

PROFESSIONAL DOCTORATES IN BIOTECHNOLOGY: MAPPING AND TRENDS IN WORLD-CLASS UNIVERSITIES CONTEXTUALIZED IN INTERNATIONAL ACADEMIC RANKINGS

A. J. FRUCHI*, A. I. CALDERÓN

Pontifícia Universidade Católica de Campinas
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6842-6524>*
andre.fruchi@faccamp.br*

Submetido 14/01/2024 - Aceito 1/7/2024

DOI: 10.15628/holos.2024.17220

ABSTRACT

Considering the recent operation of the first professional doctorates in Biotechnology (PDBs) in Brazil, starting in 2019, and the Brazilian government's efforts to boost priority areas for the country's scientific and technological development, this article aims to identify whether PDBs are courses commonly offered by the main universities in the world and analyze the trends of this type of doctorate in World-Class Universities (WCUs). The indicators adopted for the analysis of DPB were divided

into two groups: a) mapping the geopolitics of DPB and b) characterization of the courses. This is an exploratory, analytical-descriptive, bibliographic and documentary study that could potentially support the expansion of PDBs in Brazil. Among other trends, the study demonstrated a reduced number of PDBs among the WCUs researched and showed that PDBs are a type of doctoral training of relatively recent creation worldwide.

KEYWORDS: Doctorate, Academic Doctorate, Professional Doctorate, Professional Doctorate in Biotechnology, Academic Doctorate in Biotechnology.

DOUTORADOS PROFISSIONAIS EM BIOTECNOLOGIA: MAPEAMENTO E TENDÊNCIAS EM UNIVERSIDADES DE CLASSE MUNDIAL CONTEXTUALIZADAS NOS RANKINGS ACADÊMICOS INTERNACIONAIS

RESUMO

Considerando o recente funcionamento dos primeiros doutorados profissionais em Biotecnologia (DPB) no Brasil, a partir de 2019, e ainda os esforços do governo brasileiro para impulsionar as áreas prioritárias para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, o objetivo deste artigo foi identificar se os DPB são cursos comumente oferecidos pelas principais universidades do mundo e analisar as tendências desse tipo de doutorado nas chamadas Universidades de Classe Mundial (UCM). Os indicadores adotados para a análise dos DPB foram

divididos em dois grupos: a) mapeamento da geopolítica dos DPB e b) caracterização dos cursos. É um estudo de natureza exploratória, analítico-descritiva, bibliográfica e documental, com o potencial de poder subsidiar a expansão dos DPB no país. Entre outras tendências, o estudo demonstrou o reduzido número de DPB entre as UCM pesquisadas, bem como o fato de também ser uma modalidade de formação doutoral de relativa recente criação em âmbito mundial.

PALAVRAS-CHAVE: Doutorado, Doutorado Acadêmico, Doutorado Profissional, Doutorado Profissional em Biotecnologia, Doutorado Acadêmico em Biotecnologia.



1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o título acadêmico mais elevado concedido nas universidades é o PhD, do latim Philosophiae Doctor. Desde a consolidação do modelo de universidade alemã, no século XIX, esse título focou-se no campo da pesquisa científica, sendo tradicionalmente denominado doutorado acadêmico ou doutorado de pesquisa (Vieira Alves, 2022).

A expansão do doutorado profissional, como modelo de formação doutoral com o mesmo nível de importância e equivalência que o PhD, tem gerado inúmeros debates não somente no meio acadêmico, mas também no âmbito da formulação das políticas universitárias de diversos países do mundo, como, por exemplo, Brasil e México, únicos países da Ibero-América que possuem legislações voltadas para a criação dos doutorados profissionais em seus sistemas de educação superior (Fruchi et al., 2024).

De acordo com Bourner, Bowden e Laing (2001), apesar do doutorado profissional ter surgido nos Estados Unidos em 1921, na Universidade de Harvard, somente a partir do início da década de 1990 observa-se o crescimento exponencial dos doutorados profissionais em diversas universidades do mundo anglo-saxão. Neste período, o doutorado profissional passou a ser visto como uma alternativa de formação doutoral e um modelo educacional focado nas relações entre a universidade, a indústria (ou o local de trabalho) e o exercício profissional (Maxwell, 2003).

Fell, Flint e Haines (2011), afirmam que enquanto o doutorado tradicional é o treinamento para uma carreira em pesquisa (acadêmica) o Doutorado Profissional preocupa-se com o desenvolvimento da prática e da identidade profissional.

O Doutorado Profissional por natureza, preocupa-se com profissionais que desenvolvem seu trabalho até o nível de doutorado, trabalhando em parceria com uma universidade para o desenvolvimento e produção de novos conhecimentos e abordagens inovadoras em seu local de trabalho (Fulton et al., 2012). As novas demandas do mercado exigem que o profissional tenha formação multidisciplinar, habilidade para lidar com diferentes tecnologias, atitudes inovadoras, criativas e que estejam em constante qualificação (Souza & Souza, 2018).

Embora o aumento dos lucros da empresa não seja o objetivo explícito inicial, a formação acadêmica profissional envolvida acaba se tornando benéfica para a organização patrocinadora e em decorrência disto há o aumento produtividade e rendimento econômico (Fulton et al., 2012).

Assim, tendo em vista a junção do ambiente educacional e industrial, observa-se que o DP é um veículo que reúne o estado da arte da prática profissional com teoria acadêmica relevante e aplicada à solução de problemas de trabalho o que gera uma mudança no próprio local de trabalho do aluno (Maxwell 2003, Lee & Brennan, 2000), o DP é interdisciplinar e reconhece que os problemas do mundo real habitam um espaço dinâmico, multifacetado e complexo.

A criação dos doutorados profissionais é relativamente recente se considerarmos em relação a expansão dos programas iniciados no mundo anglófono que ocorreu a partir dos anos noventa e com maior força em inícios dos anos dois mil (Bourner; Bowden; Laing, 2001).

No Brasil, mesmo com o Parecer do CFE (Conselho Federal de Educação) nº 977/65 que já propunha a criação de cursos de pós-graduação voltados para a capacitação profissional (Silva & Del Pino, 2016), foi somente a partir de 2017 essa modalidade doutoral passou a ser reconhecida e regulamentada pelo Ministério da Educação (Brasil, 2017a; Brasil, 2017b).

Na visão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e no intuito de "contribuir para a alavancagem em setores com maiores potencialidades para a aceleração do desenvolvimento econômico e social do Brasil", se faz necessário desenvolver uma ciência aplicada

competitiva, que posicione o país em um lugar estratégico em termos geopolíticos (Brasil, 2020, p. 19). A implantação de cursos de doutorados profissionais consistentes, que realmente contribuam com áreas prioritárias para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, especificamente na área das tecnologias habilitadoras: inteligência artificial, internet das coisas, materiais avançados, biotecnologia e nanotecnologia (Brasil, 2020), vem se constituindo um desafio tanto para o governo, quanto para a indústria e a comunidade acadêmica.

Estes desafios em prol de atender demandas governamentais em áreas consideradas estratégicas, incluindo pressões de alinhamento por parte dos pesquisadores da área de Ciências Humanas, são consideradas, por Silva Junior, Ferreira e Kato (2013, p. 452), como uma nova sociabilidade científica brasileira decorrente, dentre outros fatores, da forte "indução de pesquisas via financiamento e processos avaliativos".

Nessas áreas prioritárias insere-se o estudo da Biotecnologia que, como aponta Faleiro, Andrade e Reis Junior (2011, p. 13), "é um conjunto de técnicas que utiliza os seres vivos, ou parte desses, no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica e (ou) social".

A Biotecnologia, decorre da interação entre a ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética etc.), a ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas, assim como técnicas decorrentes da física e da eletrônica), e outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos). Neste contexto, ela é considerada de uma maneira ampla como uma ciência baseada em conhecimentos multidisciplinares que utiliza agentes biológicos para fazer produtos úteis ou resolver problemas (Malajovich, 2016).

Sendo assim, diante da crescente demanda pelo desenvolvimento de novas tecnologias, o Doutorado Profissional em Biotecnologia (DPB) passa a ser uma solução para formação de novos profissionais, em resposta às crescentes demandas geradas pela indústria 4.0 no Brasil e no Mundo¹.

A Indústria 4.0, assim como a biotecnologia, está alicerçada em tecnologias, objetos inteligentes e internet das coisas a fim de construir sistemas capazes de autogestão, viabilizando maior customização dos produtos sem perder as vantagens da produção em massa (Lasi et al., 2014). A Indústria 4.0 propicia a integração dos humanos e das máquinas, mesmo que em posições geográficas distantes, possibilitando a formação de grandes redes, fornecendo produtos e serviços de forma autônoma (Silva; Santos Filho; Myagi, 2015).

Norteia o presente estudo, a busca de eventuais respostas e/ou dados às seguintes interrogações:

1. Apesar da recente criação, quais são os DPB existentes no Brasil?
2. Quais as tendências em termos de objetivos, área de concentração, tempo integralização, projetos de cooperação com parceiros estratégicos e trabalho final para obtenção do título

¹ As constantes transformações, desenvolvimento do mercado e a crescente competitividade levaram ao surgimento da chamada Quarta Revolução Industrial (Piccarozzi; Aquilani; Gatti, 2018). A quarta revolução industrial é baseada no desenvolvimento de uma produção totalmente automatizada e inteligente, capaz de se comunicar autonomamente com os principais atores corporativos (Li; Hou; Wu, 2017). Esse novo paradigma, denominado de Indústria 4.0, baseia-se na digitalização avançada de fábricas, Internet e em tecnologias orientadas para o futuro (Lasi et al., 2014). Assim, a Indústria 4.0 é um termo genérico para um novo paradigma industrial que abrange um conjunto de desenvolvimentos industriais futuros relacionados às tecnologias facilitadoras (Weyer et al., 2015).

de DPB?

3. Quais são as principais universidades do mundo, legitimadas pelos rankings acadêmicos internacionais, denominadas também como universidades de classe mundial (UCM) (Lourenço; Calderón, 2015; Ganga-Contreras et al., 2020), que ofertam cursos de DPB?
4. Existe um descompasso temporal entre a criação de doutorados profissionais nas UCM em relação às universidades brasileiras?
5. No contexto dos DPB nas UCM, quais são as principais características destes cursos e quais são as principais tendências em termos de convergências e especificidades ao comparar os DPB ofertados pelas diversas UCM?
6. Quais os países de procedência desses cursos, áreas de concentração ou focos temáticos dos cursos ofertados?
7. Quais são as características desses cursos em termos de funcionamento tomando como referência: os critérios para admissão, pré-requisitos, tempo de conclusão, financiamento e parcerias das universidades encontradas?

Nesse cenário, o objetivo do presente artigo é o de estudar, dentro de uma perspectiva comparada, as convergências, especificidades e principais tendências existentes entre as chamadas UCM, legitimadas pelos principais rankings acadêmicos internacionais, na oferta de Doutorados Profissionais na área de Tecnologias Habilitadoras, especificamente na área de Biotecnologia.

A política de incipiente criação e expansão de DPB, justifica a relevância acadêmico-científica deste artigo, cujo caráter aplicado pode potencialmente subsidiar a implementação de DPB no Brasil à luz de experiências de DPB ofertados pelas UCM por meio do exercício do *Benchmarking*. Conceitualmente, conforme Hazelkorn (2019), entende-se por *Benchmarking* o processo de comparação e avaliação da qualidade e desempenho nos países e instituições pares como parte de uma abordagem estratégica ou política para melhoria, destacando-se semelhanças e diferenças pela análise de dados comparáveis ou por meio de mecanismos mais informais.

Em termos metodológicos, trata-se de uma pesquisa essencialmente exploratória, analítico-descritiva. O caráter exploratório se evidencia na medida em que se está investigando um assunto ou tema relativamente novo e pouco estudado, com literatura acadêmica relativamente reduzida, no qual dificilmente pode-se partir a priori de hipóteses mais sólidas e consistentes (Piovesan; Temporini, 1995, p. 319). O forte componente descritivo se evidencia na própria natureza das pesquisas exploratórias (Piovesan; Temporini, 1995, P. 319), que proporcionaram dados que permitiram a realização de análises consistentes.

A natureza exploratória deste estudo se alia à adoção de estratégias de análise no campo da educação comparada. Destacando-se que, conforme Ferreira (2008), a educação comparada é um componente pluridisciplinar das Ciências da Educação que se debruça, comparativamente, sobre dinâmicas do processo educativo considerando contextos diversos definidos em função do tempo e/ou do espaço, de modo a obter conhecimentos que não seriam possíveis alcançar a partir da análise de uma só situação.

Nesse sentido, inicialmente foram realizadas análises compartimentalizadas das unidades a serem comparadas e, posteriormente, cruzamentos horizontais que possibilitaram encontrar convergências, denominadores comuns, bem como diferenças nas abordagens sobre o tema em foco. No estudo sobre os DP adotados pelas UCM foram utilizados os enfoques descritivos e explicativos, descartando qualquer tipo de abordagem subjetivo-impressionista.

Inicialmente, foi realizado levantamento bibliográfico, sobre a produção científica

específica acerca dos DPB. Foram pesquisados bancos de dados nacionais e internacionais, tais como *Scielo – Scientific Electronic Library Online*; *Redalyc – Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*; Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), órgão vinculado ao Ministério da Educação do Brasil, que permite acesso às bases Scopus e Web of Science. A investigação utilizou os seguintes descritores: Doutorado, Doutorado Acadêmico (DAC), Doutorado Profissional (DP), Doutorado Profissional em Biotecnologia (DPB) e Doutorado Acadêmico em Biotecnologia (DACB).

Para a identificação das UCM que serviram de base para o estudo, tomou-se como referência inicialmente as universidades que aparecem de forma concomitante nos três principais rankings internacionais: *Academic Ranking of World Universities (ARWU)*; *Time Higher Education World University Ranking (THE)* e *Quacquarelli Symonds World University Ranking (QS)* (Lourenço; Calderón, 2015; Ganga-Contreras et al., 2020).

A utilização desses três rankings como base deste estudo, deu-se tomando como referência resultados do estudo “Os Rankings nas estratégias e processos institucionais”, primeiro estudo pan-europeu sobre o impacto e influência dos rankings nas instituições europeias de ensino superior (Hazelkorn; Loukkola; Zhang, 2014). Nele, os informantes, gestores das universidades que participaram da pesquisa, destacaram esses três rankings como os “mais influentes ou aqueles que consideram ter o maior impacto sobre elas” (Hazelkorn; Loukkola; Zhang, 2014, p. 26), os quais se concentram “exclusivamente em um seleto grupo de universidades de elite, intensivas em pesquisa, acessíveis apenas a uma pequena fração da população estudantil do ensino pós-secundário” (Hazelkorn; Loukkola; Zhang, 2014, p. 21).

Diante disso, foram selecionadas inicialmente as 45 melhores universidades, de acordo com cada ranking mencionado, tendo como referência o ano de 2022 sendo posteriormente realizada listagem comparativa para identificar as universidades que constam nos três rankings. Considerando o número reduzido de DPB encontrados nas UCM pesquisadas e a fim de esgotamento de dados amostrais, a busca foi estendida para as 100 primeiras universidades do ranking específico sobre Biotecnologia produzido pelo ARWU. Convém destacar que tanto o THE quanto o QS não possuem tabelas classificatórias específicas na área da Biotecnologia.

De posse da lista com as UCM foram realizadas buscas nas páginas eletrônicas de todas as universidades selecionadas, para verificar quais delas ofertam DPB, tendo também como referência os seguintes indicadores analíticos divididos em dois grupos:

- a) Mapeamento da geopolítica dos DPB: Nome das universidades de classe mundial que ofertam o doutorado profissional, país de procedência e nome do curso ofertado.
- b) Caracterização dos cursos: critérios para admissão, pré-requisitos, tempo de conclusão, financiamento e parcerias das universidades encontradas.

Todos os dados que sustentaram os indicadores analíticos mencionados foram obtidos, catalogados e sistematizados a partir de detalhada e criteriosa busca realizada nas páginas eletrônicas de cada uma das UCM que compõem a amostra.

Em todas as buscas foi conferida a qualidade das informações disponíveis nas páginas eletrônicas dos doutorados profissionais ofertados, tomando-se todos os cuidados no que se refere à organização de informações da web e o zelo na seleção das unidades de informação que acabam gerando cadeias documentais. Para analisar e interpretar os dados coletados procedemos à realização de três passos fundamentais: classificar, codificar e tabular.

Os dados que não constavam ou que não apresentavam clareza nas páginas eletrônicas da amostra selecionada, foram solicitados por meio de mensagens eletrônicas a todos os DPB

pesquisados. Todas as informações foram catalogadas conforme os indicadores adotados nesta pesquisa, registrando-se data de início e fim dos diversos momentos da coleta de dados.

Em posse dos dados, iniciou-se exercício comparativo entre DPB, para posteriormente proceder à análise dos dados à luz da literatura contemporânea e da experiência brasileira na implementação dos doutorados profissionais.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os programas de DP são uma realidade em crescente expansão no Brasil. Entretanto, assim como em outras regiões do mundo, persistem ainda importantes discrepâncias na distribuição geográfica dos cursos ofertados. Atualmente, no Brasil, verifica-se um total de 58 cursos de pós-graduação na modalidade DP reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC), dos quais 5,18% (três cursos) encontram-se na região centro-oeste, 18,96% (11 cursos) na região nordeste, 10,35% (seis cursos) na região norte, 41,37% (24 cursos) na região sudeste e 24,14% (14 cursos) na região sul.

Como se pode observar, a maioria dos cursos de DP está concentrada no sudeste e no sul do país, representando 65,51% do total, fato que reflete as assimetrias regionais, bem como a forma como historicamente têm sido distribuídos os cursos de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil. Como é amplamente destacada na literatura acadêmica (Nazareno; Herbetta, 2019) e nos documentos oficiais (Brasil, 2012), no Brasil os cursos de pós-graduação *stricto sensu* estão concentrados em regiões com maior desenvolvimento econômico, apesar dos esforços das políticas públicas de pós-graduação destinadas a atenuar essas assimetrias regionais.

Dentre os 58 cursos de DP disponíveis em território nacional, apenas cinco universidades possuem modalidade doutoral de DPB (Quadro 1), quais sejam: Universidade Estadual De Montes Claros (UNIMONTES) com o curso de Doutorado Profissional em Biotecnologia; Universidade Estadual do Ceará (UECE) com o curso de Biotecnologia em Saúde Humana e Animal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu (UNESP) com o curso de Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica); Universidade Positivo (UP) com o curso de Biotecnologia Industrial e Universidade Potiguar (UNP) com o curso de Biotecnologia da Saúde.

No quadro 1 é possível observar as características dos DPB existentes no Brasil, no período de 2019 a 2023: nome, objetivo, área de concentração, tempo de integralização e trabalho final para obtenção do título de DPB reconhecidos pelo Ministério da Educação no Brasil. Este quadro torna possível a análise de algumas variáveis entre os 5 cursos de DPB disponíveis em território brasileiro.

Quadro 1: Características dos DPB existentes no Brasil (2017-2023) - nome, objetivo, área de concentração, tempo de integralização, projetos de cooperação e trabalho final para obtenção do título de DPB.

Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)	
Nome do curso	Doutorado Profissional em Biotecnologia
Ano de criação	2019
Objetivo	Formação de recursos humanos voltados para o desenvolvimento de atividades científicas para geração de produtos e processos inovadores para indústria de fármacos, de alimentos e de produção de energia
Área de Concentração	Biotecnologia Industrial e Recursos Genéticos
Tempo/Integralização	48 meses
Trabalho final para obtenção do título	Dissertação/Tese
Universidade Estadual do Ceará (UECE)	
Nome do curso	Biotecnologia em Saúde Humana e Animal
Ano de criação	2020
Objetivo	Formação de pessoal qualificado para as atividades relacionadas com o magistério e a pesquisa científica
Área de Concentração	Biotecnologia em Saúde
Tempo/Integralização	48 meses
Trabalho final para obtenção do título	Dissertação/Tese
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu (UNESP-BOT)	
Nome do curso	Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica)
Ano de criação	2019
Objetivo	Propiciar o aprimoramento necessário para o exercício da prática profissional transformadora e de ponta, de forma articulada e integrada.
Área de Concentração	Biotecnologia
Tempo/Integralização	48 meses
Trabalho final para obtenção do título	Dissertação/Tese
Universidade Positivo (UP)	
Nome do curso	Biotecnologia Industrial
Ano de criação	2019
Objetivo	Formar doutores em Biotecnologia e propiciar condições para que profissionais já graduados possam se atualizar científica, pedagógica e profissionalmente.
Área de Concentração	Saúde, Agroalimentar e Ambiental
Tempo/Integralização	48 meses
Trabalho final para obtenção do título	Dissertação/Tese
Universidade Potiguar (UNP)	
Nome do curso	Biotecnologia da Saúde
Ano de criação	2019

Objetivo	Capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de bioprodutos e bioprocessos.
Área de Concentração	Biotecnologia da Saúde
Tempo/Integralização	48 meses
Trabalho final para obtenção do título	Dissertação/Tese

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, em 2023.

Observa-se que os cursos de DPB se focalizam em quatro áreas específicas: Biotecnologia, Biotecnologia humana e animal, Biotecnologia Médica e Biotecnologia Industrial, mostrando-se uma área de estudo versátil e em crescente expansão. No Brasil, nos DPB se pesquisa não somente a Biotecnologia humana, mas também a Biotecnologia animal; não somente a área médica, mas também a área industrial. Em relação a área de concentração de conhecimento fica claro a ampla janela de possibilidades de pesquisa, podendo estar relacionadas à: Biotecnologia Industrial, Recursos Genéticos, Biotecnologia em Saúde, Biotecnologia agroalimentar e Ambiental.

Outra diferença encontrada ocorre em relação ao objetivo das diferentes instituições com DPB. Enquanto a UNIMONTES, UNESP e UNP visam o desenvolvimento de produtos e processos inovadores ligados à prática profissional, a UECE tem como objetivo focal em seu programa a formação de pessoal qualificado para as atividades relacionadas ao magistério e à pesquisa científica. Por outro lado, a UP apresenta uma alternativa, ou síntese, para ambas as situações. Seu objetivo é formar doutores em Biotecnologia, proporcionando condições para que profissionais já graduados possam atualizar-se científica, pedagógica e profissionalmente.

Em exercício comparativo entre as universidades brasileiras que possuem algum curso de DPB observa-se que no Brasil o primeiro DPB surgiu apenas em 2019, ou seja, dezessete anos após a criação dos primeiros DPB em UCM, especificamente no *Imperial College London*, que teve seu doutorado profissional em *Biomedical engineering and industrial biotechnology* criado em 2002 (Quadro 2). Porém, vale destacar que no Brasil, o primeiro mestrado profissional em Biotecnologia foi criado em 2000, dois anos antes do DPB da *Imperial College London*, com o início do funcionamento do mestrado profissional em Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica) da UNESP-BOT.

Em relação ao tempo de integralização dos cursos entre as universidades, não se observou diferença, variando entre no mínimo 24 meses (2 anos) e máximo 48 meses (ou até 4 anos).

Um aspecto que chama atenção nestes 5 cursos de DPB, é o fato de que três delas mencionam explicitamente, em suas páginas web institucionais a existência de projetos de cooperação com instituições não acadêmicas nacionais e estrangeiras:

- Unimontes: Banco do Nordeste, CoopAPI (Cooperativa Agropecuária de Ilícinea), Codeanm (Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente de Montes Claros), Minarvm (Startup P&D em Biotecnologia - Setor Cosméticos) e Petrobras.
- Universidade Estadual do Ceará (UECE): Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI; Cooperativa de Trabalho dos Cirurgiões Gerais do Ceará (COOCIRURGE); Instituto Vital Brazil (IVB); Fundação Oswaldo Cruz – Ceará (FIOCRUZ-CE), Fortaleza-CE; Clinicardio - JAC Métodos e Diagnósticos SS; Centro de Pesquisas em Doenças Hepato Renais do Ceará; Instituto Nacional de Investigação

Agrária e Veterinária, I.P. Avero Portugal e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural Administração Regional do Estado do Ceará SENAR-AR/CE.

- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu (UNESP-BOT); Instituto de Medicina Molecular e com a startup TechnoPhage de Lisboa, Portugal; Laboratoire de Virologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU), Montpellier, France; Centre Interuniversitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux, Université de Toulouse; Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, CNRS le Laboratoire de Génie Chimique, Université Paul Sabatier; com a Universidade de Toronto, Canadá; Institute National de Transfusion Sanguine de Paris INTS; French National Centre for Scientific Research, Roche, Bristol-Myers Squibb e TechnoPhage em Lisboa, Portugal

A respeito da Universidade Positivo (UP) e da Universidade Potiguar (UNP) convém destacar que elas não oferecem em suas páginas eletrônicas institucionais nenhuma informação sobre parcerias com outras instituições.

Outro aspecto a ser ressaltado é que também não houve diferença em relação ao trabalho de conclusão de curso que, em todos os casos, se dá com a entrega e defesa de uma tese, apesar de legalmente existir, no Brasil, liberdade para adotar outros formatos inovadores de trabalho de conclusão de curso (Brasil, 2019). Embora se espere que no DP se desenvolva pesquisa aplicada e não básica como nos DAC, estas instituições ainda mantêm a características dos chamados de DP de primeira geração. Deve-se destacar que, conforme Maxwell (2003), os DP de primeira geração possuem uma série de características muito semelhantes em relação aos DAC, sendo a defesa de uma tese o meio principal para a obtenção do título acadêmico. Já, os DP de segunda geração, se caracterizam, conforme Maxwell (2003), por validar produtos ou resultados do projeto de pesquisa, diferentes da tradicional tese, como forma de trabalho de conclusão de curso, fato que não se evidencia nos DPB existentes no Brasil no momento da pesquisa.

Em relação à realidade mundial à luz dos rankings acadêmicos com maior relevância, citados no início deste artigo, observa-se, na Tabela 1, a relação das 45 universidades com melhor desempenho listadas de acordo com país de origem, universidade, colocação no ranking acadêmico, existência de curso de DACB e/ou curso de DPB.

Tabela 1: Universidades de Classe Mundial que ofertam formação doutoral na área de Biotecnologia divididas por país de origem, universidade, colocação no ranking acadêmico, oferta de doutorado Acadêmico em Biotecnologia e/ou de doutorado Profissional em Biotecnologia.

País	Universidade	THE	QS	ARWU	DACB	DPB
Estados Unidos	Harvard University	2	5	1	Não	Não
Estados Unidos	Stanford University	4	3	2	Sim	Não
Reino Unido	University of Cambridge	5	3	4	Sim	Não
Estados Unidos	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	5	1	3	Não	Não
Estados Unidos	Princeton University	7	20	6	Não	Não
Estados Unidos	Yale University	9	14	11	Não	Não
Estados Unidos	The University of Chicago	10	10	10	Não	Não
Estados Unidos	Columbia University	11	19	8	Não	Não

Reino Unido	Imperial College London	12	7	23	Não	Sim
Suíça	ETH Zurich - Swiss Federal Institute	15	14	20	Não	Não
China	Tsinghua University	16	17	26	Não	Não
Reino Unido	University College London	18	9	18	Não	Não
Estados Unidos	University of Michigan-Ann Arbor	24	23	28	Não	Não
Estados Unidos	Northwestern University	24	30	30	Não	Não
Estados Unidos	University of Washington	29	-	17	Não	Não
Reino Unido	University of Edinburgh	30	16	-	Sim	Não
China	University of Hong Kong	30	22		Não	Não
Reino Unido	University of Oxford	-	2	7	Não	Não
Japão	The University of Tokyo	-	23	24	Não	Não
Canadá	University of Toronto	-	26	22	Não	Não
Estados Unidos	New York University	26	-	25	Não	Não
Estados Unidos	University of California, Los Angeles	20	-	13	Não	Não
Singapura	National University of Singapore	21	11	-	Não	Não
Estados Unidos	Cornell University	22	-	12	Não	Não
China	Peking University	16	18	-	Não	Não
Estados Unidos	Johns Hopkins University	13	25	-	Não	Não
Estados Unidos	University of Pennsylvania	13	13	-	Não	Não
Estados Unidos	University of California, Berkeley	8	-	5	Não	Não
Estados Unidos	California Institute of Technology	2	6	-	Não	Não
Reino Unido	University of Oxford	1	-	-	Não	Não
Estados Unidos	California Institute of Technology	-		9	Sim	Não
França	Paris-Saclay University	-	-	16	Não	Não
Estados Unidos	University of California, San Francisco	-	-	19	Não	Não
Estados Unidos	University of California, San Diego	-	-	21	Não	Não
Estados Unidos	Washington University in St. Louis	-	-	27	Não	Não
Estados Unidos	University of North Carolina at Chapel Hill	-	-	29	Não	Não
Estados Unidos	Duke University	23	-	-	Não	Não
Reino Unido	London School of Economics and Political Science	27	-	-	Não	Não
Estados Unidos	Carnegie Mellon University	27	-	-	Não	Não

Singapura	Nanyang Technological University,	-	12	-	Não	Não
Suíça	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	-	14	-	Não	Sim
Estados Unidos	Cornell University	-	21	-	Não	Não
Canadá	McGill University	-	27	-	Não	Não
Austrália	The Australian National University	-	27	-	Não	Não
Reino Unido	The University of Manchester	-	27	-	Sim	Não

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, em 2023.

Legenda: THE (World University Rankings), QS (Quacquarelli Symonds), Academic Ranking of World Universities (ARWU).

Observa-se que das 45 universidades listadas como de elite, mantém-se uma concentração desigual na distribuição entre os continentes, as universidades em sua maioria se concentram predominantemente na América do norte com 60% (27 universidades), seguido da Europa com 23,44% (11 universidades), Ásia 13,33% (6 universidades) e Oceania com 2,22% (1 universidade).

Outro dado que chama a atenção diz respeito ao número de universidades presentes nos 3 rankings, das 45 universidades analisadas, apenas 14 se fazem presentes nas três tabelas classificatórias. Nesse cenário, destaca-se que, somente *Stanford University* e *University of Cambridge*, possuem programas de DAC em biotecnologia, constando o *Imperial College London* como a única instituição que oferta um programa na área de DPB, focando-se em *Biomedical engineering and industrial biotechnology*.

De modo geral, é possível observar o número reduzido de universidades que dispõem algum programa de DAC voltado à área de biotecnologia, das 45 principais universidades do mundo somente 5 ofertam esse tipo de formação. Em relação aos DPB este número acaba sendo ainda menor com 2 cursos ofertados. Das 45 UCM analisadas apenas o *Imperial College London*, do Reino Unido, e a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, Suíça, ofertam esta modalidade de formação doutoral.

Assim, como já foi mencionado na metodologia da pesquisa realizada, diante do número reduzido de DPB encontrados nas UCM pesquisadas e a fim de chegar a uma saturação amostral, a pesquisa foi estendida para as 100 primeiras universidades no ARWU, o único que apresenta um ranking mundial específico na área de biotecnologia.

Como resultado desta busca, três novos DPB foram encontrados: *University of Helsinki*, (colocação 49), Finlândia, com o Programa de Doutorado em *Microbiology and Biotechnology*; *Université Paris Sciences & Lettres* (colocação 51-75), França, com o programa de *Biotechnology and Neuroscience* e *Universitat Autònoma de Barcelona* (colocação 76-100), Espanha, com o curso de Doutorado em *Biotechnology*. Convém destacar que nesta tabela classificatória também consta o *Imperial College London* (colocação 23), Reino Unido, com o curso de PhD in *Industrial Biotechnology and Bioenergy*, já identificado na primeira busca de DPB e não consta a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, Suíça, ocupante da 140ª colocação no ranking mundial QS, também identificada na primeira busca.

Somando os resultados das duas buscas realizadas encontrou-se um total de 5 UCM ofertantes de DPB, as mesmas que serviram de corpus de análise. A fim de entender as principais características destes cursos realizou-se, em perspectiva comparada, a análise de diversos dados, os quais foram sistematizados no quadro 2 e no quadro 3, a seguir.

Quadro 2: Características das Universidades de Classe Mundial que ofertam Doutorados Profissionais em Biotecnologia divididas por país, universidade, nome do curso, objetivo do curso, áreas de concentração e ano de criação.

País	Universidade	Nome do curso	Objetivo do curso	Áreas de concentração	Ano de Criação
Reino Unido	Imperial College London	Biomedical Engineering and industrial Biotechnology	Desenvolver ou criar diferentes produtos para resolver desafios globais em alimentos, água, e energia, melhorando a saúde e o bem-estar humano.	Saúde, produção farmacêutica, biocombustíveis e bioengenharia.	2002
Suíça	École Polytechnique Fédérale de Lausanne	Biotechnology and Bioengineering	Oferecer aos alunos de doutorado a educação necessária para serem líderes nos setores de rápido crescimento industrial e acadêmico de biotecnologia e bioengenharia.	Genômica e proteômica, engenharia biomolecular e biomateriais, biotecnologia de células-tronco, engenharia de células e processos, engenharia bioquímica, engenharia ortopédica, biomecânica, mecanobiologia, biofísica celular, biologia computacional, imagem biomédica, engenharia molecular, celular e de tecidos.	2005
Finlândia	University of Helsinki	Microbiology and Biotechnology	Desenvolver além da pesquisa básica em microbiologia, pesquisas realizadas em microbiologia aplicada e biotecnologia.	Ciências alimentares, ciências (agricultura e silvicultura) e medicina veterinária.	2020
França	Université Paris Sciences & Lettres	Biotechnology and Neuroscience	Criar um conjunto de jovens investigadores de alto nível com as melhores competências de investigação e inovação no setor da biotecnologia e neurociências.	Doenças neurodegenerativa, desmielinizantes e genéticas.	2015

Espanha	Universitat Autònoma de Barcelona	Biotecnologia	Desenvolvimento de produtos de interesse no volume necessário do ponto de vista industrial.	Engenharia biotecnológica: produção microbiana de enzimas e biocatálise aplicada.	2011
---------	-----------------------------------	---------------	---	---	------

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, em 2023.

No quadro 2, observa-se que os cinco cursos disponíveis dentre as principais universidades analisadas estão localizados em países europeus (Reino Unido, Suíça, Finlândia, França e Espanha).

Um primeiro fato que chama a atenção são as interfaces multidisciplinares e interdisciplinares da área de Biotecnologia com outras áreas do conhecimento. Como se observa no quadro 2, fica evidente as áreas de múltiplas fronteiras que a Biotecnologia estabelece com a neurociência, microbiologia, bioengenharia e engenharia biomédica, tendo um forte suporte no campo das engenharias.

Um segundo fato a destacar são os programas ofertados, enquanto o *Imperial College London* e a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* dispõem de programas voltados para engenharia biomédica, engenharia industrial e bioengenharia, isto é, programas com forte interface com as engenharias, a *University of Helsinki*, a *Université Paris Sciences & Lettres* e a *Universitat Autònoma de Barcelona* concentram sua formação nas áreas de microbiologia, neurociências ou somente biotecnologia geral, respectivamente, com forte concentração nas ciências biológicas e na biotecnologia propriamente dita.

Esses dados permitem constatar: a) a acentuada especialização por Instituição, com enfoques de especialização distintos em seus programas de doutorado profissional; b) a diversidade de campos de estudo revelada pela amplitude de campo de pesquisa e ensino nessas instituições, fato que pode ser atraente para diferentes tipos de estudantes e profissionais que desejam aprimorar suas habilidades em campos específicos; c) as tendências regionais de cidades como centros de inovação tecnológica e áreas de força acadêmica; d) as diversas possibilidades de escolha dos estudantes, dentro do espaço europeu, alinhadas com seus interesses e metas de carreira; e e) o potencial para colaboração interinstitucional, onde pesquisadores e estudantes de diferentes universidades podem se reunir para abordar questões interdisciplinares.

Um terceiro fato diz respeito aos objetivos dos cursos, os quais apresentam importante diversificação entre as universidades, como se destaca a seguir. O *Imperial College London* visa desenvolver ou criar diferentes produtos para resolver o que denominam como desafios globais em alimentos, água, e energia, melhorando a saúde e o bem-estar humano; a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* objetiva oferecer aos alunos de doutorado a educação necessária para se tornarem líderes nos setores de rápido crescimento industrial e acadêmico de biotecnologia e bioengenharia; e a *Université Paris Sciences & Lettres* busca criar um conjunto de jovens investigadores de alto nível com as melhores competências de investigação e inovação no setor da biotecnologia e neurociências.

Ao analisar esses três DPB notam-se objetivos para além das pesquisas básicas e aplicadas propriamente ditas, constata-se discursos que ressaltam: a) o enfoque em solucionar desafios globais, b) a formação de líderes para setores em crescimento e c) formação de investigadores de alto nível com as melhores competências de investigação e inovação.

Por outro lado, ao analisar os objetivos dos DPB da *University of Helsinki* e da *Universitat Autònoma de Barcelona* constata-se a ênfase nas pesquisas básicas e aplicadas a serem realizadas nos âmbitos da área de especialização de cada Programa. No caso da primeira universidade, o objetivo é desenvolver além da pesquisa básica em microbiologia, pesquisas em microbiologia aplicada e biotecnologia. No caso da segunda, objetiva-se desenvolver produtos de interesse no volume necessário do ponto de vista industrial.

Um quarto fato a destacar diz respeito às áreas de concentração dos DPB analisados, constata-se que estas apresentam aplicações nos mais diversos campos do conhecimento, tais como: saúde, produção farmacêutica, medicina veterinária, ciência alimentar, biocombustíveis e bioengenharia.

Observa-se também, como quinto fato, que todos os programas foram de recente criação, todo nas duas primeiras décadas do século XXI, sendo o mais antigo iniciado no ano de 2002 pelo *Imperial College London* seguido por *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* em 2005, *Universitat Autònoma de Barcelona* em 2011, *Université Paris Sciences & Lettres* em 2015 e *University of Helsinki* somente em 2020.

Diante dos dados encontrados foram analisados também: universidade, pré-requisito de admissão, tempo de conclusão, regime de dedicação, financiamento e parcerias (Quadro 3).

Quadro 3: Características das Universidades de Classe Mundial que ofertam Doutorados Profissionais em Biotecnologia: universidade, pré-requisito de admissão, tempo de conclusão, regime de dedicação, financiamento e parcerias.

Universidade	Pré-requisito de admissão	Tempo de Conclusão	Dedicação	Financiamento	Parcerias	Trabalho final para obtenção título
Imperial College London	Possuir o grau de Mestrado com média final do curso igual ou superior a 7,5.	24 a 48 meses	Integral	Público - Privado	Conselhos de Pesquisa do Reino Unido, indústria, bolsas de estudos universitárias e financiamento departamental	Tese.
École Polytechnique e Fédérale de Lausanne	Ter mestrado ou equivalente.	48 meses	Integral	Público - Privado	Microsoft, Microsoft Research Cambridge, programa de bolsas de pesquisa Marie Curie.	Tese.
University of Helsinki	Exige que cada candidato tenha grau de mestre, um orientador/orientadores no momento da submissão da candidatura,	24 a 48 meses	Integral	Público	Bolsas de estudos universitárias e financiamento departamental	Tese.

	análise curricular e projeto de pesquisa com relevância para área.					
Université Paris Sciences & Lettres	Os doutorandos são selecionados por uma comissão científica composta por representantes da Biogen e de instituições do PSL.	36 meses	Parcial	Privado	Biogen	Tese além da realização de estágios profissionais.
Universitat Autònoma de Barcelona	O candidato deve ter mestrado ou equivalente.	36 meses	Parcial	Privado	Bolsas de estudos universitárias e financiamento departamental	Tese.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, em 2023.

Ao analisar o Quadro 3, constatam-se alguns fatos importantes a serem ressaltados. O primeiro deles refere-se aos critérios de admissão nos programas, os quais apresentam algumas diferenças. O *Imperial College London*, a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* e a *University of Helsinki* exigem para ingresso no programa que o candidato tenha no diploma Mestrado, fluência em língua inglesa e anuência de um orientador da própria instituição.

Além desse dado, convém destacar que especificamente a *Université Paris Sciences & Lettres* apresenta, em sua página eletrônica institucional, uma informação bem específica e inovadora, não presente nas outras instituições pesquisadas: os doutorandos são selecionados por uma comissão científica composta por representantes da Biogen, empresa financiadora e parceira da universidade, além de membros do próprio programa.

Observa-se diferença também com relação ao tempo máximo de integralização do curso entre as universidades pesquisadas. Enquanto no *Imperial College London*, na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* e na *University of Helsinki* o tempo máximo de formação é de 48 meses, este tempo é mais curto na *Université Paris Sciences & Lettres* e na *Universitat Autònoma de Barcelona*, com apenas 36 meses para conclusão.

No que diz respeito ao regime de dedicação, observa-se ainda diferenças entre as universidades investigadas. Por um lado, o *Imperial College London*, a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* e a *University of Helsinki* exigem tempo integral de dedicação ao curso, fato que a priori, sob a percepção dos autores do presente artigo, dificultaria que o doutorando possa estudar e trabalhar de forma concomitante, realidade esta que iria contra os objetivos dos DP, criados para vincular o meio acadêmico à realidade industrial. Por outro, a *Université Paris Sciences & Lettres* e a *Universitat Autònoma de Barcelona*, exigem regime de dedicação parcial, sendo que a *Université Paris Sciences & Lettres* vai além, tendo seu parceiro a Biogen dentro da própria universidade como financiador dos alunos, viabilizando desta forma a atuação destes no ambiente profissional.

Para o regime de financiamento, o *Imperial College London* conta com recursos de fundos públicos e privados tendo como parceiros conselhos de pesquisa do Reino Unido, indústria, bolsas de estudos universitárias além de financiamento departamental da própria universidade. A *École*

Polytechnique Fédérale de Lausanne dispõem de financiamento cedido pela Microsoft, *Microsoft Research Cambridge*, programa de bolsas de pesquisa Marie Curie. No caso da *University of Helsinki* e *Université Paris Sciences & Lettres*, estas possuem o financiamento de fundo privado, tendo como parceiros a *KONE Corporation*, *Business Finland*, *Academy of Finland*, *Metsä Group* e *Nokia Bell Labs* no caso Finlandês e Biogen no caso francês. Finalmente, a *Universitat Autònoma de Barcelona*, além do financiamento de origem privada, os alunos contam também com bolsas de estudos universitárias e financiamento departamental da própria universidade. Como pode-se observar, as fontes de financiamento são bastante diversificadas, não se restringindo a recursos da iniciativa privada, envolvendo também recursos públicos e das próprias universidades, dependendo de cada caso.

Em relação ao trabalho para conclusão do curso, não se observam diferenças entre o *Imperial College London*, a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, a *University of Helsinki* e a *Universitat Autònoma de Barcelona* que seguem o modelo tradicional de conclusão com apresentação de uma dissertação ou tese, isto é, enquadram-se nos chamados de DP de primeira geração (Maxwell, 2003).

Vale ressaltar o modelo adotado pela *Université Paris Sciences & Lettres* que, além da apresentação de uma dissertação ou tese, para conclusão do curso exige também que o aluno realize estágio profissional na área estudada.

3. CONCLUSÕES

Diante do exposto, a primeira tendência identificada foi o reduzido número de DPB entre as 45 UCM pesquisadas, dentre os 3 principais rankings analisados, incluindo as 100 primeiras universidades colocadas no ARWU, na área de Biotecnologia; apenas 5 UCM oferecem este tipo de formação em seu rol de cursos ofertados. Dessa forma, pode-se afirmar, como resposta ao objetivo principal deste estudo, que os DPB não são cursos comumente oferecidos pelas principais universidades do mundo.

Uma segunda tendência é a relativa recente criação dos DPB nas UCM ao longo das duas primeiras décadas do século XXI. Os primeiros programas de DPB foram criados apenas em 2002 pelo *Imperial College London* e posteriormente em 2005 pela *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, observa-se importante contraste com a realidade brasileira tendo em vista que os primeiros cursos de DPB surgiram apenas em 2019 (UNIMONTES, UNESP-BOT, UP, UNP). Entretanto, apesar de sua criação mais tardia em relação à realidade europeia, no Brasil, atualmente existem 5 cursos de DPB reconhecidos pela CAPES, número de cursos equivalente ao total de cursos identificados entre as principais universidades do mundo.

Uma terceira tendência é o caráter multi e interdisciplinar dos DPB das UCM analisadas que estabelecem áreas de fronteira na produção de conhecimento com neurociências, engenharia biomédica, microbiologia e bioengenharia. Esse fato contrasta com a realidade brasileira na qual se evidencia um maior diálogo interdisciplinar com as áreas industriais, de saúde, agroalimentar, ambiental e de recursos genéticos.

Uma quarta tendência identificada nos DPB das UCM analisadas é seu foco mais voltado ao desenvolvimento de produtos e soluções nas mais variadas áreas industriais a fim de resolver desafios globais, formação de líderes nos âmbitos industrial e acadêmico, bem como jovens investigadores de alto nível. Considerando a realidade brasileira, pode-se constatar que o foco para formação de profissionais voltados ao mercado de trabalho industrial se mantém como

predominante, com a formação de recursos humanos voltados para o desenvolvimento e geração de produtos e processos inovadores para indústria, propiciando também o aprimoramento necessário para o exercício da prática profissional transformadora e de ponta de forma articulada e integrada.

Uma quinta tendência diz respeito ao tempo de integralização nos DPB das UCM estudadas, o *Imperial College London*, a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* e a *University of Helsinki* definem o tempo máximo de conclusão do curso em 48 meses já a *Université Paris Sciences & Lettres* e *Universitat Autònoma de Barcelona* o tempo máximo de conclusão é reduzido para 36 meses. No Brasil observa-se linearidade entre as universidades com tempo máximo de conclusão de 48 meses.

Finalmente, destaca-se que, no que diz respeito à estruturação dos programas de DPB, não há uma significativa diferença entre os programas europeus em relação ao Brasil. Os DPB, em ambas as realidades, se enquadram no que a literatura chama de DP de primeira geração, na medida em que se exige a tradicional tese, semelhante ao DAC para a obtenção da titulação.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos editores da Revista Holos por todo auxílio prestado durante a submissão deste manuscrito, bem como as sugestões dos revisores, as quais foram de grande valia para a melhora do trabalho.

Agradecemos também a Luisa Guimarães da Silva pela colaboração durante a coleta de dados sobre as universidades de classe mundial e rankings acadêmicos.

Agradecemos ainda o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPQ), sob processo nº 313514/2020-8 e coordenação do Dr. Adolfo-Ignacio Calderón para conclusão do presente artigo.

5. REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes. (2012). *Contribuição da pós-graduação brasileira para o desenvolvimento sustentável: Capes na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20)*. Brasília: Capes. <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/capesrio20-livro-portugues-pdf>.

Brasil. Ministério da Educação. (2017a). Portaria nº 389, de 23 de março de 2017. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação Stricto Sensu. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 1, n. 58, p. 61, 24 mar. 2017. <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=61&data=24/03/2017>.

Brasil. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. (2017b). Portaria nº 131, de 28 de junho de 2017. Dispõe sobre o mestrado e o doutorado profissionais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, edição 124, seção 1, p. 17, 30 jun. 2017.

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=17&data=30/06/2017>.

Brasil. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 60, de 20 de março de 2019. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissionais, no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, edição 56, seção 1, p. 26, 22 mar. 2019.

Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. (2020). Portaria MCTIC nº 1.122, de 19 de março de 2020. Define as prioridades, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), no que se refere a projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023. *Diário Oficial da União*, Seção I, p. 19, 24 mar. 2020. <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-1.122-de-19-de-marco-de-2020-249437397>.

Bourner, T.; Boeden, R.; & Laing, S. (2001). Professional doctorates in England. *Studies in Higher Education*, United Kingdom, 26(1), 65-83. <https://doi.org/10.1080/03075070124819>.

Faleiro, F.G., Andrade, S.R.M., & Reis Junior, F.B. (2011). *Biotecnologia: estado da arte e aplicações*

na agropecuária. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/916213/biotecnologia-estado-da-arte-e-aplicacoes-na-agropecuaria>.

Ferreira, A. G. (2008). O sentido da Educação Comparada: Uma compreensão sobre a construção de uma identidade. *Educação*, 31(2), 124-138. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/2764>.

Fell A., Flint K.; Haines I. (2011). *Professional Doctorates in the UK 2011*. UK Council for Graduate Education, Lichfield, Staffordshire. <https://ukcge.ac.uk/assets/resources/23-Professional-Doctorates-in-the-UK-2011.pdf>

Fruchi, A. J., Calderón, A.-I., Salceda, J. P., & Bustos, M. F. (2024). From academic doctorates to professional doctorates: Comparative analysis of experiences in Ibero-America. *Ensaio: Avaliação E Políticas Públicas Em Educação*, 32(122), e0243959. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362024003203959>

Fulton J., Kuit J., Sanders, G. & Smith P. (2012). The role of the Professional Doctorate in developing professional practice. *Journal of Nursing Management*, 20, 130-139. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2834.2011.01345.x>.

Ganga-Contreras, F., Sáez, W., Calderón, A.-I., Calderón, Á., & Rodríguez-Ponce, E. (2020). Principales rankings académicos internacionales: el caso de Chile. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas Em Educação*, 28(107), 407-434. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362019002701964>.

Hazelkorn, E. (2019). Como os rankings estão remodelando o ensino superior. In A. I. Calderón, M. Wandercil, & E. C. Martins (Eds.), *Rankings acadêmicos e governança universitária no espaço do ensino superior de língua portuguesa: Angola, Cabo Verde, Macau, Moçambique, Portugal e Brasil*. (p. 196). Anpae.

Hazelkorn, E., Loukkola, T., & Zhang, T. (2014). *Rankings in institutional strategies and processes: Impact or illusion?*. Brussels: European University Association. <https://eua.eu/downloads/publications/rankings%20in%20institutional%20strategies%20and%20processes%20impact%20or%20illusion.pdf>.

Lasi, H.; Fettke, P.; Kemper, H.-G.; Feld, T.; Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, Springer Link, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>.

Lee A., Green B. & Brennan M. (2000). Organisational knowledge, professional practice and the Professional Doctorate at work. In Garrick, J., & Rhodes, C., *Research and Knowledge at Work: Perspectives. Case-studies and Innovative Strategies*, Routledge, London, 117–136.

Li, G., Hou, Y., & Wu, A. (2017). Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods, Springer Link, *Chinese Geographical Science*, 27(4), 626-637. <https://doi.org/10.1007/s11769-017-0890-x>.

Lourenço, H. da S.; Calderón, A. I. (2015). Rankings acadêmicos na educação superior: mapeamento da sua expansão no espaço ibero-americano. *Acta Scientiarum. Education*, 37 (2), 187-197. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303338475009>.

Malajovich, M, A. (2016). *Biotecnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Biotecnologia: Ensino e Divulgação, 313p.

Maxwell, T. W.; & Shanahan, P. J. (1997). Towards a reconceptualisation of the doctorate: issues arising from comparative data relating to the EdD degree in Australia. *Studies in Higher Education*, 22(2), 133-150. <https://doi.org/10.1080/03075079712331381004>.

Maxwell, T. W. (2003). From first to second generation professional doctorate. *Studies in Higher Education*, 28(3), 279-291. <https://doi.org/10.1080/03075070309292>.

Nazareno, E., & Herbetta, A. F. (2019). A pós-graduação brasileira: sua construção assimétrica e algumas tentativas de superação. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 24(2), 103-112. <http://dx.doi.org/10.22491/1678-4669.20190013>.

Noble, K.A. (1994) *Changing doctoral degrees: an international perspective*. Buckingham: Society for Research into Higher Education.

Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability*, 10(10), 3821. <https://doi.org/10.3390/su10103821>.

- Piovesan, A., & Temporini, E. R. (1995). Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, 29(4), 318–325. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101995000400010>.
- Park, C. (2007). Redefining the Doctorate [Discussion Paper]. The Higher Education Academy. Janeiro: 1-56. <https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/435/1/RedefiningTheDoctorate.pdf>
- Scott, D., A. Brown, I. I., L. Thorne. (2004). Professional doctorates: Integrating professional and academic knowledge. Maidenhead: Society for Research into Higher Education & Open Universtiy Press, 291.
- Silva Júnior, J. D. R., Ferreira, L. R., & Kato, F. B. G. (2013). Trabalho do professor pesquisador diante da expansão da pós-graduação no Brasil pós-LDB. *Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro*, 18(53), 435–456. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782013000200011>.
- Silva, P. A. D., & Del Pino, J. C. (2016). O mestrado profissional na área de ensino. *Holos*, 8, 318-337. <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554883026.pdf>
- Silva, R. M. da; Santos Filho, D. J.; Miyagi, P. E. (2015). *Modelagem de Sistema de Controle da Indústria 4.0 Baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura Orientada a Serviços*. XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Natal. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4180.5289>.
- Souza, T. R. D. A., & Souza, J. F. (2018). Formação profissional e perfil docente da educação profissional e tecnológica: um estudo no IFTM-Campus Paracatu. *Holos*, (3).
- Vieira Alves, F. R. (2022). Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) e algumas considerações sobre a noção de Doutorado Acadêmico x Doutorado Profissional. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 18(39), 1-34. <https://doi.org/10.21713/rbpg.v18i39.1825>.
- Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *IFAC-PapersOnline*, 48(3), 579-584. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Fruchi, A. J., & Calderón, A.-I. (2024). DOUTORADOS PROFISSIONAIS EM BIOTECNOLOGIA: MAPEAMENTO E TENDÊNCIAS EM UNIVERSIDADES DE CLASSE MUNDIAL CONTEXTUALIZADAS NOS RANKINGS ACADÊMICOS INTERNACIONAIS. *HOLOS*, 3(40). <https://doi.org/10.15628/holos.2024.17220>

A. J. FRUCHI

Aluno do programa de Doutorado em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas/PUC-CAMPINAS (Brasil); Mestre em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina de Jundiaí; Membro do GRAPSE - Grupo de Avaliação, Políticas e Sistemas Educacionais/CNPq. E-mail: andre.fruchi@faccamp.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6842-6524>

A. I. CALDERÓN

Doutor em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/PUC-SP com Estágio Doutoral na Universidade de Coimbra (Portugal); Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação PPGE, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas/PUC-CAMPINAS (Brasil); Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq e Líder do GRAPSE - Grupo de Avaliação, Políticas e Sistemas Educacionais/CNPq. E-mail: adolfo.ignacio@puc-campinas.edu.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6534-2819>

Editor: Paulo Augusto de Lima Filho

Pareceristas Ad Hoc: Francisco Bruno Ferreira de Freitas e Adriana Marcia Nicolau Korres



Submitted Abril 15, 2024

Accepted July 1, 2024

Published July 20, 2024