

---

## Verificação dos padrões globais do conhecimento científico sobre a microbiologia forense

Marcos Vinicius Sena de Oliveira, Rodrigo Coelho Silva, Flávia Melo Rodrigues

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-16-9.c5>

### Resumo

A microbiologia forense é uma área em expansão que tem se beneficiado dos avanços nas tecnologias de biologia molecular e bioinformática. Com esses métodos, a análise microbiana tem se mostrado aplicável em diversos aspectos da investigação criminal, incluindo identificação humana, determinação do intervalo pós-morte e investigação de biocrimes. Este trabalho teve como objetivo analisar quantitativa e descritivamente os padrões globais das publicações sobre microbiologia forense em resoluções de crimes. Para isso, utilizou-se a ferramenta cienciometria, selecionando artigos da base de dados Scopus, por meio da leitura dos títulos e resumos. Foi criada uma planilha de análise, contendo informações como nome do autor, título do artigo, ano de publicação, revista publicada, país de origem, palavras-chave, objetivo de cada trabalho e número de citações. Foram encontrados um total de 53 artigos publicados sobre microbiologia forense, sendo o primeiro em 2016. Os anos de 2019 (n = 7) e 2021 (n = 8) destacaram-se como os anos com maior número de publicações. As palavras-chave mais frequentes foram "microbiologia" (n = 24) e "microbiologia forense" (n = 22). A autora que se destacou com o maior número de publicações foi Javan (n = 8). Apesar de sua relevância, a área da microbiologia forense ainda não é muito difundida no contexto de resolução de crimes e perícia científica, especialmente no Brasil.

**Palavras-chave:** Biologia; Cienciometria; Criminalística; Microbiologia-Forense.

## 1. Introdução

As Ciências Biológicas são compostas por várias ramificações, sendo elas, áreas concentradas de pesquisa, atuações acadêmicas ou técnico-científicas e profissionais. Dentre essas, vale lembrar a Biologia Forense, base referencial em que a temática do presente trabalho se encontra e se sustenta, desenvolvida logo a seguir. Dessa forma, é possível entender a mencionada área como a que se desenvolve e abrange a área investigativa e criminal, que envolve diversas subáreas, como: a entomologia; a genética; a toxicologia; a biologia molecular; a botânica; e a microbiologia, principal cerne desta pesquisa (AZEVEDO, 2009).

Para o desenrolar de suas funções, os biólogos forenses examinam principalmente o sangue, outros fluidos corporais, cabelos, ossos, plantas, insetos e outros animais que possam servir de auxílio na identificação de possíveis suspeitos no processo criminalístico. As tecnologias são de grande apoio na análise laboratorial, de forma que revelam o que a infinidade de elementos encontrados em um espaço investigativo pode indicar sobre o que ali ocorreu. Além da área criminal, a Biologia Forense também pode contribuir na investigação de empresas acerca de crimes ambientais ou que ameacem a qualidade de vida humana e animal (HURLEY et al., 2009).

O avanço dos estudos comparados em Biologia e as contribuições científicas de vários pesquisadores e cientistas ao longo dos séculos, são fatores primordiais que possibilitaram os inúmeros avanços nos estudos biológicos, assim como em suas subdivisões especializadas atualmente conhecidas. Assim como outras recentes ciências nascidas e/ou aprimoradas a partir da aliança com as tecnologias contemporâneas, a Microbiologia Forense é um dos ramos de destaque e renome crescente do século XXI, principalmente pela contribuição judicial e no desfecho adequado nos casos de crimes sexuais ou de bioterrorismo (CARDOSO, 2020).

O desenvolvimento da Biologia e da Genética Forense, antecedentes à Microbiologia Forense, aconteceu fortemente na década de 1980 nos EUA e na Europa Ocidental, para principalmente guiar a justiça na determinação de paternidade. No ano de 1985, o geneticista britânico Alec Jeffreys realizou importantes estudos que puderam indicar além das características únicas de cada indivíduo em nível celular, o que ele chamou pela primeira vez de “impressões digitais do DNA”. Na década de 1990, a técnica PCR - denominada

“reação em cadeia da polimerase”, que amplifica e revela uma ou mais cópias de excertos de um ou mais DNAs -, pôde se difundir e determinar em algumas horas a origem de diversas amostras biológicas, com o foco justamente no ampliar do DNA humano, ainda que seja alterado por outras espécies (LIMA, 2007).

Assim, a ampliação das técnicas advindas com as inovações tecnológicas, intensificadas a partir dos anos 2000, fez cada vez mais evidente a especialização das partes que dizem respeito à Microbiologia, às miudezas dos elementos de uma análise. Dessa forma, a Microbiologia Forense é responsável pelos estudos capazes de identificar e classificar os microrganismos presentes em diferentes ambientes e objetos orgânicos, focados na resolução de uma cena criminal ou acidental a partir de perspectivas investigativas. A partir disso, é possível realizar laudos de autópsias, favorecer na precisão das causas, efeitos e condições dos óbitos analisados, atos imprescindíveis na qualificação detalhada das ocorrências (DE LA SEN et al., 2012).

A importância dessa área está presente toda vez em que já foi e/ou ainda é possível especificar a origem de cada material biológico, de cada vestígio em um ambiente de análise e investigação. As provas materiais têm ganhado atenção excepcional no âmbito criminal nacional e internacional principalmente por estarem mais “detectáveis”, haja vista a popularização de diversas tecnologias de apoio que permitem comparações e contrastes em nível celular. O trabalho dos peritos e dos profissionais forenses e suas contribuições é o que tem possibilitado sua expansão e os intensificados investimentos na área, ainda que no Brasil, caminhe de maneira mais lenta (DOREA, 2003).

A presente pesquisa se faz extremamente relevante atualmente, de maneira que contribui às atividades e pesquisas acadêmicas da atualidade ao realizar um compilado atualizado de informações sobre as pautas da perícia microbiana. Da mesma forma, também pode contribuir à comunidade geral ao fornecer conhecimento simplificado e esmiuçado a respeito dessa nova disciplina, superdesenvolvida sobretudo nas duas últimas décadas. O tema reúne interesses comuns e científicos, pretende expor entre paralelos entre os conteúdos que tangem as áreas da tecnologia, da biologia molecular, além de explorar os diversos conceitos da criminalística e das ciências forenses correlatas (LIMA, 2007).

Ainda sobre a ciência forense e a microbiologia, é possível dizer que são uma relação intrínseca entre a Medicina, a Biologia, as questões de Saúde Pública e a Criminalística. Seja na verificação casos de Bioterrorismo - conceito que será posteriormente desenvolvido -, no processo de investigação de crimes sexuais, ou na decomposição de cadáveres, o dito post-mortem, as Ciências Forenses se mostram cada vez mais conhecidas, ainda que em outras nomenclaturas. Algumas áreas também recentes, como a paleomicrobiologia e a possibilidade de traçar perfis de DNA, são outras aplicações importantes que têm ganhado espaço tanto para a compreensão e retomada histórica, quanto para o mapeamento e estudos genéticos ou o rastreamento de indivíduos específicos (MARTINELLI, 2017).

Objeto ou ferramenta da própria Criminalística, a microbiologia conjunta às técnicas investigativas tem raízes em épocas em que as ciências sequer possuíam fibra metodológica e objetos definidos. Depois de séculos de desenvolvimento científico, da modernização da Medicina, da Física, da Química e do reconhecimento científico formal das Ciências Biológicas no século XVIII, a Ciência Forense como é conhecida e voltada ao campo criminal, teve origem no século XIX, com Hans Gross (BARBOSA; BREITSCHAFT, 2006; GRASSBERGER, 1957).

Diante do exposto o tema possivelmente possui muitas publicações e para averiguar a produção científica sobre microbiologia forense são usadas as ferramentas disponibilizadas pelo método da Cienciometria ou Cientometria, ditos por Chapula (1998), como “[...] o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica”. Vale lembrar que a Cientometria se difere das relativas Bibliometria e Informetria, de modo que objetiva ratificar os assuntos de interesse, em que local se encontram e o quanto os especialistas de determinada área estão a se comunicar - enquanto as outras se ocupam por relacionar livros, documentos, artigos ou palavras-chave (MACIAS-CHAPULA, 1998).

Os estudos que envolvem a cienciometria, assim, se encarregam de avaliar de forma profunda e consistente as diversas produções científicas, sob a ótica de indicadores numéricos e o uso de análises estatísticas reconhecidas. De forma geral, ela traça perfis entre distintos campos científicos, conseguem estabelecer panoramas de epistemologia ou comportamento de determinado

grupo a partir de suas produções científicas publicadas, entre diversas atividades afins. A maior parte das pesquisas científicas são realizadas na América do Norte, Europa e Japão, e o periódico *Scientometrics* é o representante mais comum entre eles. Adiante, também veremos algumas das razões que explicam o fenômeno, assim como serão demonstrados dados estatísticos que contribuem ao entendimento (RAZERA, 2016).

Afinal, tratando das formas de desenvolvimento da Ciência no Brasil, apesar das crescentes produções ao estilo científico, é notável que a área de Educação em Ciências ainda não consegue acompanhar a tendência desse crescimento. Nota-se principalmente por conta da falta de dados de divulgação, relatos e periódicos que indiquem e demonstrem justamente o que tem sido feito (ARAÚJO; ALVARENGA, 2011).

Portanto, este estudo teve como objetivo verificar os padrões globais das tendências do conhecimento sobre microbiologia forense em resoluções de crimes, além de levantar o principal objetivo de cada um dos dez estudos mais citados e construir uma nuvem de palavras com termos mais citados nos artigos.

## **2. Materiais e Métodos**

Primordialmente foi realizada uma análise científica em artigos, buscando o aprimoramento sobre o tema a fim de compreender, interpretar e fazer observações no decorrer da pesquisa. Para o levantamento retrospectivo de dados foi determinado o uso da base de dados bibliográfica multidisciplinar Scopus (<https://scopus.com/>), observando as publicações que pesquisaram sobre a microbiologia forense na elucidação de crimes contra a vida e fauna microbiológica post-mortem.

A busca dos dados por meio da base de dados Scopus foi realizada em abril de 2022. Para definição dos termos de busca foram lidos na íntegra cinco artigos relacionados ao tema e observados os termos que mais se repetem nos títulos e palavras-chave. Portanto, os termos descritivos utilizados na busca dos dados na base de dados do Scopus, foram as palavras: "forensic microbiology" OR "postmortem bacterial flora" OR "post mortem microbiology" OR "thanatomicrobiome". A pesquisa dos termos foi feita no título, resumo e palavras-chaves dos artigos. Foi utilizado o operador booleano OR para ampliar a busca dos dados e o uso de aspas indica o termo exato de busca.

Após busca inicial dos artigos na base Scopus, eles foram filtrados sendo submetidos a critérios de inclusão e exclusão durante o processo de triagem dos documentos, feito a partir da leitura dos títulos e resumos. Para a Inclusão dos artigos, foram selecionados todos os artigos científicos e que abordam sobre a microbiologia forense na resolução de crimes e fauna microbiológica post-mortem. Além disso, foram selecionados artigos redigidos nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola. Para a exclusão de artigos, foram seguidos os seguintes critérios: estudos que não sejam artigos científicos, tais como livros, capítulos de livros, conferências, também artigos em línguas diferentes das estipuladas, artigos que fogem ao tema, artigos duplicados e estudos que o acesso do texto na íntegra não foi possível.

Após a seleção destes artigos foi criada uma planilha no Excel contendo os seguintes dados: o nome do autor, título do artigo, ano de divulgação, revista publicada, país de origem, palavras-chaves, objetivo de cada trabalho e número de citações. Após feita esta planilha, foi realizada uma análise estática descritiva dos resultados em forma de gráficos e planilhas para melhor visualização.

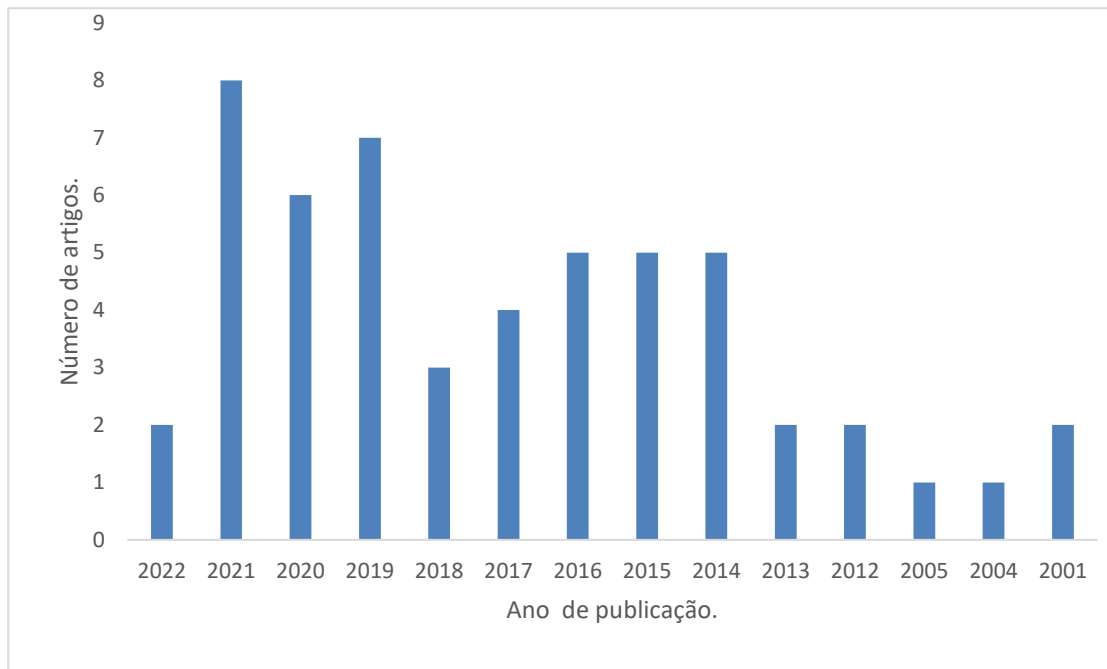
### 3. Resultados e Discussão

Com relação a quantidade de artigos publicados por ano sobre a microbiologia forense, destacaram-se os anos de 2021 ( $n = 8$ ), 2019 ( $n = 7$ ) e 2020 ( $n = 6$ ), portanto estudos recentes (Figura 1).

O termo tanatomiobioma vem da palavra grega “thanatos” cujo significado pode ser descrito como “morte”, este termo é parcialmente novo, explicando a atualidade dos artigos publicados. Fundamenta-se no estudo das comunidades de microrganismos habitam as cavidades e órgãos após a morte de um indivíduo. Com os avanços na área científica, foi constatado que a maior parte dos microrganismos encontrados em um corpo após sua morte são anaeróbios obrigatórios, como o caso do *Costridium spp* (JAVAN; FINLEY, 2018).

Com os avanços no campo de pesquisa sobre a recenticidade é sobre a profusão da quantidade de seres que agem na decomposição cadavérica, é possível notar que existe uma lacuna de esclarecimento sobre tais organismos específicos na decomposição de órgãos internos. Após a morte, o sistema imune para de responder, assim os microrganismos começam a se multiplicar de forma

propícia devido ao ambiente ser rico em nutrientes para seu desenvolvimento (JAVAN *et al.*, 2016b).



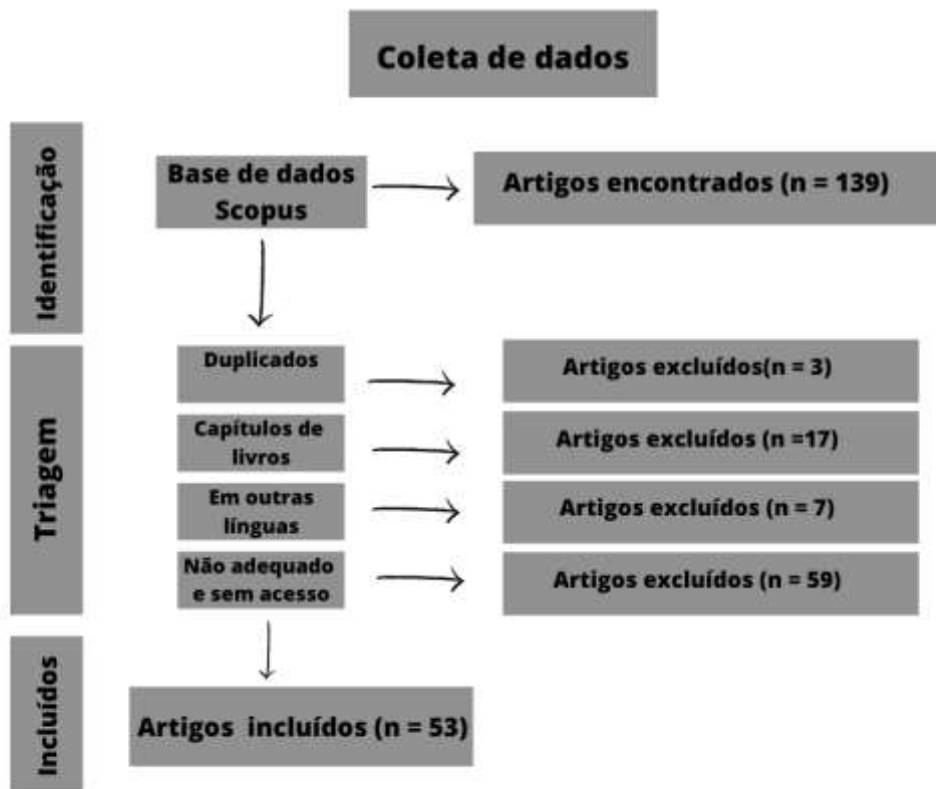
**Figura 1.** –Número de artigos publicados por ano sobre microbiologia forense.

Fonte: autor, 2022.

Para a análise quantitativa dos dados sobre a microbiologia forense foi realizada na base bibliográfica Scopus, sendo esta utilizada por sua abrangência no número de artigos, foram encontrados um total de 139 artigos relacionados ao tema. Após a triagem, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados, de maneira que incluiu 53 artigos (Figura 2).

A base de dados Scopus foi criada em novembro de 2004, contando com mais de 5.000 editoras internacionais, engloba várias áreas de conhecimento, tais elas como a tecnologia, medicina, ciências sociais tecnologias e humanidades. Os tipos de artigos cobertos no Scopus são publicações que possuem número de série padrão internacional, como periódicos, séries de livros e algumas conferências em série, ou publicações não seriadas que tenham um número de livro padrão internacional como única publicação de livros ou conferências pontuais. Para garantir que cobertura, descoberta, perfis e medição

de impacto para pesquisa em todas as áreas temáticas, o Scopus compreende diferentes tipos de fonte de conhecimento (ELSEVIER, 2022).



**Figura 2.** Fluxograma do número de artigos encontrados e selecionados sobre microbiologia forense após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Fonte: autor, 2022.

Após a coleta dos artigos foi desenvolvida uma tabela com os dez estudos mais citados, (Tabela 1). Destaca-se também que entre os dez estudos mais citados sobre o tema, os anos de publicação variaram entre os anos de 2001 e 2018 (Tabela 1).

A pesquisa de Javan *et al.* (2016a) com 104 citações (Tabela1), teve como finalidade aferir o tempo pós-morte com a utilização de microrganismos, assim os resultados obtidos foram constituídos através do sequenciamento de *amplicons* (DNA amplificados) em 66 espécimes microbianas de 27 cadáveres humanos reais com intervalos post mortem entre 3,5 -240 horas foram coletados. Como resultado, foi possível perceber uma diferença significativa dos valores da



diversidade de táxons bacterianos em relação ao sexo, sendo que em cadáveres de mulheres o gênero com maior presença é o *Pseudomonase Clostridiales*, enquanto em homens os gêneros bacterianos mais numerosos são *Clostridium*, *Clostridiales* e *Streptococo*. Além disso, o resultado da pesquisa demonstrou que o sequenciamento em *amplicons* é mais eficaz para classificar o tanatômico bioma humano de cadáveres encontrados em cenas de crime (JAVAN *et al.*, 2016a).

O estudo de revisão de Javan *et al.* (2016b), com 75 citações, fornece um exame crítico da pesquisa emergente relacionada ao tanatômico bioma e comunidades epinecroticas e como cada um é estudado (Tabela 1).

O objetivo central do estudo realizado por Carter em 2015 que recebeu 61 citações (Tabela1) foi validar que as comunidades microbianas post-mortem podem sim, ter uma alteração significativa quando são influenciadas pelos micróbios do solo. Para tal comprovação, foi observado as variações que existe na temperatura no solo em relação ao tempo, sendo que no inverno a temperatura da superfície do solo variou de -18,3 a 25,5 -C e no verão foi de 11,7 a 25,5 -C. Além disso, foi analisado a decomposição bruta da carcaça que, por sua vez, apresentou uma diferença significativa na mudança de estação, onde foi perceptível a análise de que as carcaças encontradas no inverno exibiram melhor conservação e uma decomposição mais visível em comparação ao verão. Sendo assim, os resultados basearam-se em estudar as variações que o filo bacteriano expressa durante a decomposição (CARTER *et al.*, 2015).

A avaliação das comunidades microbianas e identificação das assinaturas taxonômicas correlacionadas aos cadáveres humanos, fazem parte do objetivo central da pesquisa realizada por Finley em 2016 com 56 citações (Tabela1). Dessa forma, os resultados constituíram-se por meio do experimento de colocar cadáveres enterrados em pontos específicos ou na superfície da terra para que fosse analisado o intervalo de decomposição e enterramento. Com isso, foi possível perceber que a comunidade bacteriana encontrada no solo de cadáveres demonstrou uma diminuição significativa na sua diversidade. Além do mais, os cadáveres que foram posicionados na superfície mostraram uma redução nas comunidades de Acidobactérias e Verrucomicrobia (FINLEY, 2016).

**Tabela 1.** Autores seguidos do ano de publicação, número de citações e o objetivo principal de cada trabalho sobre microbiologia forense.

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Número de Citações</b>	<b>Objetivo Principal</b>
Javan et al.	2016a	104	Estimar o tempo pós-morte com auxílio de microrganismos
Javan et al.	2016b	75	Examinar de modo crítico pesquisas emergentes relacionadas a comunidades tanatômicas.
Carter	2015	61	Demonstrar que comunidades microbianas post-mortem mudam de maneira específica e reprodutível influenciadas pelos micróbios do solo.
Finley	2016	56	Avaliar comunidades microbianas e identificar as assinaturas taxonômicas associadas aos cadáveres humanos.
Tsokos; Püschel	2001	51	Avaliar o valor e praticabilidade de culturas bacteriológicas post mortem.
Javan	2017	48	Propor o impacto da seleção da região hipervariável para o gene 16S rRNA na diferenciação de perfis tanato-robiômicos.
Oliveira; Amorim	2018	36	Utilizar microrganismos como prova acessória em processos criminais.
Riedel	2014	32	Fornecer uma visão geral das evidências baseadas na literatura sobre utilização dos exames microbiológicos post mortem.
Adserias-Garriga et al	2017	28	Retratar as mudanças sucessionais do tanatômicorobioma na cavidade oral com destaque para uso em casos e estimar o intervalo post mortem, a partir de uma lógica ecológica.
Adserias-Garriga et al	2017	25	Identificar comunidades da microbiota do solo envolvidas na decomposição humana por meio do sequenciamento de DNA.

Fonte: autor, 2022.

Com base nos artigos selecionados, foi feita uma nuvem de palavras com os termos que estavam citados nos artigos sobre a microbiologia forense da base de dados *Scopus*. Temos em destaque nesta figura de palavras-chaves “*microbiology* (24) e “*forensic microbiology*“ (22) (Figura 3).

A Microbiologia Forense, como já citado, é uma subárea da biologia que tem a finalidade de promover a identificação e classificação dos microrganismos que são encontrados em diversos ambientes (DE LA SEN *et al.*, 2012). Para compreender esse campo de estudo faz-se necessário o entendimento do termo microbiologia, assim o primeiro pressuposto utilizado para descrever o conceito de bactéria foi apresentado por Roger Bacon no século XIII, o qual dizia que as algumas doenças eram originadas de organismos invisíveis, e foi a partir dessa hipótese que ao longo da história foram surgindo novas definições até chegar no conceito atual, que, por sua vez, consiste da descrição do organismo como seres procarióticos que carecem de carioteca (MOLINARO; CAPUTO, AMENDOEIRA, 2009).

Outro termo que deve ser utilizado para justificar o conceito de Microbiologia Forense é o conceito de forense (do inglês, *forensic*). Segundo Barros *et al.*, (2021), as ciências forenses podem ser descritas como práticas científicas para elucidação de crimes, ajudando nos âmbitos legais, tais como, civil, penal e/ou administrativos. Tem como principal finalidade a busca e obtenção de indícios que manifestam práticas delituosas, a fim de corroborar com as autoridades na aplicação da legislação. O papel do perito criminal é de confirmar ou excluir um delito, a fim de evitar uma condenação injusta de um inocente.

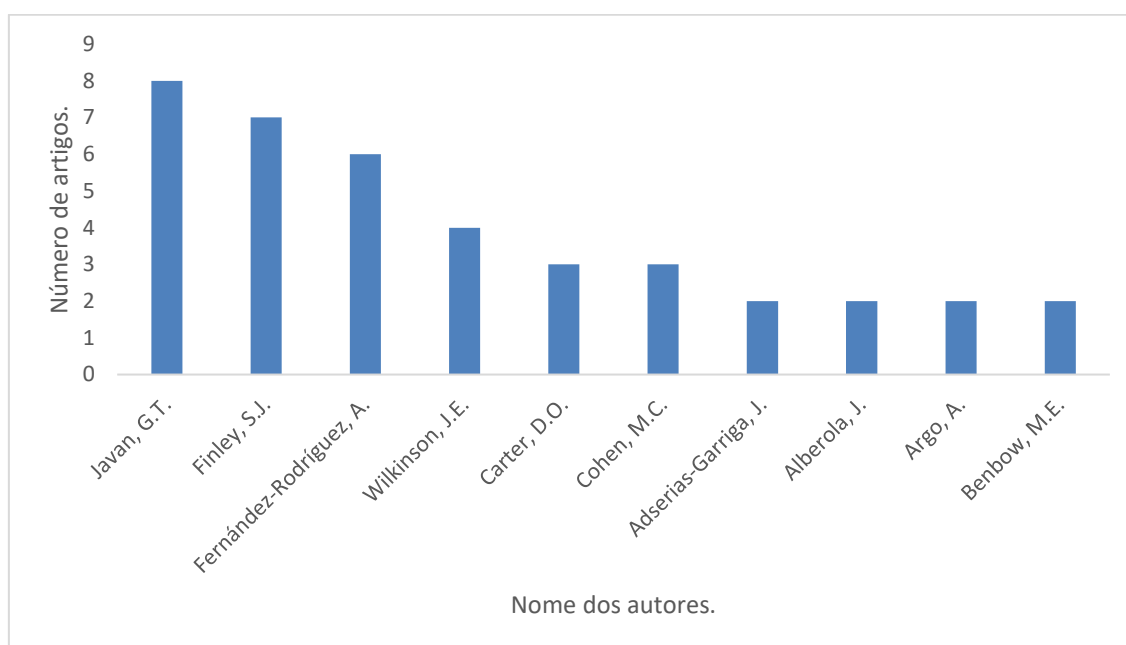
Desta forma, este campo de estudo tem como objetivo levantar hipóteses do crime através dos vestígios encontrados no local, a fim de formalizar o exame de corpo de delito, criando uma prova para o auxílio da justiça (CALAZANS; CALAZANS, 2005).



científica forense e cunhou novos termos no campo forense, como “*the thanatomicrobiome*” (microbioma da morte) e “*Postmortem Clostridium Effect*” (efeito de Clostridium pós morte) para descrever a proliferação de micróbios para a determinação do tempo de morte (RESEARCH GATE, 2022).

Javan foi responsável por introduzir um novo termo nos ramos forenses, “*Thanatomicrobiome*”, na 66ª reunião anual de ciências forenses da academia americana (AAFS) em meados de 2014. Seus atuais projetos utilizam do sequenciamento de próxima geração, citometria em tecidos de cadáveres em decomposição, diversidade microbiana em solos sob decomposição cadavérica e entomologia para determinação do tempo pós-morte. (LOOP, 2022).

Sheree J. Finley é Ph.D. em Microbiologia pela *Alabama State University* desde 2018, é mestra em bioquímica pela *Auburn University* em 2000 e tem bacharelado em Química pela *Tuskegee University* em 1996. Atualmente seu interesse de pesquisa compreendem a microbiologia post mortem envolvendo sequenciamento de *amplicon* de RNA 16S e análises bioinformáticas de tecidos de cadáveres de casos e sepulturas de cadáveres de doação voluntária para desvendar a causa, tempo e possível causa da morte (LOOP, 2022).



**Figura 4.** Lista com os dez autores com pelo menos duas publicações no ramo da microbiologia forense. Fonte: autor, 2022.

Em relação as instituições que mais publicaram artigos sobre a microbiologia forense, destacam-se dez instituições com pelo menos duas publicações. (Figura 5). As instituições que mais publicaram artigos relacionados ao tema foram *Alabama State University*, *Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses* e *Reseach and Testing laboratory*, com oito, sete e três publicações, respectivamente (Figura 5).

A *Alabama State University* (ASU) é uma universidade pública em Montgomery, Alabama que foi fundada em 1867 por William Paterson. A ASU envolve-se em um contexto histórico de perseverança e progresso, uma vez que, a sua criação deu-se a partir da idealização de construir uma escola para os negros do Alabama na década de 80. O fim da Guerra Civil também resultou com o fim da escravidão, e como consequência a possibilidade de negros terem acesso à educação, fato que incentivou nove escravos libertos a instituir uma escola de ensino superior para afro-americanos (ASU, 2018).

O *Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses* (INTCF) é um órgão vinculado ao Ministério da Justiça, cuja função principal é promover dados para o aprimoramento de parâmetros científicos e no desenvolvimento de uma qualificação da perícia analítica. Além disso, o INTCF é encarregado de operar as investigações e análises toxicológicas que são enviadas pelos Médicos Forenses, pelas Autoridades Governamentais, pelas Autoridades Judiciárias e pelo Ministério Público. No cenário histórico, o instituto foi fundado em 1887 a partir do Decreto Real de 11 de julho de 1886, que fundou os Laboratórios de Medicina Legal em Madri, Barcelona e Sevilha, e em 1935, os laboratórios foram consolidados perante o nome do Instituto Nacional de Toxicologia (MINISTERIO DE JUSTICIA, 2022).

O *Reseach and Testing laboratory* (RTL) é um laboratório que trabalha com extração de amostras e com plataformas de sequenciamento de última geração, tais como *Illumina MiSeq*, *Illumina HiSeq*, *Pacific Biosciences (PacBio)*, além disso, a RTL proporciona a organização de bibliotecas de bioestatística e de bioinformática. A RTL foi fundada pelo Dr. Randy Wolcott, médico especialista e precursor de métodos inovadores para o tratamento de feridas. Atualmente a RTL é um laboratório que tem parcerias em 50 estados, 30 países em todo o mundo (RTL, 2022).

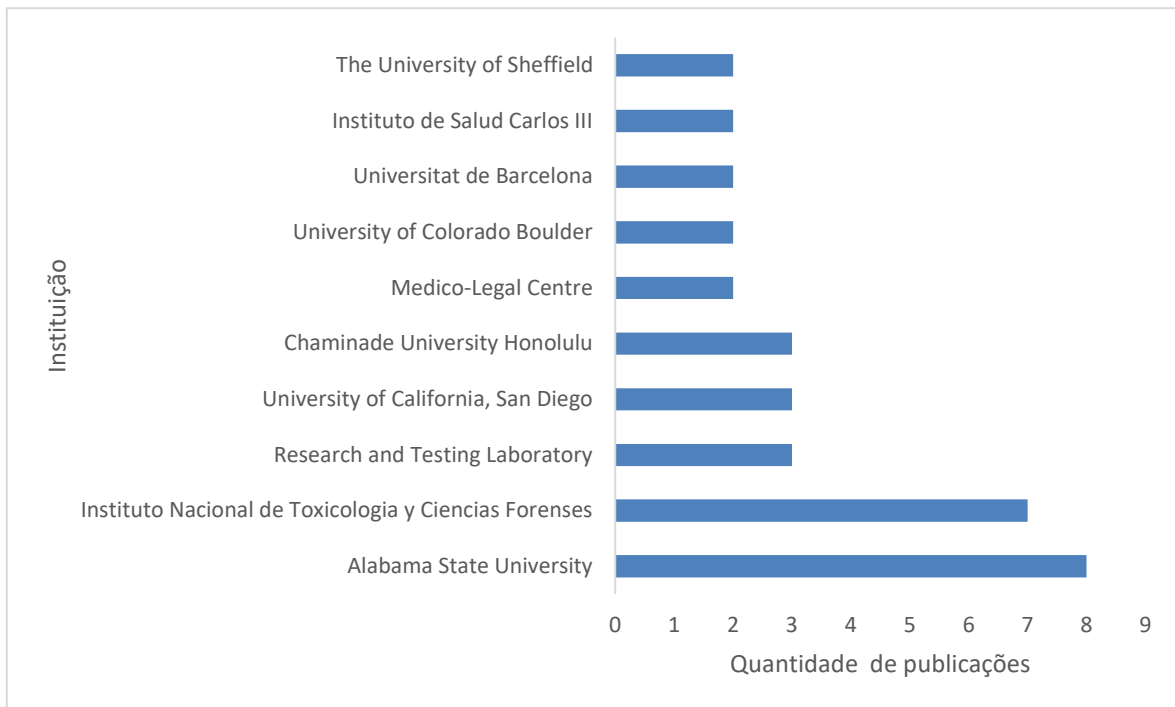


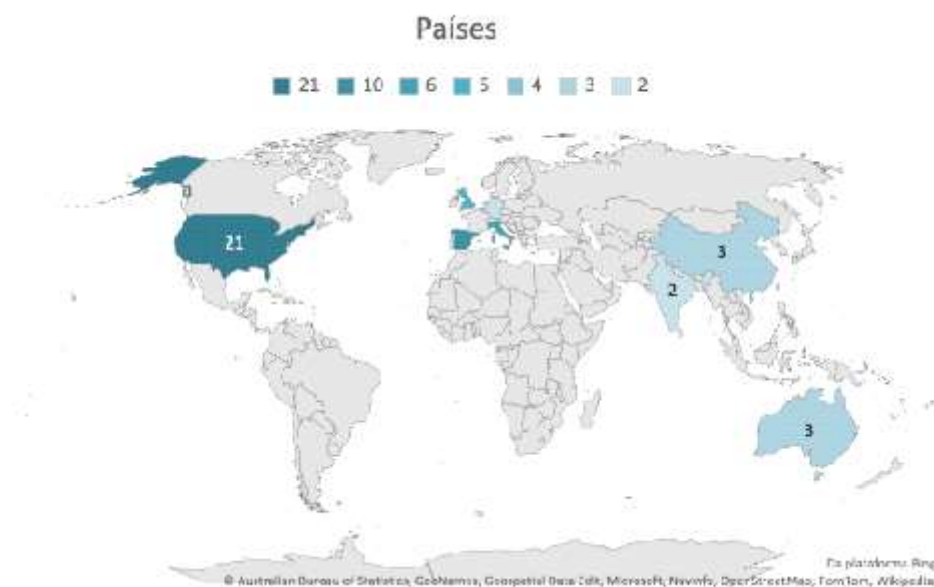
Figura 5 – Dez maiores instituições com pelo menos dois artigos publicados sobre a microbiologia forense. Fonte: autor, 2022.

Quando se fala sobre os países com maior número de publicações na área da microbiologia forense, destacam-se: EUA com 21 artigos; França com 10 artigos; Itália com 6 artigos; Inglaterra com 5 artigos; Bélgica com 4 artigos; China e Austrália com 3 artigos; Alemanha e Índia com artigos (Figura 6).

O artigo intitulado “Investimentos em P&D do governo Norte-americano: Evolução e principais características”, por Negri & Squeff (2014) trata justamente de um panorama acerca dos investimentos nas áreas científicas nos EUA após a graduação. O artigo mostra que os investimentos têm se mantido estáveis desde a década de 70, após a alta - que correspondeu a mais de 3% do PIB total, em relação a quase 3% em outros períodos - entre os anos de 1963 e 1968, por conta da Guerra Fria.

Quando falamos do Brasil em relação a ciência, há um recente corte de verbas do Governo Federal nas áreas de Ensino Superior. Faltando menos de 20 dias para a transição entre governos, o contingenciamento é o quinto que ocorreu apenas no ano de 2022. Diversas Universidades Federais já emitiram

notas oficiais, alegando dificuldades ou impossibilidade de arcar até com despesas básicas como energia, pagamentos de terceiros e custeamento de restaurantes universitários. Um dos principais afetados com os cortes são os bolsistas de variados programas que contemplam pesquisadores de todas as áreas, bolsas essas que inclusive não sofrem reajuste desde o ano de 2013. Presidentes e líderes de Sindicatos têm se reunido e condenado os incessantes ataques do governo às áreas da Educação, de modo que além de atrapalhar o andamento de vários projetos e processos consolidados, desestimulam aos que dedicaram e ainda se dedicam à Ciência (SOBREIRA,2022).



**Figura 6.** Dez maiores países que mais publicam com pelo menos dois artigos no ramo da microbiologia forense. Fonte: autor, 2022.

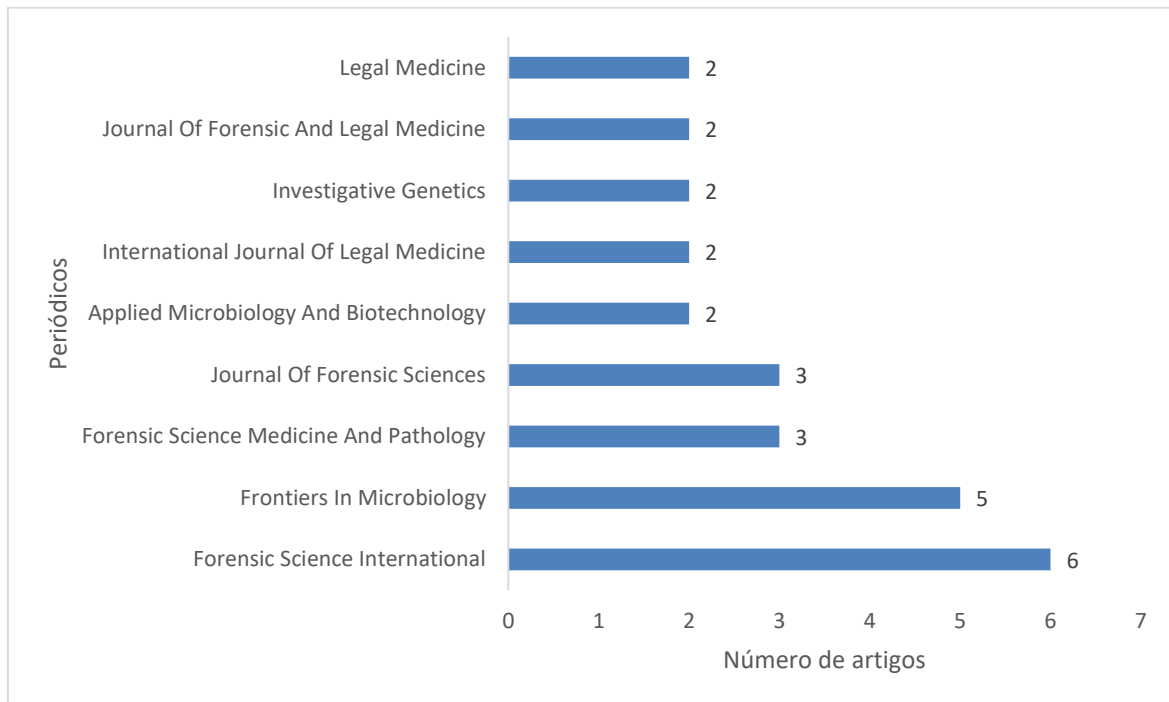
Em relação a questão dos periódicos que mais publicam artigos na área de microbiologia forense, temos destaque para 2 revistas, sendo elas:” *Forensic Science International* “(FSI) com 6 artigos publicados em seguida da “*Frontiers in Microbiology*”(FIM) com 5 artigos publicados no ramo da microbiologia forense (Figura 7).

A *Forensic Science International* (FSI) é um periódico de grande prestígio, com publicações inovadoras, de ponta e que contribuem de forma preponderante com as ciências forenses. Abrangendo diversas áreas de estudo, tais como: biologia, toxicologia, odontologia antropologia, armas de fogo, psiquiatria, exame



de documentos entre outros. A revista publica também sobre caso relato, comentários, revisão de artigos e notas técnicas. Aderindo a diversas e rigorosas diretrizes de publicação, além de apoiar, de forma ativa, a publicação inclusiva e representativa (ELSEVIER, 2022).

O *Frontiers in Microbiology* (FIM) é um periódico referência em sua área, publicando artigos estritamente revisados por pares em todo o âmbito da microbiologia. Os editores-chefes de campo Martin G. Klotz da *Washington State University* e Paul D. Cotter do *Teagasc Food Research Center* são amparados por um competente conselho editorial de pesquisadores internacionais. Esta revista multidisciplinar de acesso público tem como objetivo a disseminação do conhecimento científico e descobertas significativas no ramo da microbiologia para pesquisadores, clínicos, acadêmicos e o público em geral (COTTER, 2022).



**Figura 7.** Periódicos que mais tem artigos publicados na área da microbiologia forense. Fonte: autor, 2022.

#### 4. Conclusão

Com um número total de 53 trabalhos publicados por ano sobre a microbiologia forense os anos entre 2019 e 2021 destacaram-se como os de maior número de publicações, indicando assim, um tema de grande

recenticidade. As palavras-chave mais citadas nos artigos foram: *microbiology* e *forensic microbiology*.

O estudo mais citado teve como objetivo estimar o tempo pós-morte com auxílio de microrganismos. Já adentrando no campo dos autores, obteve-se grande destaque a Doutora Gulnaz T. Javan, onde ela foi responsável em criar o termo “*Thanatomicrobiome*”. A instituição com maior destaque no ramo foi a *Alabama State University* (ASU), com oito publicações sobre o tema. Sobressaíram-se os periódicos *Forensic Science International* (FSI) e *Frontiers in Microbiology* (FIM). Enfim o país com maior destaque no número de publicações foram os Estados Unidos.

Apesar de ser uma ciência de alta relevância a área da microbiologia forense ainda não é muito difundida nos contextos de resolução de crimes e perícia científica especialmente desenvolvida no Brasil. No que concerne à perspectiva Forense em relação à subárea da Microbiologia, é possível dizer que corresponde a uma relação intrínseca entre a Medicina, a Biologia, as questões de Saúde Pública e a Criminalística. Em contextos mundiais, as Ciências Forenses se mostram cada vez mais conhecidas, ainda que em outras nomenclaturas. Portanto, este estudo foi importante para dar uma visibilidade ampla do que tem sido publicado sobre a temática estudada e auxiliar em futuros estudos.

## 5. Referências

ALABAMA STATE UNIVERSITY (ASU). Home Page. The ASU Legacy: Perseverance, Progress and Promise. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.alasu.edu/about-asu/historytradition/asu-legacy-perseverance-progress-and-promise>. Acesso em: 7 de setembro de 2022.

AZEVEDO, I.L. A aplicação da biologia forense na perícia criminal. (**Monografia de Pós-Graduação**), Faculdade Câmara Cascudo (Unidade do grupo Estácio ensino superior) – Faculdade de Natal, Especialista em Perícia Criminal. 47 f.; il. 2009. Disponível em: [http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/pmrn\\_de/DOC/DOC00000000181131.PDF](http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/pmrn_de/DOC/DOC00000000181131.PDF)

BARBOSA, V. C.; BREITSCHAFT, A. M. S. An experimental apparatus to study the Archimedes principle. **Rev. Bras. Ensino. Fís.** v. 28, n. 1, p. 115-122, 2006.

BARROS, F. *et al.* Ciências forenses: princípios éticos e vieses. **Revista Bioética.** v. 29, n. 1 p. 55-65, 2021.

CALAZANS, C.H.; CALAZANS, S.M. Ciência forense: das origens à ciência forense computacional. Laboratório de Sistemas Integrados – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. **XV Seminário Regional de Informática**. São Paulo – SP – Brasil, p. 1-14, 2005.

CARDOSO, T. C. Uso da Biologia Forense como ferramenta investigativa para o Ensino de Genética. (**Dissertação de Mestrado Profissional**) Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, Universidade Estadual do Piauí, 2020. Disponível em: <https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/09/TCM-Thamara.pdf>. Acesso em dezembro de 2022.

CARTER, David O. et al. Seasonal variation of postmortem microbial communities. **Forensic science, medicine, and pathology**, v. 11, n. 2, p. 202-207, 2015.

COTTER, P. D. *Frontiers in Microbiology*. Frontiers Media S. A. Teagasc Food Research Centre. Ireland, 2022. Disponível em <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/about#about-scope>. Acesso em 07/09/2022.

DE LA SEN, A. S. *et al.* Microbiología forense. **Reduca (Biología)**. v. 5, n. 5, p. 23-45, 2012.

DOREA, L.E. **Criminalística**: uma lacuna nas escolas de direito. Ponto de Vista, v.1, nº 1. Salvador: dez. 2003.

ELSEVIER. Home Page (ciência aberta), 2022. Disponível em: <https://www.elsevier.com/ptbr/open-science>

FINLEY, S.J. *et al.* Microbial Signatures of Cadaver Gravesoil During Decomposition. **Microb Ecol**. v. 71, n. 3, p. 524-529, 2016.

GRASSBERGER, R. Pioneers in Criminology XIII - Hans Gross (1847-1915). **The Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science**. v. 47, n. 4, p. 397–405, 1957.

HURLEY *et al.* Detection of human blood by immunoassay for applications in forensic analysis. **Forensic Sci Int**. v.190, n. 1-3, p. 91-97, 2009.

JAVAN, G. T. *et al.* Cadaver thanatomiome signatures: the ubiquitous nature of Clostridium species in human decomposition. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 2096, 2017.

JAVAN, G.T. *et al.* Human Thanatomiome Succession and Time Since Death. **Nature**. v. 6, n. 1, p. 1-9, 2016a.

JAVAN, G.T. *et al.* The Thanatomiome: A Missing Piece of the Microbial Puzzle of Death. **Front Microbiol**. v. 24, n. 7, p. 225, 2016b.

JAVAN, G. T.; FINLEY, Sheree J. What Is the “Thanatomiome” and what is its relevance to forensic investigations? *In*: **Forensic Ecogenomics**. Academic Press, p. 133-143, 2018.

LIMA, H. B. DNA x Criminalidade. **Rev. Peritos Criminais**. n. 26, p. 8-11, 2007. Disponível em: [https://apcf.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Revista\\_APCF26.pdf](https://apcf.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Revista_APCF26.pdf)

LOOP. S. J. F. Brief Bio. Alabama State University (ASU), Montgomery, United States of America, 2022. Disponível em: <https://loop.frontiersin.org/people/302475/bio>. Acesso em 22/08/22.

MACIAS-CHAPULA, C. A. The role of informetrics and scientometrics in the national and international perspective. **Ci. Inf.** v. 27, n. 2, p. 1-7, 1998.

MARTINELLI, Willian de Falco. O papel da placa bacteriana calcificada na paleomicrobiologia. (**Dissertação de Mestrado**). Medical and Health Sciences, Universidade do Porto, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/107319>.

MINISTERIO DE JUSTICIA. Disponível em: <https://www.mjusticia.gob.es/es/institucional/organismos/instituto-nacional/intcf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

RAZERA, J.C.C. Contribuições da cienciometria para a área brasileira de educação em ciências. **Ciênc. Educ.** v. 22, n. 3, p. 1-4, 2016.

RESEARCH GATE. Gulnaz T Javan. Alabama State University. Department of Physical Science Program. Alabama, United States of America. 2022.

RTL. Laboratório Regional de Testes (RTL), Calcutá. Disponível em: <https://cpri.res.in/about-us/department-units/rtl-kolkata>. Acesso em: 02 mai. 2022.

SOBREIRA, A. Novos cortes na educação inviabilizam funcionamento das universidades federais no Ceará. **Brasil de Fato** – Uma visão popular do Brasil e do Mundo. Fortaleza, Ceará. 8 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/12/08/novos-cortes-na-educacao-inviabilizam-funcionamento-das-universidades-federais-no-ceara>. Acesso em 13 de dez. 2022.

## 6. Agradecimentos

Os autores deste trabalho financiaram esta pesquisa que foi realizada na Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

## Autores

Marcos Vinicius Sena de Oliveira<sup>1</sup>, Rodrigo Coelho Silva<sup>2</sup>, Flávia Melo Rodrigues<sup>3\*</sup>

1. Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Av. Universitária 1.440, Setor Universitário CEP: 74605-010, Goiânia, GO, Brasil.
2. Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética, Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Av. Universitária 1.440, Setor Universitário CEP: 74605-010, Goiânia, GO, Brasil.
3. Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética e Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Av. Universitária 1.440, Setor Universitário CEP: 74605-010, Goiânia, GO, Brasil. Instituto Acadêmico de Ciências da Saúde e Biológicas, Universidade Estadual de Goiás, BR-153 3105, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, GO, Brasil.

\* Autor para correspondência: [rflamelo@gmail.com](mailto:rflamelo@gmail.com)