

Análise bibliométrica dos riscos radiológicos na região Semiárida no Brasil

Bibliometric analysis of radiological risks in the Brazilian semiarid region

Mayra Jayne dos Santos de Oliveira 

Graduação em Física

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil

e-mail, mayra.jayne@escolar.ifrn.edu.br

Diego Brilhante da Silva 

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil

e-mail, diego-brilhante@hotmail.com

Yuri Gomes de Souza 

Mestre em Geografia

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil

e-mail, yurigomes.s28@gmail.com

Resumo

A presente pesquisa realizou uma análise bibliométrica da produção científica relacionada aos riscos associados à exposição à radiação na região Semiárida do Brasil, com foco na identificação de tendências, abordagens temáticas e redes de colaboração. A metodologia adotada baseou-se em um método quantitativo, com a coleta de dados focada na base Scopus, resultando em 13 publicações para análise. Os resultados da Scopus apontam para uma produção incipiente e esparsa, revelando um paradoxo central: apesar de o foco geográfico ser o Brasil, a liderança da pesquisa é predominantemente internacional. Como achado qualitativo fundamental, a pesquisa identificou uma robusta produção científica em teses e dissertações brasileiras não indexadas na base de dados, evidenciando uma significativa lacuna de visibilidade. Conclui-se que o estudo elucida a complexa estrutura deste campo, destacando um modelo de dependência externa e a necessidade de valorizar a produção nacional, oferecendo subsídios para políticas públicas de vigilância em saúde que integrem ambas as fontes de conhecimento.



<https://doi.org/10.28998/contegeo.10i.24.19967>

Artigo publicado sob a Licença Creative Commons 4.0

Submetido em: 06/08/2025

Aceito em: 31/10/2025

Publicado: 16/12/2025

e-Location: 19967

Palavras-chave: Radioproteção; nordeste brasileiro; contaminação ambiental; vigilância em saúde.

Abstract

This research conducted a bibliometric analysis of the scientific production related to the risks associated with radiation exposure in the Brazilian Semiarid region, focusing on the identification of trends, thematic approaches, and collaboration networks. The adopted methodology was based on a quantitative method, with data collection focused on the Scopus database, resulting in 13 publications for analysis. The Scopus results point to an incipient and sparse production, revealing a central paradox: despite the geographical focus being Brazil, research leadership is predominantly international. As a key qualitative finding, the research identified a robust scientific production in Brazilian theses and dissertations not indexed in the database, highlighting a significant visibility gap. It is concluded that the study elucidates the complex structure of this field, highlighting a model of external dependence and the need to value national production, offering support for public health surveillance policies that integrate both sources of knowledge.

Keywords: radiological protection; Brazilian Northeast; environmental contamination; health surveillance.

INTRODUÇÃO

O crescimento das atividades humanas que envolvem materiais radioativos tem provocado uma crescente preocupação em relação aos riscos radiológicos, sobretudo em regiões com infraestrutura limitada para monitoramento, diagnóstico e controle ambiental. Na região Semiárida do Brasil, essa relação torna-se ainda mais crítica, pois o território sofre historicamente com os efeitos de grandes secas e múltiplas condições de vulnerabilidade ambiental, social e econômica (Soares et al., 2002; Fernandes et al., 2006; Chaves et al., 2014; Salles et al., 2019; Santos et al., 2023).

As agendas governamentais passaram por mudanças significativas, em grande parte pela influência da sociedade civil, resultando em avanços no enfrentamento à seca e na promoção de um novo paradigma de convivência com o Semiárido. Contudo, a essa complexa realidade soma-se a preocupação com os riscos radiológicos, uma vez que a região apresenta um cenário geológico particular que a torna um foco de interesse para estudos sobre radioatividade natural (SILVA et al., 2018; OLIVEIRA, 2021; SANTOS et al., 2023).

Essa área é marcada pela presença da Província Pegmatítica da Borborema, uma área geologicamente rica em minerais que contêm elementos radioativos primordiais como urânio (U) e tório (Th). O urânio (U-238), em seu longo processo de

decaimento radioativo para atingir a estabilidade, gera uma série de subprodutos, incluindo o gás radônio (Rn-222) e o isótopo de chumbo (Pb-210) (COSTA JÚNIOR et al., 2013; OLIVEIRA, 2021; ALBUQUERQUE, 2022). Autores como Costa Júnior et al. (2013), Silva et al. (2018) e Oliveira (2021) lembram que a exposição a esses elementos representa um sério risco à saúde pública.

O radônio é um gás inodoro e incolor, classificado como carcinogênico do “grupo 1” pela Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC), sendo a segunda principal causa de câncer de pulmão, superado apenas pelo tabagismo. O chumbo-210, por sua vez, quando inalado ou ingerido, pode se depositar nos ossos, contribuindo para o aumento da dose de radiação interna, potencializando o risco desta doença (COSTA JÚNIOR et al., 2013; SILVA et al., 2018; OLIVEIRA, 2021).

A exposição da população do Semiárido a esses radionuclídeos ocorre por múltiplas vias. A areia utilizada na construção civil ou minerais contidos em fertilizantes pode desencadear a introdução de gás radônio no interior de residências e outros ambientes associados. Além disso, a ingestão de água e alimentos constitui outra importante fonte de contaminação direta e indireta (CONCEIÇÃO; BONOTTO, 2003; COSTA JÚNIOR et al., 2013; SILVA et al., 2018; OLIVEIRA, 2021).

É importante destacar que as normas de proteção radiológica voltadas para a saúde humana podem não ser suficientes para garantir a proteção de ecossistemas inteiros, que abrigam organismos com diferentes suscetibilidades (GOMIDE JÚNIOR, 2008). Nessa perspectiva, autores enfatizam que a legislação ambiental brasileira encontra-se defasada e pouco aplicada, o que entende-se a existência de lacunas e a necessidade de estudos que maximizem essa área de conhecimento (CHAVES et al., 2014; ALBUQUERQUE, 2022; ZANETTI et al., 2025).

Para mapear o cenário científico atual, a análise bibliométrica se apresenta como um método acessível e viável (CHUEKE; AMATUCCI, 2015). Com isso, este estudo utilizou a base de dados Scopus, reconhecida por sua abrangência na indexação de publicações (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Contudo, é preciso reconhecer que tal plataforma pode apresentar lacunas, por não indexar integralmente trabalhos como teses e dissertações, a exemplo de Gomide Júnior (2008) e Oliveira (2021), que representam um corpo de conhecimento relevante, indicando uma limitação na cobertura da própria base de dados.

A presente pesquisa buscou realizar uma análise bibliométrica da produção científica relacionada aos riscos radiológicos na região Semiárida do Brasil, com ênfase na identificação das principais tendências, abordagens temáticas e áreas de concentração das pesquisas desenvolvidas entre os anos de 2000 e 2025.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa, operacionalizada por meio de uma análise bibliométrica. Este método foi escolhido por permitir mapear a estrutura intelectual e medir a influência de autores, instituições e periódicos em um campo de pesquisa específico da radiologia em ambiente Semiárido (Chueke; Amatucci, 2015; Drijvers et al., 2020).

Dentre as bases de dados acadêmicas disponíveis (e.g., Web of Science, Google Scholar), optou-se pela Scopus. A escolha justifica-se por sua notória abrangência na indexação de publicações e periódicos, bem como pela riqueza dos metadados que fornece para análise, como afiliações institucionais, referências citadas e informações documentais detalhadas (van Eck; Waltman, 2010).

A coleta de dados foi realizada em 25 de abril de 2025. A estratégia de busca foi desenhada para maximizar a precisão e a recuperação de documentos pertinentes, utilizando descritores específicos aplicados aos campos de título, resumo e palavras-chave (Title-Abs-Key).

A consulta foi estruturada com operadores booleanos para combinar os conceitos centrais da pesquisa, conforme a seguinte sintaxe: TITLE-ABS-KEY ("risco radiológico" OR "riscos radiológicos" OR "exposição à radiação " OR "radiological risk" OR "radiological risks" OR "radiation exposure") AND TITLE-ABS-KEY ("semiárido" OR "semi-árido" OR "região semiárida" OR "sertão" OR "caatinga" OR "nordeste do brasil" OR "semiarid region" OR "semi-arid" OR "northeast brazil") AND PUBYEAR > 2010 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Portuguese") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")). Esta busca inicial retornou um total de 40 documentos.

Com o conjunto inicial de documentos, foi conduzido um processo criterioso com os filtros supracitados, de modo a refinar a amostragem e garantir a relevância do

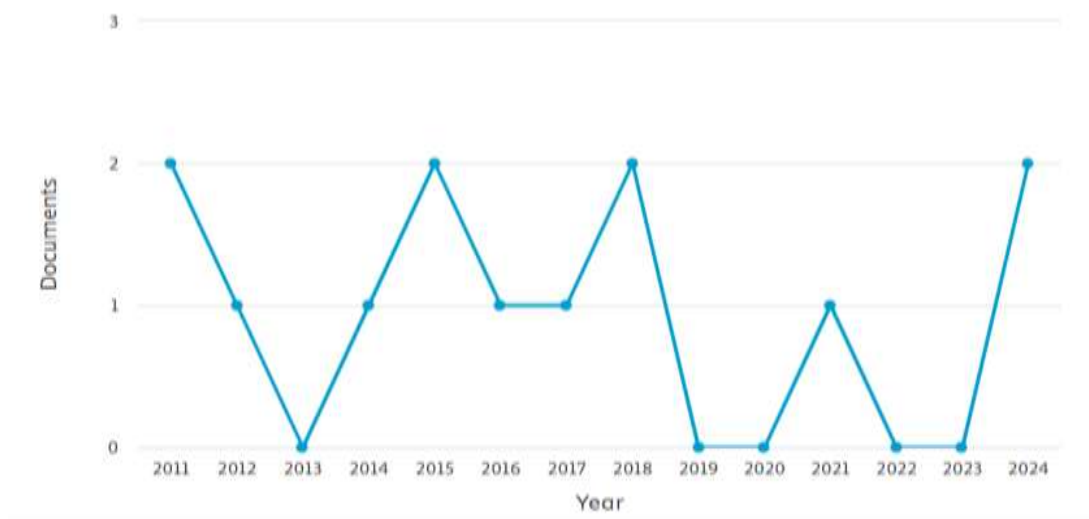
material analisado. Uma análise preliminar revelou a ausência de publicações ao escopo do estudo no período de 2000 a 2010, sendo o primeiro registro encontrado no ano de 2011. Por essa razão, os critérios de inclusão focaram em artigos científicos e de conferência de acesso aberto, publicados entre 2011 e 2024, nos idiomas português, inglês ou espanhol. Após a verificação da relevância temática, 13 publicações compuseram o portfólio de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da distribuição temporal das publicações sobre riscos radiológicos na região semiárida do Brasil, com base no portfólio de 13 documentos selecionados, revela uma produção científica esparsa ao longo do período de 2011 a 2024 (Figura 1). A Figura 1 ilustra a evolução anual, evidenciando um padrão de flutuação com picos de atividade intercalados por anos de silêncio científico.

A produção científica sobre o tema inaugurou-se em 2011, com 2 publicações, seguido por uma queda para 1 artigo em 2012 e uma ausência total em 2013. Um novo ciclo de interesse parece surgir a partir de 2014 (1 artigo), culminando em um segundo pico de 2 artigos em 2015. Nos dois anos seguintes, a produção se manteve baixa e constante, com 1 artigo por ano (2016 e 2017), antes de apresentar 2 artigos em 2018. Nos dois anos seguintes, a produção se manteve baixa e constante, com 0 artigos por ano (2019 e 2020), antes de apresentar 1 artigo em 2021. Nos dois anos seguintes, a produção se manteve baixa e constante, com 0 artigos por ano (2022 e 2023), antes de apresentar 2 artigos em 2024.

Figura 1 - Evolução das publicações sobre Riscos Radiológicos no Semiárido brasileiro



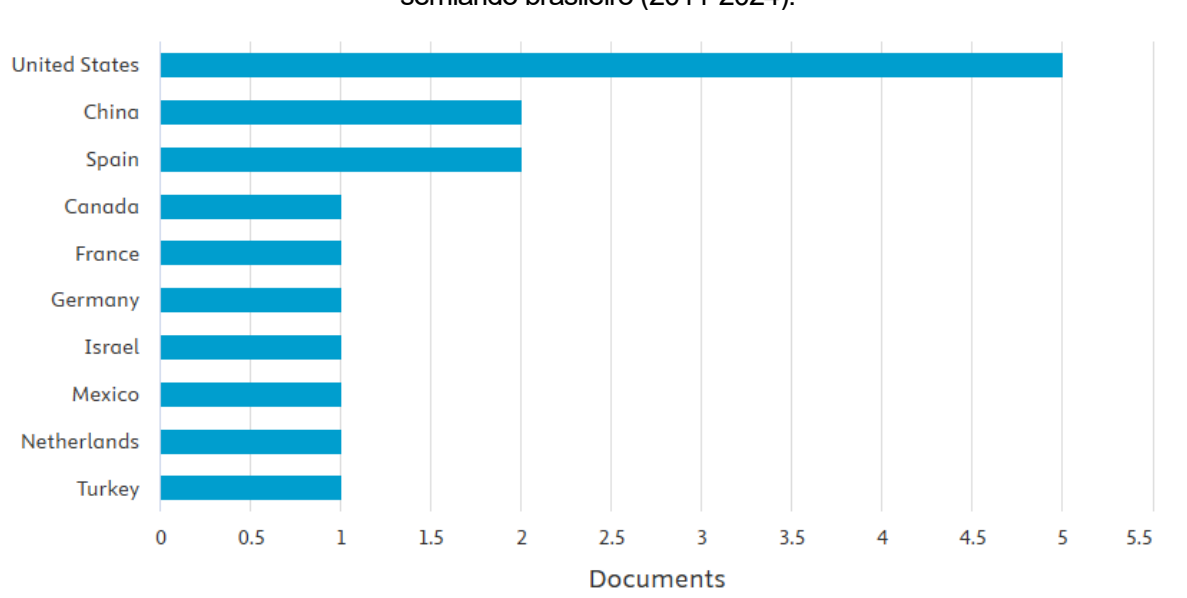
Fonte: Elsevier Scopus (2025).

Um dos achados mais notáveis é a lacuna de publicações nos anos de 2019 e 2020, seguida por um breve retorno em 2021 (1 artigo), e um outro em 2022 e 2023. O período de análise encerra-se com uma retomada expressiva em 2024, que iguala os anos de maior produtividade com 2 publicações.

O comportamento flutuante da produção científica sugere que a pesquisa sobre riscos radiológicos no semiárido não representa uma linha de investigação contínua e consolidada na academia brasileira. Em vez disso, acredita-se ser impulsionada por iniciativas pontuais, que podem estar associadas a projetos de pesquisa com duração determinada, a atividades científicas atreladas à elaboração de dissertações de mestrado e teses de doutorado, a disfunções causadas pela pandemia de COVID-19, e/ou a flutuações no financiamento de ciência e tecnologia.

A análise das afiliações institucionais permite identificar os centros de pesquisa que funcionam como os principais polos de produção científica sobre o tema. A Figura 2 exibe os países mais produtivos neste levantamento, revelando uma estrutura de colaboração internacional proeminente.

Figura 2 - Distribuição da produção científica por país de afiliação sobre os riscos radiológicos no semiárido brasileiro (2011-2024).



Fonte: Elsevier Scopus (2025).

Os dados mostram que os Estados Unidos é o país líder na produção de conhecimento sobre o tema, com 5 publicações. Em um segundo patamar de produtividade, encontram-se China e Espanha, com 2 publicações cada. O restante da

produção está disperso entre várias nações, como Canadá, França, Alemanha, Israel, México, Holanda e Turquia, todas com uma única publicação.

Entretanto, a ausência de instituições brasileiras no ranking não significa que elas não participam ou não produzem, mas sim que a base Scopus não contemplou o filtro estabelecido no presente trabalho.

Uma pesquisa em repositórios acadêmicos brasileiros revela a existência de uma robusta literatura, composta por trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses que, apesar de sua alta relevância, não figuram nos resultados quantitativos desta base de dados (Gomide Júnior, 2008; Finamore, 2015; Santos, 2018; Oliveira, 2021).

Essa produção acadêmica não indexada é de suma relevância para o debate científico. Como exemplos, destacam-se teses de doutorado que realizam análises aprofundadas sobre o risco à saúde de populações expostas à radioatividade natural no Semiárido do Nordeste brasileiro (SANTOS, 2018) e investigações detalhadas sobre a exposição humana à radiação natural em municípios específicos, como Lajes Pintadas, no interior do Rio Grande do Norte (OLIVEIRA, 2021).

Ainda, dissertações e teses que propõem metodologias complexas para o diagnóstico e monitoramento de riscos ambientais, bem como os desdobramentos da legislação na mineração de urânio, como o caso de Caetité, na Bahia (GOMIDE JÚNIOR, 2008; FINAMORE, 2015). Esses trabalhos demonstram a existência de pesquisa de campo rigorosa, com coleta de dados primários e análises contextualizadas que são essenciais para implementação e fiscalização de políticas públicas (CAMPOS et al., 2013; COSTA JÚNIOR et al., 2013; SANTOS, 2018; OLIVEIRA, 2021).

Além disso, outras pesquisas como Ortueta Milán et al. (2023) observaram a ocorrência de radônio (Rn-222) em fontes de água subterrânea utilizadas por comunidades rurais no Semiárido da Paraíba. Os resultados indicaram concentrações do gás superiores ao limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), evidenciando a necessidade urgente de estratégias de monitoramento ambiental e mitigação dos riscos radiológicos. Inclusive, os autores reforçam a importância da integração entre dados geológicos, sensoriamento remoto e medições diretas de radioatividade para a identificação precisa de regiões vulneráveis, afinal a:

“ingestão prolongada de águas com alta concentração de radônio em comunidades rurais do semiárido pode gerar uma dose efetiva superior ao limite anual de 1 mSv estabelecido pela OMS, representando risco crônico à saúde” (Ortueta Milán et al., 2023, p.45).

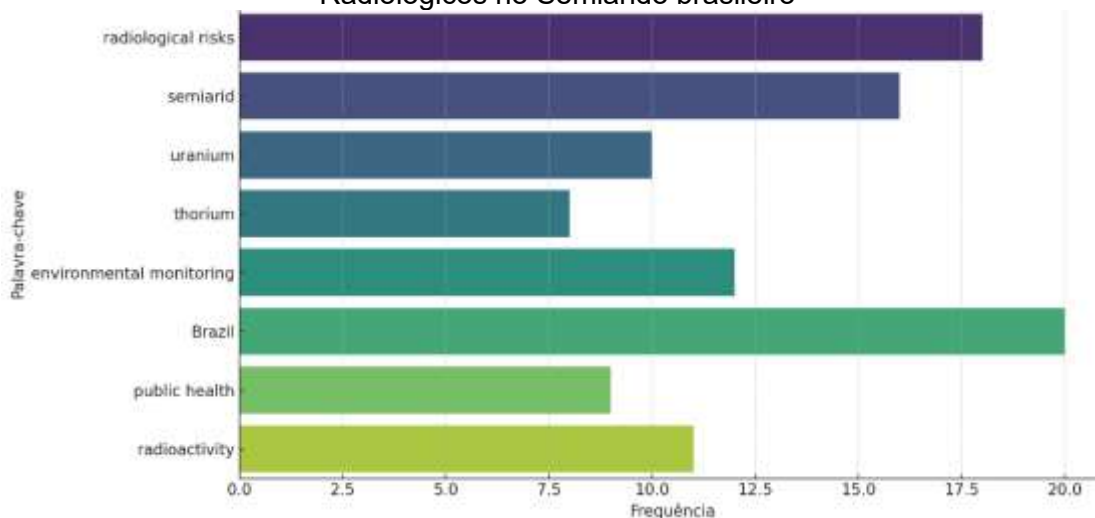
Complementando essas contribuições, Damascena et al. (2019), realizaram caracterizações radiométricas em áreas do Seridó (PB e RN), revelando níveis de radioatividade em rochas graníticas até 58 vezes superiores aos valores médios da crosta terrestre, destacando a importância do mapeamento geológico na identificação de áreas de risco.

Martinelli et al. (2023) sugerem que estratégias de mitigação devem considerar a integração entre dados geológicos, radioativos e epidemiológicos, com uso de ferramentas de geoprocessamento, para orientar políticas públicas voltadas à justiça ambiental e vigilância em áreas afetadas. Ainda, os autores reforçam que:

“existe uma correlação espacial significativa entre áreas com radioatividade natural elevada e maior incidência de câncer no Rio Grande do Norte, especialmente pulmão, estômago e mama, o que demanda maior atenção à vigilância em saúde” (Martinelli et al., 2023, p. 56789).

Em termos das palavras-chave que apresentaram maior recorrência científica, tem-se: “radiological risks” (riscos radiológicos), “uranium contamination”, “natural radioactivity”, “groundwater, semi-arid region e environmental monitoring”, conforme se observa na Figura 3. A alta frequência dessas expressões evidencia o foco das pesquisas nos impactos ambientais e na saúde pública decorrentes da exposição a fontes naturais e artificiais de radiação, especialmente em áreas com vulnerabilidades socioambientais acentuadas.

Figura 3 - Palavras-chave com maior recorrência na produção científica sobre Riscos Radiológicos no Semiárido brasileiro



Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos dados das bases Scopus.

A presença de radioatividade natural no embasamento geológico do Semiárido brasileiro é um fator amplamente reconhecido na literatura científica. Segundo Amaral et al. (2014),

“as rochas graníticas e os terrenos cristalinos que compõem o embasamento geológico da região Nordeste são naturalmente ricos em elementos radioativos, como urânio, tório e potássio-40, o que contribui para a elevação dos níveis de radiação natural em algumas localidades” (Amaral et al., 2014, p. 255).

Esses elementos, quando lixiviados pelas águas subterrâneas, podem atingir concentrações significativas em poços e aquíferos utilizados para abastecimento humano, representando um risco potencial à saúde das populações locais (Amaral et al., 2014).

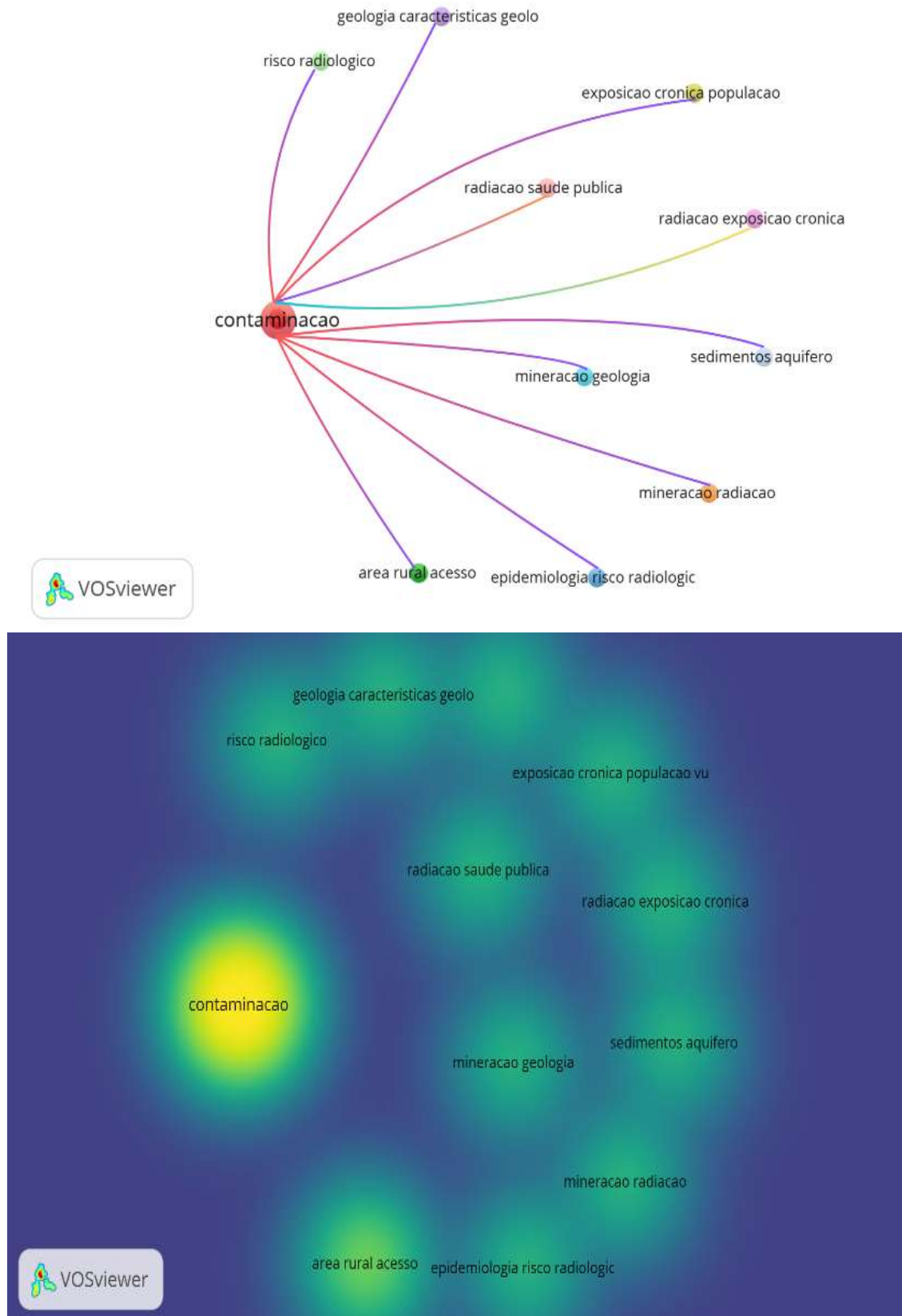
A análise de coocorrência realizada pelo software VOSviewer gerou dois mapas (Figura 4) de densidade semântica, no qual se destacam dois grandes agrupamentos temáticos: 1) Ambiental e geológico – com foco em contaminação de solos, aquíferos e sedimentos, geralmente associados à mineração e características geológicas do terreno; e 2) Epidemiológico e sanitário – concentrado em impactos da exposição crônica à radiação na saúde da população, especialmente em áreas rurais com baixo acesso a serviços de saúde.

Outro dado relevante é o surgimento, nos últimos cinco anos, de palavras-chave como “vulnerabilidade socioambiental”, “justiça ambiental” e “comunicação de risco”, suscitando não apenas uma maior necessidade de pesquisas com interfaces e abordagens interdisciplinares, como também da inadiável inserção das dimensões sociais diante dos potenciais riscos radiológicos.

Este fato é crucial para a discussão, pois explica, em parte, o paradoxo encontrado nos dados da Scopus: a aparente fragmentação da produção institucional brasileira pode mascarar um ecossistema de pesquisa de pós-graduação denso e altamente especializado, que não se converte, na mesma proporção, em artigos em periódicos internacionais indexados nesta base.

Portanto, a lacuna de conhecimento identificada por esta análise bibliométrica é dupla. Não se trata apenas de uma carência de estudos sobre o tema em escala nacional e internacional, mas também de uma lacuna de visibilidade da própria ciência, cujos trabalhos mais aprofundados permanecem, em grande parte, restritos aos repositórios de suas universidades.

Figura 4 - Mapas de coocorrência de palavras-chave em publicações científicas sobre riscos radiológicos no Semiárido brasileiro



Fonte: Elaborado pelo autor (2025), com base nos dados extraídos das plataformas científicas e processados no software VOSviewer.

A valorização e integração dessa produção são fundamentais para que se tenha um diagnóstico completo dos riscos radiológicos no Semiárido e para a formulação de políticas públicas de vigilância em saúde que sejam, de fato, baseadas na melhor evidência científica disponível, gerada no contexto do próprio país (FINAMORE, 2015; SANTOS, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento teórico da presente pesquisa permitiu mapear a produção científica sobre os riscos radiológicos na região Semiárida do Brasil. Embora o foco geográfico do problema seja o Brasil, a base de dados demonstra que a liderança em termos de autores, instituições e países mais produtivos é predominantemente estrangeira, com destaque para os Estados Unidos.

Parcela significativa do conhecimento nacional sobre o tema está consolidada na forma de teses e dissertações, uma literatura de grande rigor científico, mas que não foi capturada por indexadores como a Scopus. A existência de trabalhos detalhados sobre os riscos à saúde em populações do Semiárido, a exposição humana em municípios específicos e os conflitos socioambientais da mineração de urânio demonstra que a pesquisa nacional é aprofundada e de grande relevância, no enquanto, percebe-se, nesta base de dados, uma lacuna de visibilidade.

A análise temática demonstrou a natureza interdisciplinar dos riscos radiológicos em eixos voltados ao meio ambiente, geologia, aos eventos epidemiológicos e sanitários. Para além da realização de novas pesquisas, entende-se que existe a necessidade de alguns direcionamentos, a saber: a) A legislação brasileira contempla uma proteção integral da sociedade frente aos riscos radiológicos? Quais os municípios do Nordeste apresentam maiores índices de susceptibilidade a este tipo de radiação? Como tem sido o papel das prefeituras no monitoramento da saúde pública? O maior risco é permitir que a falta de respostas consolide um dano permanente e silencioso sobre este cenário socioambiental.

REFERÊNCIAS

AMARAL, V. S. do *et al.* Geologia e recursos minerais da Província Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 47, n. 3, p. 512–528, 2014.

ALBUQUERQUE, Bruno César Dias de. **Radioatividade natural: instrumentos legais e normativos no Brasil e interações do radônio outdoor com variáveis micrometeorológicas no Planalto da Borborema**. 2022. 126 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

BRITO, R. L. F. de; CRUZ, A. T. de O.; BOMFIM, L. C.; GUIMARÃES, M. D. Avaliação clínica e radiológica dos pacientes portadores de Síndrome Respiratória Aguda Grave e Covid-19 admitidos em um hospital terciário do Vale do São Francisco. **Revista de Ensino, Ciência e Inovação em Saúde**, v. 1, n. 1, p. 62-66, 2020.

CAMPOS, T. F. C. *et al.* O gás radônio e a radiação natural em terrenos metagraníticos e pegmatíticos: o caso do município de Lages Pintadas (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista de Geologia**, v. 26, n. 2, p. 45–52, 2013.

CHAVES, L. C. C. *et al.* Water mutagenic potential assessment on a semiarid aquatic ecosystem under influence of heavy metals and natural radioactivity using micronuclei test. **Environmental Science and Pollution Research International**, p. 1–9, 2016.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao tema. **Revista de Administração de Roraima**, v. 5, n. 2, p. 119–136, 2015.

COSTA JÚNIOR, C. E. O. *et al.* Estimação da dose de radiação por incorporação de Pb-210 nos ossos de habitantes de Recife/Pernambuco, Brasil. **Scientia Plena**, v. 9, n. 8, p. 081010-1–10, 2013.

COSTA, L. F.; SOUSA, M. T.; REIS, J. P. Monitoramento de radioatividade natural no Semiárido brasileiro. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 87–95, 2018.

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Use of U-isotope disequilibrium to evaluate the weathering rate and fertilizer-derived uranium in São Paulo state, Brazil. **Environmental Geology**, v. 44, p. 408-418, 2003.

DAMASCENA, R.; SILVA, A. M.; OLIVEIRA, T. J. Radiometric and mineralogical characterization of areas with radioactive potential in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte. **INIS – International Nuclear Information System**, 2019. Disponível em: <https://inis.iaea.org/records/zt5gt-vjj36>. Acesso em: 30 abr. 2025.

DRIJVERS, P. *et al.* Trends in educational research: a bibliometric analysis of the journal Educational Studies in Mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 105, p. 1–20, 2020.

FERREIRA, A. L.; LIMA, J. B.; OLIVEIRA, P. M. Radiação natural e saúde pública no Semiárido: um desafio emergente. **Saúde e Ambiente em Foco**, v. 5, n. 1, p. 33–44, 2020.

FERNANDES, H. M.; LAMEGO SIMÕES FILHO, F. F.; PEREZ, V.; FRANKLIN, M. R.; GOMIERO, L. A. Radioecological characterization of a uranium mining site located in

a semi-arid region in Brazil. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 88, n. 2, p. 140-157, 2006.

FINAMORE, R. G. da S. **Riscos, saúde e alternativas de produção de conhecimentos para a justiça ambiental: o caso da mineração de urânio em Caetité, BA**. 2015. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015.

GOMIDE JÚNIOR, M. R. **Radiações eletromagnéticas não ionizantes em unidades de conservação da natureza: diagnóstico, proposta para mapeamento, monitoramento, avaliação de riscos e licenciamento ambiental**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA (IRD). **IRD**. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ird>. Acesso em: 30 abr. 2025.

MARQUES, A. C.; LIMA, V. H. A bibliometria como ferramenta de análise científica: aplicações e perspectivas. **Revista Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 45–58, 2021.

MARTINELLI, C.; MEDEIROS, J. M.; GOMES, R. A. Analysis of the cancer occurrence related to natural radioactivity in the Rio Grande do Norte State, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, p. 56789–56802, 2023.

MELO, R. L. G.; ARAÚJO, S. M. S.; SOUSA, M. R. Contaminação radioativa associada à mineração de fosfato no Semiárido nordestino. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 190, p. 109–117, 2022.

OLIVEIRA, M. A.; LIMA, E. R. Vulnerabilidade socioambiental e riscos radiológicos no Semiárido brasileiro: um estudo de caso em comunidades rurais. **Cadernos de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 55–71, 2021.

OLIVEIRA, R. da C. D. **Análise da exposição humana à radiação natural no município de Lajes Pintadas, Rio Grande do Norte**. 2021. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

OLIVEIRA, T. S. *et al.* Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento de áreas com potencial de contaminação radioativa no Semiárido. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 48, n. 2, p. 320–332, 2021.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **WHO handbook on indoor radon: a public health perspective**. Geneva: World Health Organization, 2021.

ORTUETA MILÁN, M.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; VALCARCEL ROJAS, L. A. Radiological risk associated with ²²²Rn occurrence in groundwater sources of rural communities in the semiarid region of Paraíba, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 195, n. 1, p. 43–54, 2023.

SALLES, K. C. S.; ROCHEDO, E. R. R.; FIEL, J. C. B.; WASSERMAN, M. A. V. Contribuição para o mapeamento da radioatividade natural no Brasil - exposição externa. **Geochimica Brasiliensis**, v. 33, n. 1, p. 89-97, 2019.

SANTOS, M. N. R. dos. **Análise do risco à saúde de uma população exposta à radioatividade natural no Semiárido do Nordeste brasileiro**. 2018. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SANTOS, Y. C. dos *et al.* Enfrentamento aos riscos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro: a adaptação climática como uma nova agenda governamental. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 22, n. 1, p. 46–66, 2023.

SILVA, M. L. N. da; CAVALCANTI NETO, M. T. de O.; ARAÚJO, B. M. S. de. Radioatividade das areias da construção civil de Natal/RN. In: **Terra-Habitats Urbanos e Rurais**, 2018. p. 1535–1542.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 6, p. 1713–1724, nov.–dez. 2002.

UNSCEAR – UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020 Report**. New York: United Nations, 2020.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.