoiadas e fomentadas por recursos públicos, objetivando elidir os principais desafios da pesquisa nacional e capacitando-as a competir no cenário científico internacional. Nesse sentido, apresenta-se como problema de pesquisa: Como está sendo apresentada a evolução do estudo sobre as principais práticas de 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?

Assim, objetiva-se como contribuição teórica apresentar, como resultado, uma síntese de quadro teórico de análise da gestão da pesquisa P&D nas instituições de pesquisa apoiadas e fomentadas por recursos públicos. No campo prático, a partir do quadro teórico de análise, objetiva-se diagnosticar os principais desafios à gestão eficiente e a identificação das melhores práticas de gestão como solução para suplantá-los. Parte-se do pressuposto que o princípio da eficiência e a introdução das melhores práticas de gestão da pesquisa de P&D utilizadas pelas instituições de pesquisa de vanguarda internacional, promessa do novo gerencialismo, apresentam-se como paradigma a inovação na gestão para alavancar o desenvolvimento científico nacional

## 2 | GESTÃO DE P&D E METODOLOGIA DA SELEÇÃO DAS REFERÊNCIAS

### 2.1 Considerações sobre a gestão de P&D

As incertezas derivadas do alto grau de rotatividade das tecnologias e da dinâmica dos mercados resultam em elevados níveis de imprevistos que impactam diretamente nos objetivos, nas estratégias corporativas (WANG; LIN; HUANG, 2010) e nas decisões estratégicas organizacionais tendendo, cada vez mais, a aumentar os esforços em pesquisa, desenvolvimento e inovação (MARAFON, 2013; GUEDES, 2012). Assim, os constantes fluxos de novos produtos no mercado orientam as ações organizacionais para sobreviverem nesse cenário competitivo e, por conseguinte, nesse contexto de dinamismo tecnológico as empresas enfrentam o desafio de gerenciarem múltiplos projetos de pesquisa e desenvolvimento com recursos escassos, para alcançar resultados de qualidade superior e menor preço na tentativa de minimizar os riscos da competição (VERMA; SINHA, 2002).

Nesse cenário mercadológico competitivo, a estratégia de manutenção do negócio e, também, o alcance do sucesso empresarial está relacionado com o desenvolvimento de projetos inovadores mediante realização de pesquisa básica e aplicada no desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócios (WANG; LIN; HUANG, 2010; CHAO; KAVADIAS, 2013). Nos Estados Unidos, em países da União Europeia e em alguns países da Ásia, como Japão e Coreia do Sul, o papel de desenvolvimento da inovação mediante realização de pesquisas é majoritariamente realizado por organizações privadas de alta tecnologia e devidamente apoiados por programas públicos que asseguram o financiamento desses esforços de forma sustentável. Por seu turno, em países como Austrália e Brasil é proporcionalmente maior a participação estatal no fomento e desenvolvimento das pesquisas (LIAO; GREENFIELD, 1998; VERMA; SINHA, 2002; COLOMO-PALACIOS et al, 2010).

Assim, a literatura sobre a gestão de P&D sugere a implementação de instrumentos de monitoramento e avaliação das ações empreendidas para integrar a complexidade de atividades especializadas e cooperativas intra e interinstitucionais (LEE, et al., 2011). Nesse sentido, surge a necessidade de analisar as melhores práticas de gestão de P&D em âmbito nacional que, no caso brasileiro, a pesquisa científica, tecnológica e inovação é realizada, em grande parte, pelas universidades públicas e instituições de pesquisas.

### 2.2 Metodologia da seleção das referências

A estratégia de seleção e revisão da literatura caracterizou-se pela: seleção das bases de dados científicos, definição das palavras-chaves e do período da pesquisa, identificação das referências mais citadas, leitura dos títulos e *abstracts* para refinar entre 30 a 60 referências, analisar em profundidade e, por último, fichamento e redação objetivando a revisão da literatura e elaboração do quadro teórico de análise da gestão de P&D nas instituições de pesquisa apoiadas e fomentadas com recursos públicos, de

acordo com a abordagem do novo gerencialismo e o princípio da eficiência administrativa. Nessa primeira fase, elegeram-se como base de dados para a busca de referências o Portal Periódicos Capes<sup>1</sup> e do Google Acadêmico<sup>2</sup>. Na sequência, passou-se para a definição das palavras-chave, respectivamente, com a seguinte expressão: “R&D Management”. A busca foi realizada de acordo com os termos eleitos, constando no título e assunto, encontrou-se 188 trabalhos para o termo em inglês, por conseguinte, delimitou a busca em periódicos revisados pelos pares, considerando os artigos como tipo de material pesquisado no período de 1994 a 2015, refinando a busca em 168 publicações. A identificação dos artigos de maior relevância, considerando pelo menos duas referências publicadas por autor, resultou no refinamento de 19 publicações com acesso e sem custo adicional. Em seguida foram realizadas buscas no Google Acadêmico para confirmar a relevância das referências e a obtenção do arquivo digital das referências.

Na segunda fase, foi realizada a busca de referências nacionais no Portal de Periódicos da CAPES, do Google Acadêmico e do Banco Nacional de Teses e Dissertações<sup>3</sup>. Em seguida definiram-se as palavras-chave e “Gestão de P&D”. A primeira busca foi realizada no Portal de Periódicos da Capes, de acordo com os critérios definido no termo em inglês e constatando quatro artigos. Em seguida o referido termo foi destacado no Google Acadêmico, resultando 378 referências que, por sua vez, foi necessário o estabelecimento específico para considerar o termo apenas no título e, por conseguinte, o refinamento apresentou 23 referências. Na sequência, realizou-se uma varredura no Banco Nacional de Teses e Dissertações de acordo com o critério de busca e foram identificadas mais quatro referências. Assim, diante desse conjunto de dados foi realizado o cruzamento de todas essas fontes e a leitura dos títulos e *abstracts* para excluir as repetições, as referências não disponíveis e incompatíveis com o tema abordado, assim, resultaram em 27 referências nacionais aptas à revisão da literatura e desenvolvimento do referencial teórico. Após a revisão da literatura dos trabalhos relacionados foi possível desenvolver um arcabouço teórico sobre o tema “Inovação” e sua relação com a gestão e organização nas instituições públicas, fundamentada na abordagem do novo gerencialismo.

Na sequência da terceira fase, a palavra-chave pesquisada foi o termo de acordo com seu significado no Brasil como “novo gerencialismo” e o termo em inglês *new public management*. A varredura foi realizada de acordo com o termo em inglês, constando-os no título e no assunto, respectivamente, foram encontrados 139 trabalhos, em seguida, delimitou-se a busca em periódicos revisados pelos pares, considerando apenas artigos como tipo de material, considerando que já haver referências sobre o assunto, definiu-se como período os últimos cinco anos, refinando a busca em 47 artigos. Em seguida foi

1 Disponível em: <[www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)>. Pesquisa realizada em 25 set. de 2015; pesquisa limitada aos campos: abstract, title, keywords.

2 Disponível no endereço: <<https://scholar.google.com.br>>. Pesquisa realizada entre 21 set. de 2015; pesquisa em todos os campos.

3 Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br/vufind/>>. Pesquisa realizada em 02 a 06 de jan. de 2016; pesquisa em todos os campos.

realizada a busca no Google Acadêmico para confirmar a relevância de acordo considerando o maior número de citações e pertinência do termo como o objeto dessa pesquisa, e, por fim, a leitura do título e abstract que resultou no refinamento de 17 artigos com acesso disponível.

A quarta fase consistiu em realizar a busca de referências nacionais no Portal de Periódicos CAPES, no Google Acadêmico e no Banco Nacional de Teses e Dissertações<sup>4</sup>. Definiu-se como palavra-chave: “novo gerencialismo”. A primeira busca foi realizada no Portal de Periódicos da CAPES e no Google Acadêmico, de acordo com os critérios estabelecidos, destacando o termo no título das referências, assim não se constatou qualquer referência com esse termo no primeiro, mas no Google apresentou 13 referências, sendo que quatro desses trabalhos só foi possível o acesso por meio da disponibilização desse material junto a Biblioteca da UNIVASF. Em seguida, realizou-se uma varredura no Banco Nacional de Teses e Dissertações, de acordo com o critério de busca e foram identificadas oito referências e, após pesquisa, resultaram apenas três referências. Assim, diante desse conjunto de dados foi realizado o cruzamento de todas essas fontes e a leitura dos títulos e *abstracts* para excluir as repetições, as referências não disponíveis e incompatíveis com o tema abordado, resultando 24 referências nacionais e internacionais aptas à revisão da literatura e ao desenvolvimento do referencial teórico, além de outras indicadas e disponibilizadas.

Em relação ao termo “princípio da eficiência administrativa”, o conjunto de referências colacionadas em buscas dos termos anteriores apresentou-se como robusto e suficiente para o desenvolvimento do arcabouço teórico sobre essa temática e, especialmente, com estreita relação com a abordagem do novo gerencialismo e o objeto dessa pesquisa. Já a quinta fase se deu mediante busca por referências e se concentrou na pesquisa em livros nas bibliotecas dos cursos de direito de Petrolina/PE e Juazeiro/BA, entre os períodos de dezembro de 2015 a janeiro de 2016, na área do direito tendo em vista que a varredura realizada no Portal de Periódicos da Capes, no Google Acadêmico e no Banco Nacional de Teses e Dissertações não resultou em referências estritamente relacionadas com o objeto desse estudo dissertativo.

### **3 | ESTADO DA ARTE DA GESTÃO DE P&D À LUZ DO NOVO GERENCIALISMO E DO PRINCÍPIO DA EFICIÊNCIA**

#### **3.1 Abordagem do novo gerencialismo**

A origem e a trajetória do novo gerencialismo se deu num cenário de limitações orçamentárias e de crise fiscal dos Estados nacionais em todo o mundo, ao mesmo tempo, que o keynesianismo se apresentou insuficiente para enfrentar esse momento. Por isso,

<sup>4</sup> Disponível em :<<http://bdt.d.ibict.br/vufind/>>. Pesquisa realizada em 02 a 06 janeiro de 2016; pesquisa em todos os campos.

essa nova abordagem serviu de paradigma para reformular a administração pública e torná-la enxuta e mais eficiente na prestação de seus serviços essenciais como o sistema público de saúde, segurança pública e prestação jurisdicional (MENDES; TEIXEIRA, 2000; SIMONET, 2014; LEE, B., 2012). A orientação dessa nova tendência gerencial abrange desde a redução da burocracia, transferência de atividades estatais para a iniciativa privada, resultados voltados para os cidadãos, até o estímulo à competitividade, ao empreendedorismo, à produtividade e à eficiência. Em suma, essas são as características marcantes desse paradigma (MENDES, 2000; MENDES E TEIXEIRA, 2000; GÜLTEKIN, 2011; LEE, B., 2012; MONOBAYEVA; HOWARD, 2015).

Segundo Mendes (2000, p. 79), essa ideia reforça o entendimento desse novo paradigma como um conjunto de “ações, ideias, valores e melhores práticas de gestão transferidas do setor privado para a administração pública”. Outros fatores possuem atual destaque por considerar os indicadores de desempenho como “valores” a serem perseguidos na gestão eficiente dos organismos que representam a administração pública (ASHRAF; UDDIN, 2015; COLON; GUÉRIN-SCHNEIDER, 2015). Assim, essa nova abordagem se caracteriza pelo conjunto de conceitos e estudos que objetivam transformar a gestão pública, tomando como base iniciativas gerenciais bem sucedidas das organizações privadas e introduzidas na administração pública (CEPIK; CANABARRO; POSSAMAI, 2010; NAVARRA; CORNFORD, 2012; ASHRAF; UDDIN, 2015; COLON; GUÉRIN-SCHNEIDER, 2015; MAROY et al., 2015).

### **3.2 Princípio da eficiência administrativ**

Com as críticas ao modelo burocrático e suas disfunções, a evolução para o modelo de Estado providência, caracterizado pelo Estado democrático de direito, encontram-se obstáculos quanto ao financiamento da máquina estatal para atender as demandas sociais e, como consequência, estimula os movimentos de reformas no aparelho do estado na década de setenta e oitenta, respectivamente, na Inglaterra e nos Estados Unidos da América, por conseguinte, no Brasil a partir da década de noventa (BATISTA JÚNIOR, 2012). Assim, a adoção do novo gerencialista como estratégia para modernizar o aparelho estatal e construir as bases para o desenvolvimento nacional, fundamentou-se na adoção do princípio da eficiência que, a partir da Emenda Constitucional nº 19 de 1998, institucionalizou esse princípio como balizador das ações e organização estatal no Brasil (TAVARES, 2015; DA SILVA, 2009). O seu principal objetivo foi tornar a organização mais eficiente na relação custo/benefício, orientada para o mercado, construindo redes e parcerias com instituições com ou sem fins lucrativos para a prestação de serviços públicos, objetivando melhorar a qualidade, ampliar o acesso e o grau de satisfação dos usuários dos serviços, como também, maximizar os recursos de capital por meio da gestão eficiente dos processos, produtos e serviços, destacando-se os resultados financeiros (MENDES, 2000; LUKE; KEARINS; VERREYNNE, 2011; MONOBAYEVA; HOWARD, 2015).

Observa-se que a eficiência como princípio norteador da administração pública agregou em seu corpo conceitual a eficácia por meio do alcance dos resultados, a produtividade, a economicidade, a qualidade na prestação dos serviços, agilidade, manutenção da continuidade dos serviços públicos e, especialmente, a sonhada desburocratização da administração pública.

## **4 | DIMENSÕES ESTRATÉGICAS DE GESTÃO DE P&D: ARRANJOS ORGANIZACIONAIS, LIDERANÇA E PRÁTICAS GERENCIAIS**

O ambiente de estímulo à produção científica e tecnológica nas organizações promotoras do P&D, com o fomento das políticas institucionais, converge com as transformações necessárias à formação de produtores de conhecimento e inovação associada à proliferação de tecnologias da informação (BERNARDES; ANDREASSI, 2007). Destaca-se como preponderante a transformação dessas instituições em organizações inovadoras e aptas a competir na vanguarda do desenvolvimento técnico-científico, no ambiente internacional cada vez mais globalizado e dinâmico. Assim, pode-se enfatizar os esforços do Estado brasileiro para a promoção de políticas públicas de incentivo, favoráveis ao progresso científico e tecnológico. Mesmo esse estímulo precisa ser acompanhado de transformações no campo institucional, econômico e cultural nas organizações públicas e privadas (REZENDE; CORRÊA; DANIEL, 2013), como a implementação das inovações gerenciais para impulsionar essas políticas.

Nesse sentido, destacam-se os principais fatores que contribuem para o desenvolvimento das políticas institucionais de uma organização de pesquisa, quais sejam: apropriada estrutura organizacional, liderança promotora da inovação, equipe multifuncional interrelacionada, envolvimento com inovação, foco na qualidade e nos resultados, clima organizacional apropriado à criatividade, aprendizado organizacional, alianças e colaboração organizacional e interinstitucional, visão e liderança para inovação. Tais componentes caracterizam-se como inovações gerenciais, as melhores práticas de gestão que transformam conhecimento e tecnologia em inovação.

### **4.1 Arranjos organizacionais: ações da política institucional, redes de relacionamento e núcleo de apoio à gestão de projetos**

No ambiente externo, as ações da política institucional estão relacionadas com o ambiente de estímulo à produção científica e tecnológica nas organizações promotoras de P&D, com o fomento das políticas institucionais, converge para as transformações necessárias à formação de produtores de conhecimento e inovação, associada à proliferação de tecnologias da informação (BERNARDES; ANDREASSI, 2007).

No ambiente interno, as redes de relacionamentos se desenvolvem por meio do conhecimento colaborativo entre pesquisadores, projetos de pesquisa e departamentos. As relações se estabelecem por meio de redes de informações e conhecimento, financiament



dos projetos e contato com novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) para um maior desempenho, em termos de tempo e resultados. Assim, a sua vantagem está na capacidade de relacionar ações complexas como pontes entre projetos e departamentos com maior produtividade para todos os projetos relacionados a essa rede (MOTE, 2005; HAGE et al., 2008; BUENO; BALESTRIN, 2012; GUEDES, 2012; PITASSI, 2012; DA COSTA; PORTO, 2013; DA COSTA; PORTO, 2014; VIGORENA; DA CUNHA, 2013; SCHREIBER, 2015; FACCIN; BALESTRIN, 2015; MACCOMACK; MISHRA, 2015; MISHRA; CHANDRASEKARAN; MACCORMACK, 2015; THEIS; SCHREIBER, 2015).

Pode-se identificar também que a pesquisa no Brasil aborda a gestão compartilhada entre instituições públicas de pesquisa e empresas, estabelecendo relações de parceria e cooperação entre universidade-empresa e poder local, como foi o caso de sucesso da integração colaborativa entre a UFRN, Petrobras e o poder público local (POLETTI, 2011), também, o caso da Universidade de Brasília e a Companhia Energética de Brasília (DANTAS, 2015). Nesse cenário, destaca-se a formação de redes de relacionamentos colaborativos e de parcerias internas e/ou interinstitucionais que se caracterizam como ação estratégica para gestão de *network*, com objetivo de tornar fluidas as relações no interior e entre organizações no âmbito nacional e internacional, assim como obter acesso a dados, informações, conhecimentos, competências específicas e recursos através de equipes multifuncionais.

O escritório de gestão dos projetos de pesquisa vem se destacando como uma inovação gerencial<sup>5</sup> para o desenvolvimento de tecnologias, como por exemplo: “aeroespaciais, telecomunicação e defesa, além de grandes obras, projetos estatais, e possivelmente aplicada em diversas outras áreas do conhecimento como educação” (DELA RICCI JUNQUEIRA; BEZERRA; PASSADOR, 2015). A literatura conceitua a ferramenta de gestão de projetos como ações e processos direcionados a alcançar os objetivos institucionais com a qualidade estabelecida, de acordo com o prazo estabelecido e o orçamento disponibilizado para tal fim (MENEZES, 2009). Por isso, algumas iniciativas de organizações brasileiras se destacam no sentido de incentivar a introdução desse instrumento de gestão nas instituições que promovem o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica. Assim, os arranjos organizacionais apresentam-se como alternativas estruturantes para avançar no conhecimento científico e tecnológico nas instituições de pesquisa em níveis nacional e internacional.

## **4.2 Liderança: aprendizado coletivo, autonomia e integração, orientação e suporte e trabalho em grupo**

No âmbito da gestão de pessoas destacam-se as ações de liderança no desenvolvimento e na gestão dos projetos de pesquisa que são práticas gerenciais capazes de envolver a complexidade e integração entre as diversas especialidades nos

<sup>5</sup> Pode-se inferir que a inovação gerencial é um ato decisório na introdução de novos instrumentos e processos de gestão capazes de promover a maximização dos resultados nas organizações públicas (MENDES, 2000, p. 35).

departamentos e projetos de pesquisa. O exemplo do pioneirismo da FAPESP para a promoção da liderança no âmbito da gestão de P&D, dá-se mediante desenvolvimento de ações de estímulo ao treinamento de profissionais especializados para a criação de equipes especializadas de apoio institucional aos pesquisadores (DELA RICCI JUNQUEIRA; BEZERRA; PASSADOR, 2015).

Nesse sentido, as principais características de liderança desejáveis para alcançar os resultados estratégicos são: o incentivo à cultura da aprendizagem coletiva, a autonomia das equipes e sua integração, da orientação, do suporte, da capacidade de trabalhar em grupo. Assim, por meio dessas competências, obtém-se máximo aproveitamento da motivação para submeter projetos e angariar mais recursos, além disso, nutre-se a criatividade e contribui-se para o bom desempenho dos resultados das pesquisas (HAGE et al., 2008; CHANDRASEKARAN; MISHRA, 2012; SCHREIBER, 2015).

### **4.3 Práticas gerenciais em P&D: planos estratégicos, gestão de riscos, alinhamento estratégico, gestão do conhecimento e gestão de portfólio**

A principais práticas tradicionais nas de gestão de P&D são assim caracterizadas: os planos estratégicos que podem ser entendidos como ferramentas de gestão aplicada à gestão para construções de cenários, mediante identificação de potencialidades e riscos, subsidiando as decisões estratégicas para aproveitamento das oportunidades e mitigação das ameaças. Tais instrumentos se caracterizam pela adoção de planos, mediante flexibilização das decisões gerenciais, objetivando o desenvolvimento dos projetos de pesquisa (PENTEADO, et al., 2014; WANG; WANG; WU, 2015).

A literatura sugere uma metodologia para o planejamento em projetos de P&D mediante aplicação de três estágios, quais sejam: a identificação das oportunidades dos ambientes internos e externos, o desenvolvimento das potencialidades, assim como a avaliação de oportunidades e monitoramentos (LEE, et al., 2011; MARAFON, et al., 2012; VALMORBIDA et al., 2014). Para a identificação das oportunidades dos ambientes visando contribuir com as perspectivas socioeconômicas, as quais estão inseridas as Instituições de pesquisa (QUENTAL; GADELHA, 2000). Em seguida, essa última fase relacionada ao controle e, de acordo com os preceitos da teoria econômica e dos estudos de Chao e Kavadias (2013), identifica-se a necessidade de criar uma métrica de desempenho, com base na relação entre o grau de investimento e o volume das vendas, por considerar um estudo em nível de organizações privadas. Todavia, tal instrumento de medida será adaptado a essa pesquisa para identificar a adoção institucional dessa ferramenta de gestão.

A gestão de risco nos projetos de pesquisa científica, tecnológica e inovação consiste em identificar e gerir as ameaças relacionadas aos impactos das mudanças no ambiente e da imprevisibilidade dos resultados indesejados na gestão da pesquisa científica tecnológica e inovação. Por isso, tais inconsistências são passíveis de monitoramento por

meio de instrumentos de medição dos resultados (WANG; LIN; HUANG, 2010; SAITO et al., 2013).

Nesse contexto, destaca-se no ambiente interno a característica do alinhamento estratégico mediante a interdependência entre os projetos e a orientação estratégica na alocação de recursos, que pode ser entendida como a decisão estratégica de inter-relacionar projetos com execuções simultâneas, objetivando a otimização dos resultados dessas investigações mediante a gestão de portfólios de projetos nas organizações de alta tecnologia (VERMA; SINHA, 2002; VERMA; MISHRA; SINHA, 2011; SAITO et al., 2013; VIGORENA; DA CUNHA, 2013; CARVALHO et al., 2015).

A ação estratégica do sistema de gestão do conhecimento organizacional, que se caracteriza por ser um instrumento desenvolvido para recuperar, armazenar em banco de dados específicos, e, também, a disseminação, a integração do conhecimento resultante das informações produzidas pelos projetos de pesquisa e inovação nas organizações, Por isso, a integração do sistema de gestão do conhecimento com a gestão de P&D, por meio da utilização dos sistemas de informação, apresenta-se como ferramenta gerencial estratégica (PARK; KIM, 2005; JORDAN et al., 2005; PARK, KIM, 2006; SCHREIBER, 2015).

Para agrupar essas ações estratégicas de interdependência e alocar recursos, utiliza-se o gerenciamento de portfólio de projetos de pesquisas (gestão de portfólio) que se dá entre a investigação básica e a aplicada<sup>6</sup>, como também, entre diversas especialidades. Nesse sentido, as instituições são diferenciadas no agrupamento dessas carteiras de projetos, seguindo a estratégia de portfólio adotada de acordo com o planejamento e as diretrizes organizacionais (LIAO; GREENFIELD, 1998). Essa estratégia objetiva criar um ambiente institucional de parceria e integração entre os departamentos, projetos e grupos de pesquisa para a maximização dos resultados.

#### **4.4 Proposição da síntese do quadro teórico: dimensões e categorias**

Os resultados obtidos da revisão da literatura possibilitaram inferir um conjunto de conceitos e dimensões teóricas que fundamentaram a construção da síntese do quadro teórico com as dimensões e categorias de análise de acordo com a Figura 1.

---

<sup>6</sup> A pesquisa básica pode ser entendida como uma fase teórica ou experimental de desenvolvimento de novos conhecimentos com expectativa de resultados em longo prazo. Já em relação à pesquisa aplicada, considerada como uma fase posterior aos avanços do conhecimento teórico comprovados pela investigação básica, o seu desenvolvimento se dá por meio de soluções técnico-científicas para o melhoramento e/ou o desenvolvimento de serviços, produtos e/ou modelos de negócios (LIAO; GREENFIELD, 1998).

<b>Abordagem Teórica</b>	<b>Conceitos Teóricos</b>	<b>Dimensões</b>	<b>Categorias</b>	<b>Referências teóricas</b>		
<b>Abordagem do Novo Gerencialismo e o Princípio da Eficiência Administrativa</b>	<b>Gestão de P&amp;D</b>	<b>Arranjos Organizacionais</b>	01	Ações da Política institucional	MOTE, 2005; HAGE et al., 2008; BUENO; BALESTRIN, 2012; GUEDES, 2012; PITASSI, 2012; DA COSTA; PORTO, 2014; VIGORENA; DA CUNHA, 2013; FACCIN; BALESTRIN, 2015; MACCOMACK; MISHRA, 2015; CHANDRASEKARAN; MACCORMACK, 2015; THEIS; SCHREIBER, 2015; DANTAS, 2015; DELA RICCI JUNQUEIRA; BEZERRA; PASSADOR, 2015; MENEZES, 2009.	
			02	Redes de relacionamento		
			03	Núcleo de apoio à gestão de projetos		
		<b>Liderança</b>	04	Aprendizado coletivo		HAGE et al., 2008; CHANDRASEKARAN; MISHRA, 2012; SCHREIBER, 2015.
			05	Autonomia e integração		
			06	Orientação e suporte		
	<b>Práticas gerenciais em P&amp;D</b>		07	Trabalho em grupo	PARK; KIM, 2005; JORDAN et al., 2005; PARK, KIM, 2006; SCHREIBER, 2015; PENTEADO, et al., 2014; WANG; WANG; WU, 2015; LEE, et al., 2011; MARAFON et al., 2012; VALMORBIDA et al., 2014; CHAO; KAVADIAS, 2013; WANG; LIN; HUANG, 2010; SAITO et al., 2013; VERMA; SINHA, 2002; VERMA; MISHRA; SINHA, 2011; SAITO et al., 2013; VIGORENA; DA CUNHA, 2013; CARVALHO et al., 2015; LIAO; GREENFIELD, 1998; MENDES, 2000; SANTANA, 2013; LUKE; KEARINS; VERREYNNE, 2011; MONOBAYEVA; HOWARD, 2015.	
			08	Planos estratégicos		
			09	Gestão de riscos		
			10	Alinhamento estratégico		
			11	Gestão do conhecimento		
			12	Gestão de portfólio		

Figura 1. Síntese do quadro teórico: dimensões e categorias

Fonte: elaboração própria.

Para o seu desenvolvimento levou-se em consideração a revisão da literatura sobre a gestão de P& à luz do novo gerencialismo e do princípio da eficiência administrativa. As dimensões e categorias de análise balizaram-se nos fundamentos teóricos foram assim categorizadas de acordo com a revisão da literatura e a evolução da pesquisa: arranjos organizacionais, liderança na gestão de pesquisa científica, tecnológica e inovação, além das práticas gerenciais adotadas por organizações públicas e privadas, tanto em nível nacional como internacional, conforme ilustrado na Figura 2.

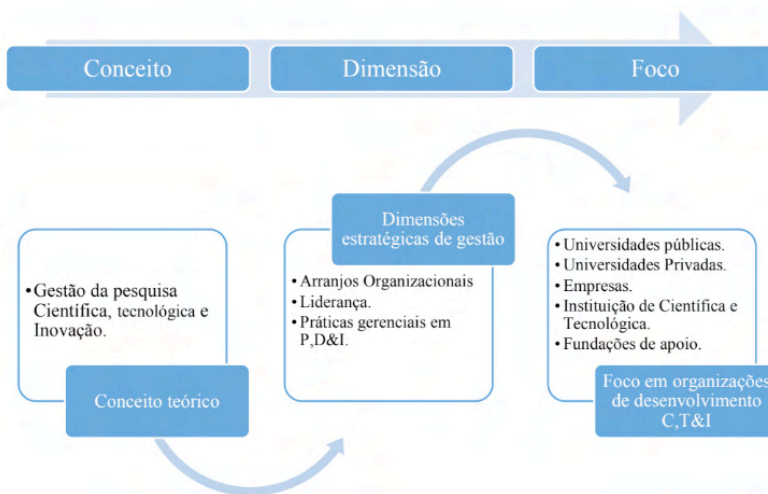


Figura 2. Ilustração da síntese do quadro teórico: conceitos, dimensões e foco.

Fonte: elaboração própria.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução do estudo sobre as principais práticas de gestão da pesquisa científica tecnológica e inovação à luz do novo gerencialismo e do princípio da eficiência administrativa apresentam-se categorizadas a partir das dimensões: arranjos organizacionais, liderança e práticas gerenciais em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Nesse estudo pode-se evidenciar o desenvolvimento da abordagem do novo gerencialismo e do princípio da eficiência na gestão dos recursos e organizações públicas no âmbito internacional e nacional por meio da introdução das melhores práticas de gestão para criar um ambiente favorável à maior eficiência nas organizações que promovem as políticas públicas de pesquisa científica, tecnológica e inovação no Brasil (MENDES, 2000; ASHRAF; UDDIN, 2015; COLON; GUÉRIN-SCHNEIDER, 2015). Assim, a partir da revisão da literatura percebeu-se uma evolução no desenvolvimento da pesquisa sobre a gestão da pesquisa científica, tecnológica e inovação no âmbito internacional.

As principais contribuições dessa pesquisa são teóricas e práticas. No campo teórico, a revisão da literatura aponta lacunas, pois os estudos sobre a gestão da pesquisa científica, tecnológica e inovação, conduzidos no âmbito internacional, concentram-se em organizações privadas e direcionadas ao desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada. No âmbito nacional o foco da literatura são as instituições públicas, caracterizando-as de acordo com as especificidades do financiamento público e que apresentam dificuldade na execução orçamentária, além de possuírem instrumentos rudimentares de gestão. Em ambas, os resultados das revisões da literatura não foram constatados pesquisas anteriores que abordassem o novo gerencialismo e o princípio da eficiência administrativa. Assim,

por meio desta pesquisa desenvolveu-se a síntese do quadro teórico, de acordo com as dimensões e categorias da revisão da literatura sobre a gestão de P&D à luz do novo gerencialismo e do princípio da eficiência administrativa, como proposição para estudos futuros com foco nas organizações promotoras do desenvolvimento em pesquisa científica tecnológica e inovação apoiadas e fomentadas com recursos públicos.

No âmbito prático esse trabalho contribui para a análise categorizada da gestão da pesquisa científica, tecnológica e inovação nas organizações apoiadas e fomentadas com recursos públicos: universidades públicas e privadas, fundações de apoio e instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e empresas que desenvolvem pesquisa e inovação. Como também contribui para o aprendizado por meio do desenvolvimento e caracterização das ferramentas de gestão tradicionais e as práticas inovadoras aplicadas à gestão da pesquisa científica, tecnológica e inovação. Tais instrumentos são estratégicos para a qualificação profissional de alto nível e para o uso eficiente do tempo e para execução dos recursos orçamentários e financeiros de apoio e financiamento pesquisa.

A limitação dessa pesquisa concentrou-se na revisão da literatura para o desenvolvimento deste ensaio teórico, pois a partir da proposição da síntese do quadro teórico de análise, de conforme suas dimensões e categorias, suscitam validação e ampliação dessa pesquisa por meio da utilização de outras abordagens e estratégias metodológicas, como também a sua aplicação nas organizações apoiadas e fomentadas com recursos públicos. Assim, propõe-se a realização de estudos futuros para a validação dos instrumentos de análise e síntese do quadro teórico da gestão de P&D.

Com isso, espera-se contribuir em termos teóricos e práticos para o desenvolvimento de novos conhecimentos fundamentados na teoria para a análise, o desenvolvimento e a aplicação na gestão da pesquisa científica, tecnológica e inovação à luz do novo gerencialismo e do princípio da eficiência administrativa

## REFERÊNCIAS

ASHRAF, Junaid; UDDIN, Shahzad. New public management, cost savings and regressive effects: a case from a less developed country. **Critical Perspectives on Accounting**, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1045235415000866>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

BATISTA JÚNIOR, O. A. **Princípio constitucional da eficiência administrativa**. Belo Horizonte: Fórum, 2012.

BERNARDES, R.; ANDREASSI, T. **Inovação em serviços intensivos em conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 19, de 04 de junho de 1998. Modifica o regime e dispõe sobre princípios e normas da Administração Pública, servidores e agentes políticos, controle de despesas e finanças públicas e custeio de atividades a cargo do Distrito Federal, e dá outras providências. **Emenda Constitucional nº 19, de 04 jul. 1998**. Brasília, DF, 05 jun. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc19.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc19.htm)>. Acesso em: 09 abr. 2015.

BUENO, Bruna; BALESTRIN, Alsones. Inovação colaborativa: uma abordagem aberta no desenvolvimento de novos produtos. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 52, nº 5, p. 517-530, 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/viewArticle/30418>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

CARVALHO, Ruy de Quadros Carvalho et al. Gestão de P&D+ i em uma Empresa Pública do Setor Elétrico Brasileiro: decisão estratégica ou imposição regulatória? **Gestão pública: práticas e desafios**, v. 5, nº 1, 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/gestaopublica/article/view/1715>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

DA SILVA, José Afonso. **Curso de direito constitucional positivo**. São Paulo: Malheiros, 2009.

DELA RICCI JUNQUEIRA, M., BEZERRA, R., PASSADOR, C. O Escritório de Gestão de Projetos de Pesquisa como uma Inovação Organizacional nas Universidades. **GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, Local de publicação (editar no plug-in de tradução o arquivo da citação ABNT), 5, mar. 2015. Disponível em: <<http://revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/548>>. Acesso em: 02 Jan. 2016.

CEPIK, Marco; CANABARRO, Diego Rafael; POSSAMAI, Ana Júlia. Do Novo Gerencialismo Público à Governança da Era Digital. In: **Governança de TI: transformando a administração pública no Brasil**. v. 20, Porto Alegre, WS Editor, 2010.

CHAO, Raul O.; KAVADIAS, Spyros. R&D intensity and the new product development portfolio. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 60, nº 4, p. 664-675, 2013. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6512580](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6512580)>. Acesso em: 25 out. 2015.

CHANDRASEKARAN, Aravind; MISHRA, Anant. Task design, team context, and psychological safety: An empirical analysis of R&D projects in high technology organizations. **Production and Operations Management**, v. 21, nº 6, p. 977-996, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/257942007\\_Task\\_Design\\_Team\\_Context\\_and\\_Psychological\\_Safety\\_in\\_RD\\_Projects](https://www.researchgate.net/publication/257942007_Task_Design_Team_Context_and_Psychological_Safety_in_RD_Projects)>. Acesso em 19 dez. 2015.

COLOMO-PALACIOS, Ricardo et al. A case analysis of semantic Technologies for R&D intermediation information management. **International Journal of Information Management**, v. 30, nº 5, p. 465-469, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401210000861>> Acesso em: 16 dez. 2015.

COLON, Marine; GUÉRIN-SCHNEIDER, Lætitia. The reform of New Public Management and the creation of public values: compatible processes? An empirical analysis of public water utilities. **International Review of Administrative Sciences**, p. 0020852314568837, 2015. Disponível em: <10.1177/0020852314568837>. Acesso em: 02 jan. 2016.

DA COSTA, Priscila Rezende; PORTO, Geciane Silveira. Elementos tecnológicos determinantes das capacidades dinâmicas de inovação e cooperação: um estudo com as multinacionais brasileiras. **Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM)**, v. 13, nº 3, p. 77-93, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaiberoamericana.org/ojs/index.php/ibero/article/view/2014>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

DANTAS, Lucas Alves da Nóbrega Alberto. **Convergência ou não convergência: a política de P&D do setor elétrico e a parceria universidade empresa**. 2015. 116 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Políticas Públicas) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/18360>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

DJERF-PIERRE, Monika; EKSTRÖM, Mats; JOHANSSON, Bengt. Policy failure or moral scandal? Political accountability, journalism and new public management. **Media, Culture & Society**, v. 35, nº 8, p. 960-976, 2013. Disponível em: <<http://mcs.sagepub.com/content/35/8/960.short>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

FACCIN, Kadigja; BALESTRIN, Alsones. Práticas Colaborativas em P&D: Um Estudo na Indústria Brasileira de Semicondutores. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, nº 6, 2015. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/RAM/article/view/7361>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

GUEDES, Luis Fernando Ascensão. **Coordenação intraorganizacional de centros de P&D globalmente dispersos**. 2012. 240 f. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-02052012-202903/>>. Acesso em: 21 set. 2015.

GÜLTEKIN, Sebahattin<sup>o</sup> New public management: is it really new? **International Journal of Human Sciences**, v. 8, nº 2, p. 343-358, 2011. Disponível em: <<http://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/1797>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

HAGE, Jerald et al. Designing and facilitating collaboration in R&D: A case study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 25, nº 4, p. 256-268, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092347480800043X>>. Acesso em: 25 out. 2015.

JORDAN, Gretchen, B. et al. Investigating differences among research projects and implications for managers. **R&D Management**, v. 35, nº 5, p. 501-511, 2005. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=857756](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=857756)>. Acesso em: 22 dez. 2015.

LIAO, Zipi; GREENFIELD, Paul F. Corporate R&D strategy portfolio in Japanese and Australian technology-based firms: an empirical stud. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 45, nº 4, p. 323-330, 1998. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=728571](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=728571)>. Acesso em: 25 out. 2015.

LEE, Hakyeon et al. R&D performance monitoring, evaluation, and management system: a model and methods. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 8, nº 02, p. 295-313, 2011. Disponível em: <<http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.142/S021987701100230>>. Acesso em: 25 dez. 2015.

LEE, Bill. New public management, accounting, regulators and moral panics. **International Journal of Public Sector Management**, v. 25, nº 3, p. 192-202, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09513551211224243>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

LUKE, Belinda; KEARINS, Kate; VERREYNNE, Martie-Louise. The risks and returns of new public management: political business. **International Journal of Public Sector Management**, v. 24, nº 4, p. 325-355, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/0951355111133489>>. Acesso em: 02 jan. 2011.

MACCOMACK, A.; MISHRA, A. Managing the performance trad-offs parther integration: Implications of contract choice in R&D Projects. **Production and Operations Management**, v. 24, nº 10, p. 1552-1569, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/poms.12374/abstract>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

MARAFON, Alysson Diego. **Avaliação de desempenho da gestão de P&D**. 2013. 388 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106832>>. Acesso em: 21 set. 2015.



MARAFON, Alysso Diego et al. The implications of R & D management for organisational effectiveness: a literature review. In: **Technology Management Conference (ITMC)**, IEEE, 2012. p. 202-211. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6306380&tag=1](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6306380&tag=1)>. Acesso em: 25 out. 2015.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de gestão pública contemporânea**. São Paulo: Atlas, 2010b.

MAROY, Christian et al. Nova gestão pública e educação: a trajetória da política do Quebec de "gestão orientada por resultados". **Educ. Soc.**, Campinas, v. 36, nº 132, p. 801-818, set. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/ES0101-73302015152427>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

MENDES, Vera Lúcia Peixoto S.; TEIXEIRA, Francisco Lima. O novo gerencialismo e os desafios para a administração pública. **Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**. Florianópolis, SC, Brasil, v. 24, 2000.

MENDES, V. L. **Inovação gerencial na administração pública**: um estudo na esfera Municipal no Brasil. 2000. 325 f. Tese (Doutorado em Administração) – Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

MENEZES, Luís Cesar de Moura. **Gestão de projetos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MISHRA, Anant; CHANDRASEKARAN, Aravind; MACCORMACK, Alanº Collaboration in multi-partner R&D projects: The impact of partnering scale and scope. **Journal of Operations Management**, v. 33, p. 1-14, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696314000679>>. Acesso em: 25 out. 2015.

MONOBAYEVA, Agipa; HOWARD, Cosmo. Are Post-Soviet Republics Ready for the New Public Management? The Case of Educational Modernization in Kazakhstanº **International Journal of Public Sector Management**, v. 28, nº 2, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/IJPSM-08-2014-0102>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

MOTE, Jonathon E. R&D ecology: using 2-mode network analysis to explore complexity in R&D environments. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 22, nº 1, p. 93-111, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923474804000700>>. Acesso em: 25 out. 2015.

NAVARRA, Diego D.; CORNFORD, Tony. The state and democracy after new public management: Exploring alternative models of e-governance. **The Information Society**, v. 28, nº 1, p. 37-45, 2012. Disponível em: <<http://10.1080/01972243.2012.632264>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

PARK, Yongtae; KIM, Seonwoo. Linkage between knowledge management and R&D management. **Journal of knowledge management**, v. 9, nº 4, p. 34-44, 2005. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/13673270510610314>>. Acesso em: 25 out. 2015.

PARK, Yongtae; KIM, Seonwoo. Knowledge management system for fourth generation R&D: KNOWVATIONº **Technovation**, v. 26, nº 5, p. 595-602, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497204001877>>. Acesso em: 25 out. 2015.

PENTEADO, MI de O. et al. A trajetória do planejamento da pesquisa na Embrapa. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/986015>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

PITASSI, Claudio. A virtualidade nas estratégias de inovação aberta: proposta de articulação conceitual. **Revista de Administração Pública**, v. 46, nº 2, p. 619-641, 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewArticle/7101>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

POLETTI, Carlos Alberto. **Gestão compartilhada de P&D em petróleo**: a interação entre a Petrobrás e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2011. 185 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia do Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/13014>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

QUENTAL, Cristiane; GADELHA, Carlos. Incorporação de demandas e gestão de P&D em institutos de pesquisa. **Revista de Administração Pública**, v. 34, nº 1, p. 57-78, 2000. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewArticle/6253>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

REZENDE, Adriano Alves de; CORRÊA, Carolina Rodrigues; DANIEL, Lindomar Pegorini. Os impactos da política de inovação tecnológica nas universidades federais: uma análise das instituições mineiras. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 12, nº 1, p.100-131, 2013.

SAITO, Osmar Mitsuo et al. Desafios para estratégia e gestão de centros de P&D de multinacionais em mercados emergentes: uma abordagem pela perspectiva de uma matriz alemã do setor químico. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 12, nº 1, p. 54-83, 2013. Disponível em: <<http://revistaiberoamericana.org/ojs/index.php/ibero/article/view/1843>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

SCHREIBER, Dusan. A influência da cultura organizacional sobre a gestão do conhecimento em p&d. **Gestão & Planejamento-G&P**, v. 16, nº 2, 2015. Disponível em: <<http://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/3529>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

SIMONET, Daniel. Assessment of new public management in health care: the French case. **Health Research Policy and Systems**, v. 12, nº 1, p. 57, 2014. Disponível em: <<http://www.health-policy-systems.com/content/12/1/57>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

TAVARES, André Ramos. **Curso de direito constitucional**. 13. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2015.

THEIS, Vanessa; SCHREIBER, Dusan. A inovação e as alternativas de realizar as atividades em p&d: estudo de caso da braskem. **Gestão Contemporânea**, nº 2, 2015. Disponível em: <<http://seer4.fapa.com.br/index.php/arquivo/article/view/334>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

VALMORBIDA, Sandra Mara lesbik et al. Avaliação de desempenho para auxílio na gestão de universidades públicas: análise da literatura para identificação de oportunidades de pesquisas. **Contabilidade, Gestão e Governança**, v. 17, nº 3, 2014. Disponível em: <<http://www.cgg-amg.unb.br/index.php/contabil/article/view/520>>. Acesso em: 04 janº 2016.

VERMA, Devesh; SINHA, Kingshuk K. Toward a theory of project interdependencies in high tech R&D environments. **Journal of Operations Management**, v. 20, nº 5, p. 451-468, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696302000244>>. Acesso em: 25 out. 2015.

VERMA, Devesh; MISHRA, Anant; SINHA, Kingshuk K. The development and application of a process model for R&D project management in a high tech firm: a field study. **Journal of Operations Management**, v. 29, nº 5, p. 462-476, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696310000951>>. Acesso em: 13 out. 2015.

VIGORENA, Débora Andrea Liessem; DA CUNHA, Sieglinde Kindl. O Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento–LACTEC: uma análise sobre a gestão de P&D e as principais políticas brasileiras de C&T&I. **Biblioteca Digital de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica**, v. 1, nº 1, 2013. Disponível em: <<http://www.altec-dl.org/index.php/altec/article/view/1843>>. Acesso em: 04 janº 2016.

WANG, Juite; LIN, Willie; HUANG, Yu-Hsiang. A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects. **Technovation**, v. 30, nº 11, p. 601-611, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497210000854>>. Acesso em: 25 out. 2015.

WANG, Juite; WANG, C.-Y.; WU, Cheng-Yo. A real options framework for R&D planning in technology-based firms. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 35, p. 93-114, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923474814000666>>. Acesso em: 25 out. 2015.

## RESÍDUOS DE PESTICIDAS EM ALIMENTOS: CONTEXTUALIZAÇÃO E AS APLICAÇÕES DE TÉCNICAS ELETROANALÍTICAS

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/1110662656655244>

### 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:

- 1° 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;
- 2° 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;
- 3° 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;
- 4° 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.

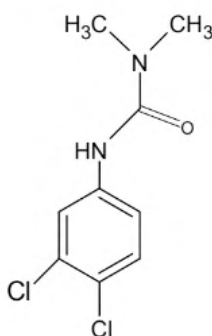


Figura 1 - Estrutura química do herbicida diuron.

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 significant (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 DL<sub>50</sub> oral (dose letal mediana) em ratos é de 3400 mg kg<sup>-1</sup>, sendo o diuron então enquadrado como medianamente tóxico (classe II) segundo a classificação dos agrotóxicos com base na DL<sub>50</sub> 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.

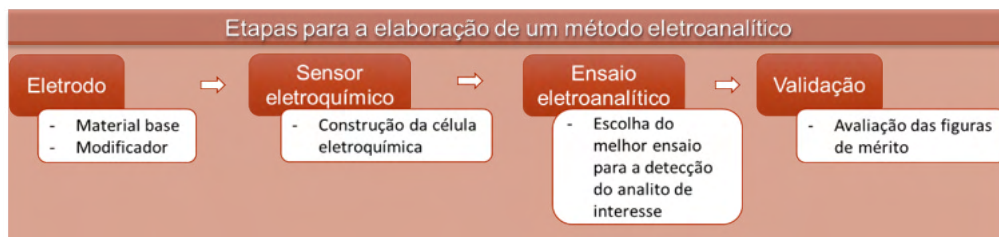


Figura 2 – Principais etapas para o desenvolvimento de um método eletroanalítico.

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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tomates	Voltametria cíclica	2,83 ng mL <sup>-1</sup> 12,1 nM	8,5 ng mL <sup>-1</sup> 36,5 nM	2,80 ng mL <sup>-1</sup>	(ANNU et al., 2020)
Grafite modificado com p-fenilenodiamina	Amostra de água	Voltametria de pulso diferencial	43,43 µM	131,62 µM	****	(ÖNDEŞ; SOYSAL, 2019)
Carbono vítreo modificado com Nafion, AuNPs** e RGO***	Extrato alcóolico de chá seco	Voltametria de pulso diferencial	4,1×10 <sup>-13</sup> 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 <sup>-1</sup> 85,8 nM	NC*	****	(MORAWSKI et al., 2020)
SiO <sub>2</sub> 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](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 SiO<sub>2</sub>@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, 1, 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, 3

## **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](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

Desenvolvimento tecnológico,  
**CIÊNCIA E INOVAÇÃO**

---



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

Desenvolvimento tecnológico,  
**CIÊNCIA E INOVAÇÃO**

---