

PALEOSSOLOS BRASILEIROS – O estado da arte

PALEOSSOLOS BRASILEÑOS - El estado del arte

BRAZILIAN PALEOSSOLOS - State of the art

RESUMO

Paleossolos são solos formados em paisagens de uma época passada. São importantes registros paleoambientais, pois conservam informações do passado e processos que acarretaram no surgimento das paisagens presentes. Assim sendo, o estudo de solos do passado é importante para a compreensão e entendimento da origem e evolução da paisagem até tempo presente. Neste sentido, este trabalho buscou por meio de uma abordagem cientométrica verificar o estado da arte sobre paleossolos no Brasil de 1980 a 2020. As publicações sobre paleossolos foram pesquisadas nas seguintes bases de dados: periódicos da CAPES e Google Scholar®. A quantificação das publicações foi realizada com base em: i) ano das publicações; ii) área de estudo; iii) periódicos que realizaram publicações; iv) universidades responsáveis pelas pesquisas. Constatou-se que a maior parte das publicações foram desenvolvidas a partir do ano 2000. As áreas pesquisadas estão predominantemente no Sul e Sudeste (90%), bem como as instituições envolvidas (85%).

Palavras-chave: solo, publicações, cienciometria.

ABSTRACT

Paleosols are soils formed in landscapes of a bygone era. Paleoenvironmental records are important, as we preserve information from the past and processes that will not be displayed in the present landscapes. Therefore, the study of solutions from the past is important for understanding and understanding the origin and evolution of the landscape up to the present time. In this sense, this work sought through a scientometric approach to verify the state of the art on paleosols in Brazil from 1980 to 2020. As publications on paleosols were searched in the following databases: CAPES journals and Google Scholar®. Quantification of publications was performed based on: i) year of publications; ii) study area; iii) journals that make publications; iv) universities responsible for research. It was found that most publications started in the year 2000. As areas surveyed predominantly in the South and Southeast (90%), as well as applied institutions (85%).

Keywords: soil, publications, scientometrics.

RESUMEN

Los paleoles son suelos formados en paisajes de una época pasada. Los registros paleoambientales son importantes, ya que preservamos la información del pasado y los procesos que no se mostrarán en los paisajes actuales. Por lo tanto, el estudio de soluciones del pasado es importante para comprender y comprender el origen y la evolución del paisaje hasta la actualidad. En este sentido, este trabajo buscó a través de un enfoque cientométrico para verificar el estado del arte en paleosuelos en Brasil desde 1980 hasta 2020. A medida que se buscaban publicaciones sobre paleosuelos en las siguientes bases de datos: revistas CAPES y Google Scholar®. La cuantificación de las publicaciones se realizó en función de: i) año de publicaciones; ii) área de estudio; iii) revistas que hacen publicaciones; iv) universidades responsables de la investigación. Se descubrió que la mayoría de las publicaciones comenzaron en el año 2000. Como áreas encuestadas predominantemente en el sur y sureste (90%), así como instituciones aplicadas (85%).

Palabras clave: suelo, publicaciones, cienciometría.

Introdução

Paleossolos são solos que evidenciam antigos ambientes, contendo em sua estrutura registros referentes ao clima, vegetação, relevo e atividade pedogenética de sua formação (WRIGHT, 1992; KRAUS, 1992). Um paleossolo trata-se, portanto, do testemunho de um ambiente passado, representando um paleoambiente muito distinto daquele que o sucedeu.

Compreender o passado é indispensável para que possamos entender o tempo presente, de modo que os paleossolos podem ser considerados chaves que abrem as portas das paisagens do passado. Segundo Troppmair (2006) o geógrafo estuda o solo para poder obter dados que expliquem a organização do espaço e da paisagem, considerando o passado e, os processos pretéritos responsáveis pela sua alteração até o presente. Deste modo, os paleossolos podem ser entendidos como um registro importante para o entendimento da origem e evolução da paisagem (SILVA, 2011).

O solo pode ser interpretado como o produto do intemperismo químico, físico ou biológico ocorrente no ambiente. Para a Pedologia, ciência de estudo do solo, este se define como uma coleção de corpos dinâmicos, resultantes da transformação do material constituinte ao longo do tempo (LEPSCH, 2002). Diversas áreas estudam os solos, na geografia, por exemplo, buscam-se informações sobre a organização e formação da paisagem de um determinado espaço (TROPMAIR, 2006). Dentre os estudos que envolvem os solos, encontra-se a paleopedologia (do grego paleo = antigo + pedos = solo), ciência que estuda os solos antigos.

Segundo o IBGE (2007) um paleossolo trata-se de um solo formado no passado e posteriormente recoberto por sedimentos. Porém, é importante frisar que nem todo solo soterrado trata-se de um paleossolo. É necessário que este seja resultante de condições ambientais pretéritas diversas das condições reinantes na atualidade (LADEIRA, 2010). De acordo com Pierini e Mizusaki (2007) paleossolo (Figura 1 e 2) é um solo formado em condições passadas em superfícies estáveis, o qual não foi erodido devido à cobertura sedimentar mais recente ou permaneceram expostos, mas, sua gênese é dissociada do ambiente atual.

Comumente são considerados três grupos de paleossolos, a saber: soterrados, exumados e relictos (RUHE, 1975; ANDREIS, 1981; HALL 1983; SMITH, 1990; NETTLETON *et al.*, 2000). Segundo Andreis (1981), de forma simplificada e objetiva, os paleossolos podem ser assim definidos:

- *Paleossolos relictos*: Aqueles que não foram soterrados ou erodidos permaneceram expostos desde sua formação.
- *Paleossolos exumados*: Aqueles nos quais estiveram soterrados, preservando suas características pedológicas, e depois de um período de tempo foi reexposto por algum tipo de processo natural ou antrópico, como erosão de sua cobertura.
- *Paleossolos soterrados*: Aqueles que foram formados em um tipo de superfície e posteriormente recobertos por depósitos sedimentares.

Para a identificação de um paleossolo destacam-se três feições importantes: marcas de raízes, estruturas pedogenéticas e horizontes de solo (RETALLACK, 1990). Estas feições são consideradas diagnósticas uma vez que não são produzidas por processos diagenéticos. Dentre estas três, destacam-se as marcas de raízes, que como apontado por Retallack (1988) são suficientes para a identificação, pois além de evidenciarem a presença de plantas, os formatos e bifurcações das raízes podem apontar dados sobre que tipos de plantas e drenagem ocorriam neste solo.

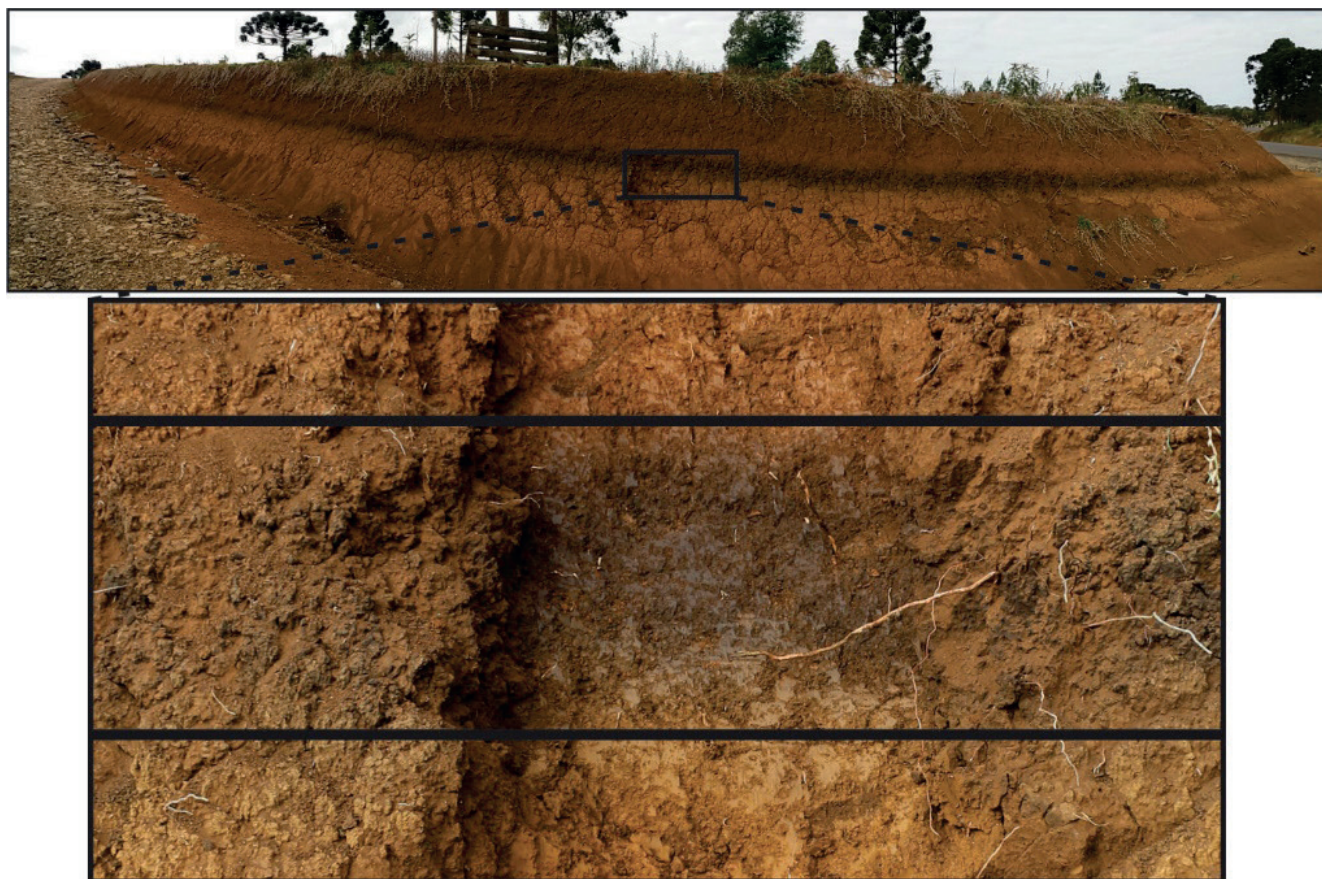


Figura 1: Paleossolo exposto em corte de estrada em Inácio Martins. a) foro panorâmica da disposição do paleossolo no afloramento; b) detalhe do paleossolo. - PR.

Fonte: Stevanato (2018)

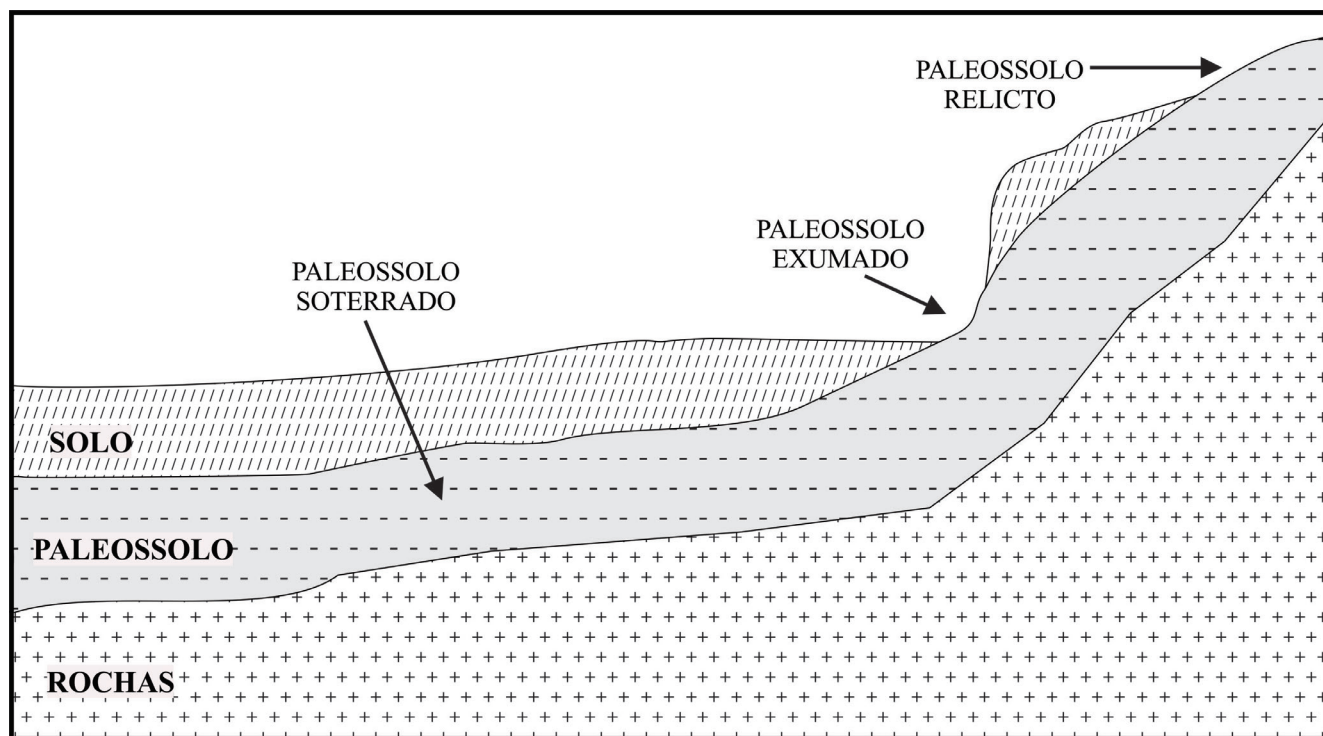


Figura 2. Perfil esquemático de paleossolo Relicto, Exumado e Soterrado.

Fonte: Stevanato (2018)

Segundo Palmieri e Larach (1996), os paleossolos expressam os efeitos das condições ambientais que prevaleceram ou ainda prevalecem no ambiente. A reconstituição de episódios pedológicos representa uma ferramenta eficaz para interpretações da evolução geomorfológica, tendo em vista que os solos reúnem informações sobre possíveis mudanças ou alterações climáticas e/ou da cobertura vegetal durante o período Quaternário (MOURA, 1994).

No entanto, apesar da importância dos paleossolos para a compreensão da ciclicidade ambiental, a literatura científica, relativa a esse tema, demonstra que os paleossolos brasileiros são pouco estudados ou mesmo conhecidos. Tome-se, por exemplo, o trabalho de revisão de Silva (2011), no qual problematiza a aplicabilidade dos paleossolos como apoio nos estudos paleoambientais quaternários. A revisão efetuada pelo autor citado demonstra sua preocupação com os rumos das pesquisas sobre paleossolo, cujo tema parece estar ausente do montante de bibliografias atuais.

Deste modo, o presente trabalho utilizou a cienciometria e bibliometria para quantificar a produção científica, com o objetivo de inventariar a bibliografia sobre paleossolos entre o final do século XX (1980) e século XXI. A cienciometria e a bibliometria são ferramentas que permitem a observação do estado da ciência e da tecnologia através da produção da literatura científica de forma geral, em um determinado nível de especialização (OKUBO, 1997). Objetivando a identificação de domínios e concentração de interesses, buscou-se por aplicações de pesquisa, número de publicações e possíveis lacunas desta restrita área do conhecimento em nosso país. De posse de tais informações é possível estabelecer prioridades de estudo e fornecer subsídios para contribuir com as pesquisas da área.

Materiais e métodos

Segundo McGrath (1989) a cienciometria utiliza como método a análise e o conjunto de correspondência, e a bibliometria utiliza do método de ranqueamento, frequência e distribuição. Com base nestes estudos de aspectos quantitativos da produção, delimitou-se a busca e análise das publicações.

Por se tratarem de plataformas de peso e confiabilidade acadêmica, foram utilizados os buscadores de periódicos da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), e *Google Scholar*® (www.scholar.google.com.br), selecionando os artigos publicados em periódicos científicos nacionais e internacionais. O procedimento adotado foi a busca por palavras-chave, em inglês, português e espanhol, relacionadas ao tema (paleopedologia; paleossolo; solos do quaternário; *paleopedology*; *paleosol*; *quaternary soils*; *paleopedología*; *paleosol*; *suelos cuaternarios*).

Os dados extraídos foram quantificados e tabelados, segundo os critérios de: i) ano das publicações, ii) área de estudo, iii) periódicos que realizaram publicações, iv) universidades responsáveis pelas pesquisas. O recorte temporal (1980-2020) foi delimitado pela existência dos trabalhos. O primeiro trabalho publicado em periódico que utiliza paleossolo brasileiro data o ano de 1980, assim realizou-se o levantamento a partir desta data até o ano de realização desta pesquisa (2020).

Por fim operacionalizou-se a espacialização geográfica das pesquisas existentes por meio de mapeamento utilizando o *software Quantum Gis*®, assinalando as regiões onde se localizam os paleossolos pesquisados, as áreas de estudo.

Paleossolos do Brasil – distribuição espacial dos trabalhos desenvolvidos entre 1980 e 2020

Na figura 3 é apresentada a distribuição dos trabalhos utilizando paleossolos no território nacional desde a década de 1980.



- | | | |
|-------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.Santos (1986) | 17.Dal' Bó, Basilici e Angélica (2010) | 33.Lima et al (2017) |
| 2.Paisani (2004) | 18.Gross et al (2011) | 34.Nascimento, Batezelli e Ladeira (2017a) |
| 3.Oliveira e Lima (2004) | 19.Dal' Bó e Basilici (2011) | 35.Nascimento, Batezelli e Ladeira (2017b) |
| 4.Silva et al (2004) | 20.Camargo Filho et al (2011) | 36.Silva, Batezelli, e Ladeira.(2017a) |
| 5.Ladeira e Santos (2005) | 21.Guerra e Paisani (2012) | 37.Silva, Batezelli, e Ladeira (2017b) |
| 6.Dal' Bó e Ladeira (2006) | 22.Horn; Pereira e Schultz (2013) | 38.Paisani, et al (2017a) |
| 7.Santos e Ladeira (2006) | 23.Paisani et al (2013) | 39.Paisani, et al(2017b) |
| 8.Medeanik e Stevaux (2008) | 24.Guerra e Paisani (2013) | 40.Silva, Batezelli e Ladeira (2018) |
| 9.Fernandes e Basilici (2008) | 25.Pereira e Guerra (2014) | 41.Nascimento, Batezelli e Ladeira (2018) |
| 10.Dal'bó et al (2009) | 26.Batezelli, Ladeira e Assine (2014) | 44.Biffi e Paisani (2019) |
| 11.Ribeiro (2009) | 27.Silva, Batezelli e Ladeira (2015) | 45.Delgado, et al (2019) |
| 12.Fernandes (2010) | 28.Silva, Batezelli e Ladeira (2016) | 46.Mescolotti, et al (2019) |
| 13.Camargo Filho et al (2010) | 29.Camargo Filho et al (2016) | 47.Silva, Batezelli e Ladeira (2019) |
| 14.Dal' Bó e Basilici (2010) | 30.Paisani et al (2016) | 48.Pereira, Paisani e Paisani (2020) |
| 15.Vasconcelos et al (2010) | 31.Paisani S. et al (2016) | 49.Pagotto, Paisani, e Sordi (2020) |
| 16.Ribeiro e Ribeiro (2010) | 32.Nascimento, Ladeira, Batezelli (2017) | |

Figura 3. Distribuição dos trabalhos de paleossolo desenvolvidos no território nacional entre 1980 e 2020.

É visualmente notório, através do mapeamento, a diferença da distribuição espacial dos trabalhos, sendo perceptível quais regiões se destacam com mais pesquisas.

Região Sul

O mais antigo trabalho utilizando paleossolo no Brasil é o de Mabesoone e Lobo (1980) intitulado "*Paleosols as stratigraphic indicators for the cenozoic history of northeastern Brazil*" publicado na revista *Catena*. No entanto, os autores não conseguiram acesso ao mesmo, não estando este pontuado no mapa (Figura 3). Em seguinte o trabalho de Santos (1986), um levantamento teórico sobre a importância dos paleoclimas na evolução do domínio costeiro do Rio Grande do Sul, no qual cita os paleossolos como sendo marcas das variações climáticas da região.

Não foram encontrados registros de publicações sobre o tema na década de 1990. Sendo o primeiro trabalho do século XXI publicado por Paisani (2004) no qual o autor apresenta resultados da utilização de diagrfias granulométricas no estabelecimento da lito e pedostratigrafia em uma rampa arenosa, situada no Balneário Praia Mole - Florianópolis/SC, identificando-se três paleossolos. No mesmo estado Oliveira e Lima (2004) utilizaram o diagrama triangular de Flemming para estudo de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale, objetivando distinguir paleossolos, sedimentos com organização incipiente e sedimentos com melhor organização textural. Tal fato possibilitou a análise faciológica de depósitos de articulação entre encostas e calhas fluviais por meio da definição de fácies proximais e distais.

Na região Sul do país foram realizadas pesquisas utilizando-se de palinomorfos aliados a paleossolos, Medeanik e Stevaux (2008) realizaram a análise da presença de grãos de pólen, esporos de plantas terrestres e partículas de carvão de dois perfis em um paleossolo com idade de 1.700 ± 70 anos AP, localizado na planície de inundação do rio Paraná, em Porto Rico/PR. Paisani et al. (2013, 2017a) traz resultados da aplicação simultânea das análises de isotópos do carbono do solo e de fitólitos na identificação de trocas de vegetação em paleovale no Planalto das Araucárias - PR/SC. Na mesma região, Paisani et al. (2016) realizaram análise fitolítica em sequência pedostratigráfica para compreender evolução vegetacional de paleocabeceira de drenagem na superfície geomórfica de Palmas/PR.

Foram desenvolvidos mais trabalhos sobre paleossolos no Planalto das Araucárias, com contribuições em relação aos registros quaternários desta área de estudo. Guerra e Paisani (2013) descrevem quatro seções estratigráficas, apresentando informações sobre a abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese, nesta publicação os paleossolos datados evidenciaram intensa fase de pedogênese, com formação de Neossolos Flúvicos, de 41.000 a 25.000 anos AP. Perreira e Guerra (2014) apresentam a caracterização da seção estratigráfica de uma cabeceira de drenagem. Na seção com 6 unidades estratigráficas, constituídas de alúvio pedogeneizado, colúvios pedogeneizados e tecnógeno, constatou-se similaridade granulométrica e textural entre as unidades.

Nos trabalhos de Camargo Filho et al. (2010, 2011, 2016) foram estudados paleossolos situados na encosta Manjolo em Lapa/PR. Na média para baixa encosta há uma incisão (voçoroca) onde foi exposto parte do pacote pedológico e sedimentar. Nas paredes da voçoroca foram identificados três níveis de paleossolos soterrados por aproximadamente 1,80m de sedimento, os quais foram sistematicamente descritos e amostrados. Deste modo, os autores realizaram uma rede de topossequências com o objetivo de identificar a distribuição tridimensional dos paleossolos e unidades pedosedimentares da encosta, sendo possível compreender os processos de sedimentação erosão que a encosta Monjolo foi submetida nos últimos 40 mil anos. Além disto, realizaram análises de granulometria, topografia, descrições macro e mesoscópicas bem como datação por ^{14}C demonstram que o paleossolo da encosta tem mais de 44 mil anos.

É perceptível o aumento de pesquisas no sul do país, principalmente a partir do ano 2012. Além dos trabalhos supracitados, as pesquisas de Paisani et al (2017a, 2017b), Biffi e Paisani (2019), Pereira, Paisani e Paisani (2020) Pagotto, Paisani e Sordi (2020), demonstram aumento de interesse pela interpretação paleoambiental da dinâmica da paisagem nesta porção do país.

Região Sudeste

Em Silva et al. (2004) foram realizadas datações por ^{14}C de dois perfis de solos do topo da Serra São José, Prados/MG, sendo um destes perfis um paleossolo datado em 32.220 ± 290 anos AP.

Em Ladeira e Santos (2005) é discutida a utilização de perfis de alteração como evidência de superfícies geomórficas de dimensões regionais. No trabalho são utilizados os materiais relacionáveis com a Formação Itaqueri sobre a Serra de Itaqueri/SP, na qual encontram-se feições paleopedológicas remanescentes que caracterizam uma evolução complexa, envolvendo mudanças climáticas significativas, pulsos de movimentação tectônica distintos e diferentes eventos deposicionais. Em trabalho sequente, realizado no mesmo local, Santos e Ladeira (2006) realizaram o reconhecimento e análise de paleossolos e de feições tectônicas presentes, bem como suas inter-relações.

Seguindo a linha de trabalhos de descrição de paleossolos, Dal'Bó e Ladeira (2006) realizaram a análise e descrição dos paleossolos inseridos nas sequências sedimentares em uma unidade da Formação Marília no município paulista de Monte Alto. Na pesquisa de Dal'Bó et al. (2009) descreveu-se detalhadamente as características pedogênicas macro e microscópicas de quatro tipos de perfis de paleossolos com horizontes cálcicos na Formação Marília. Em Dal'Bó, Basilici e Angélica (2010) foram descritos seis perfis de paleossolo, divididos em dois pedótipos. A análise dos fatores que controlaram a formação do solo revelou que ambos os pedótipos se formaram em uma paisagem estável provavelmente coberta por uma comunidade de plantas de baixa estatura, em que os solos tiveram tempo suficiente para desenvolver perfis muito maduros. Fernandes (2010) apresenta resultados de estudo regional de calcretes e registros de paleossolos na Formação Marília.

Silva, Batezelli e Ladeira (2015, 2016, 2017a, 2017b, 2018, 2019) em estudos dos paleossolos da Formação Marília, determinaram o índice de intemperismo médio, de alteração geoquímica e de morfologia para avaliar o grau de evolução destes, discutiram a aplicabilidade e as limitações do uso de estimativas de paleoprecipitação e paleotemperatura, e estudando a evolução paleoclimática destes paleossolos.

Nascimento, Ladeira, Batezelli (2016, 2017a, 2017b) estudaram a micromorfologia e a evolução paleoambiental da área, discutindo evidências diagenéticas e sua relação com características pedogênicas dos paleossolos, como estrutura, cimentação, nódulos e neoformação de minerais de argila utilizando os paleossolos carbonáticos da Formação Marília na unidade superior da Bacia de Bauru.

Na Bacia Bauru, Fernandes e Basilici (2008) estudaram a transição entre as Formações Araçatuba e Vale do Rio do Peixe, transição esta formada por paleossolos que apresentam diferentes evoluções espaciais e temporais, localizados no topo da Formação Araçatuba.

Delgado et al (2019) detalhando o comportamento geoquímico dos paleossolos da Formação Marília, na porção oeste do estado de Minas Gerais, os dividiu em três pedótipos e unidades petroquímicas com base em suas variações geoquímicas.

Vasconcelos; Vasconcelos e Vasconcelos (2010) caracterizaram a distinção entre os dois biomas (Mata Atlântica e Cerrado) utilizando estudo das linhas de pedras sub-superficiais e dos paleossolos em Brumadinho/MG.

Os estudos de paleossolos em paleosuperfícies é também subsídio na pesquisa e prospecção mineral. Ribeiro (2009) faz a caracterização de paleosuperfícies e seus depósitos de alteração no vale do rio Ribeira/SP e mostra a sua relação com os depósitos de cobre e

ferro existentes no local. Em trabalho seguinte, na mesma região, Riberio e Ribeiro (2010) utilizando estudos geomorfológicos, geológicos e químicos, caracterizam paleosuperfícies e seus depósitos de alteração, bem como mostram a sua relação com os depósitos de cobre e ferro.

Mescolotti, et al (2019) realizaram uma caracterização detalhada dos sistemas eólicos da Formação Três Barras, na Bacia de Sanfranciscana, com foco especial nas fácies sedimentares.

Região Centro-Oeste

Dal’Bó e Basilici (2010) investigaram a gênese de feições com concentração de carbonato de cálcio e feições iluviais com concentração de ferro e argila nos paleossolos da Formação Marília, estudando três setores da Bacia Bauru: na porção centro oeste do estado de São Paulo, nas imediações do município de Marília, na porção centro-norte do estado de São Paulo, nas proximidades do município de Monte Alto (Região Sudeste), e na porção noroeste da bacia, entre os municípios de Cassilândia (MS), Itajá (GO), Itarumã (GO) e Quirinópolis (GO) (Região Centro-Oeste).

Sequencialmente Dal’ Bó e Basilici (2011) realizaram a caracterização paleopedológica e sedimentológica nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul visando o reconhecimento e a descrição de diferentes tipos/perfis de paleossolos e litofácies, a definição das características genéticas dos paleossolos e sedimentos, e a definição de fatores paleoambientais que condicionaram os momentos de sedimentação e paleopedogênese.

Batezelli, Ladeira e Assine (2014) realizaram estudos faciológicos e estratigráficos, abrangendo a faixa de afloramentos das formações Salto das Nuvens e Utiriti (Cretáceo Superior), no Estado do Mato Grosso com o intuito de compreender o quadro evolutivo dessa porção da placa sul-americana. Nestes estudos foram identificados paleossolos constituídos essencialmente por silcretes. Foram identificados níveis silicificados com espessura de até 8 metros intercalados à fácies de dunas.

Região Norte

Gross et al. (2011) em estudo da Formação Solimões, realizaram análises sedimentológica e isotópica de litofácies expostas ao longo dos rios Juruá e Tarauacá, entre estas, perfis de paleossolos. Os resultados indicam que durante o Mioceno Tardio, na região amazônica havia um sistema fluvial bem estruturado, descartando a hipótese da existência de um lago de longa duração (“Lake Pebas”) e influência marinha no interior da Amazônia.

Região Nordeste

Em Lima et al. (2017) os paleossolos de Palmas/Água Doce (Região Sul) foram comparados uma seção estratigráfica do Planalto Sedimentar do Araripe com os elementos micromorfológicos, com o intuito de obter informações que auxiliem no reconhecimento de microfeições indicadoras de ambiente úmido, sendo este o único trabalho realizado na região nordeste do país.

Quantificação da produção científica sobre paleossolo

Verificou-se que o início da produção científica sobre paleossolos se deu em 1986, configurando-se o único trabalho no Brasil para o século XX (Figura 4). A produção só irá aumentar significativamente com o início do século XXI, como mostra a linha de tendência.

As pesquisas passam a ter periodicidade a partir de 2004, com destaque para o ano de 2010 (6 trabalhos) e aumento significativo a partir do ano de 2016, demonstrando expressivo interesse dos pesquisadores pelo tema.

Dentre os periódicos que mais publicaram sobre o assunto (Figura 5), têm-se a Revista Geociências e Revista Brasileira de Geomorfologia ambas com 7 artigos cada.

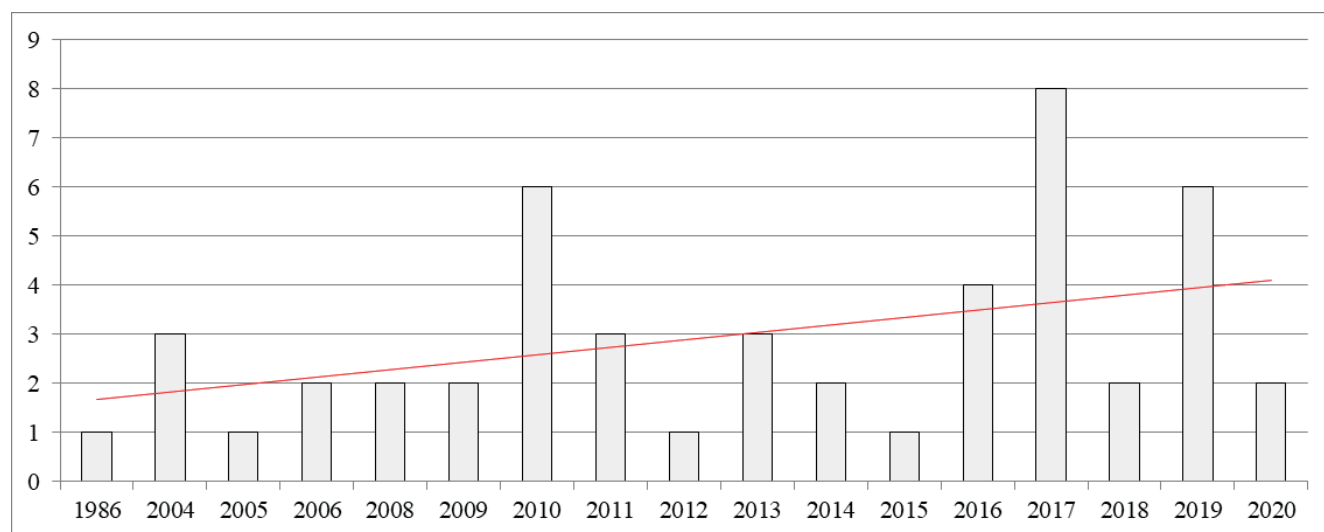


Figura 4. Número anual e linha de tendência de publicações utilizando paleossolos desde 1986 (total de 49 trabalhos).

Fonte: Elaborado pelos autores

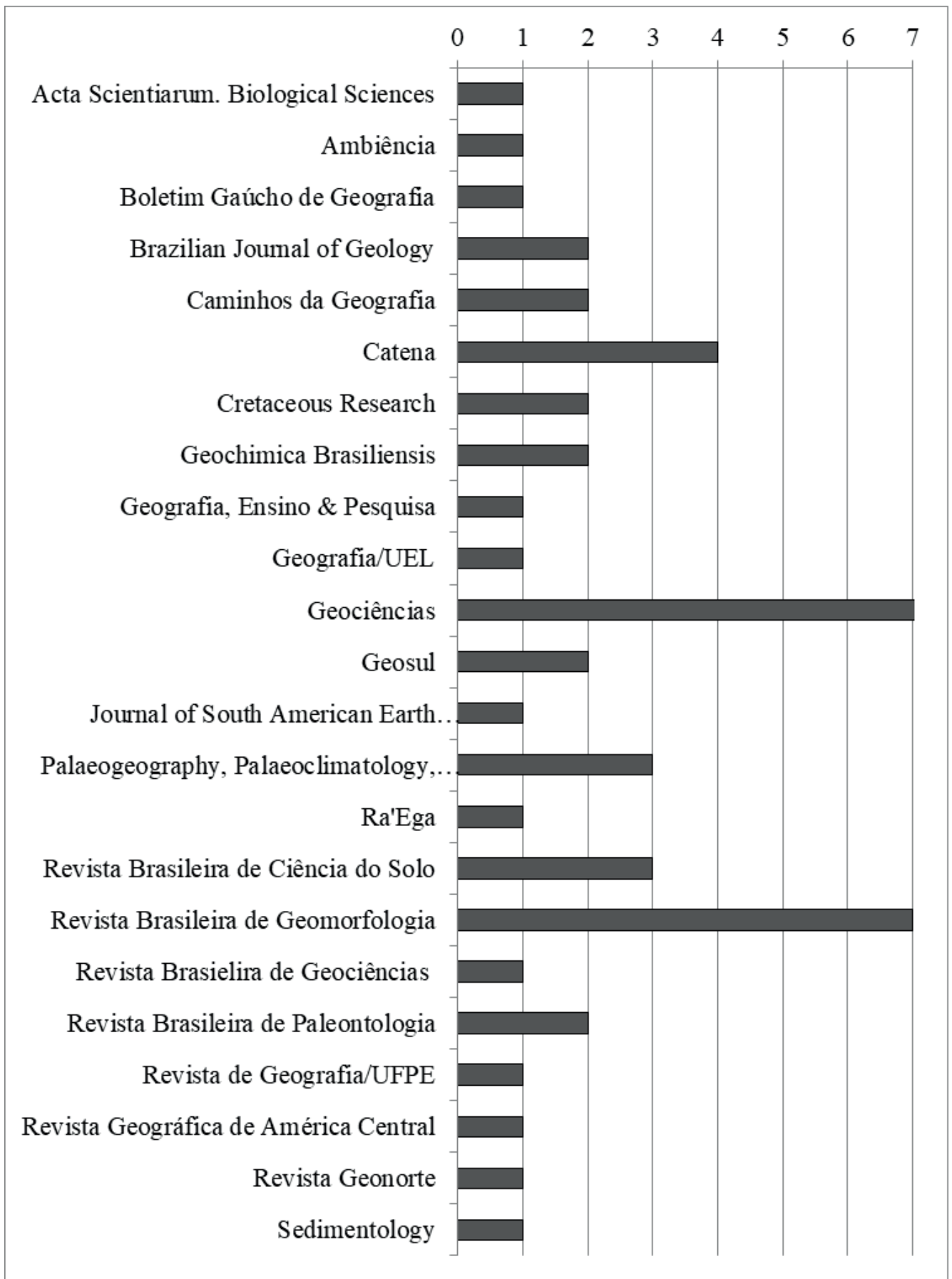


Figura 5. Revistas que publicaram trabalhos relacionados a paleossolos no Brasil (1986-2020).

Fonte: elaborado pelos autores

Nos periódicos avaliados foi verificada a participação de pesquisadores vinculados a 18 instituições nacionais e 2 internacionais (Figura 6). Observou-se que a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/SP), tem participação em 19 publicações, seguida pela Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE/PR) com 13 e Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO/PR) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS/RS) com 3 publicações. Cabe destacar que há também a participação de pesquisadores de instituições estrangeiras *Universidad Nacional de Mar del Plata de Mar del Plata/Argentina* (UNMP) (2 publicações) e *Karl-Franzens-University de Graz/Áustria* (1 publicação).

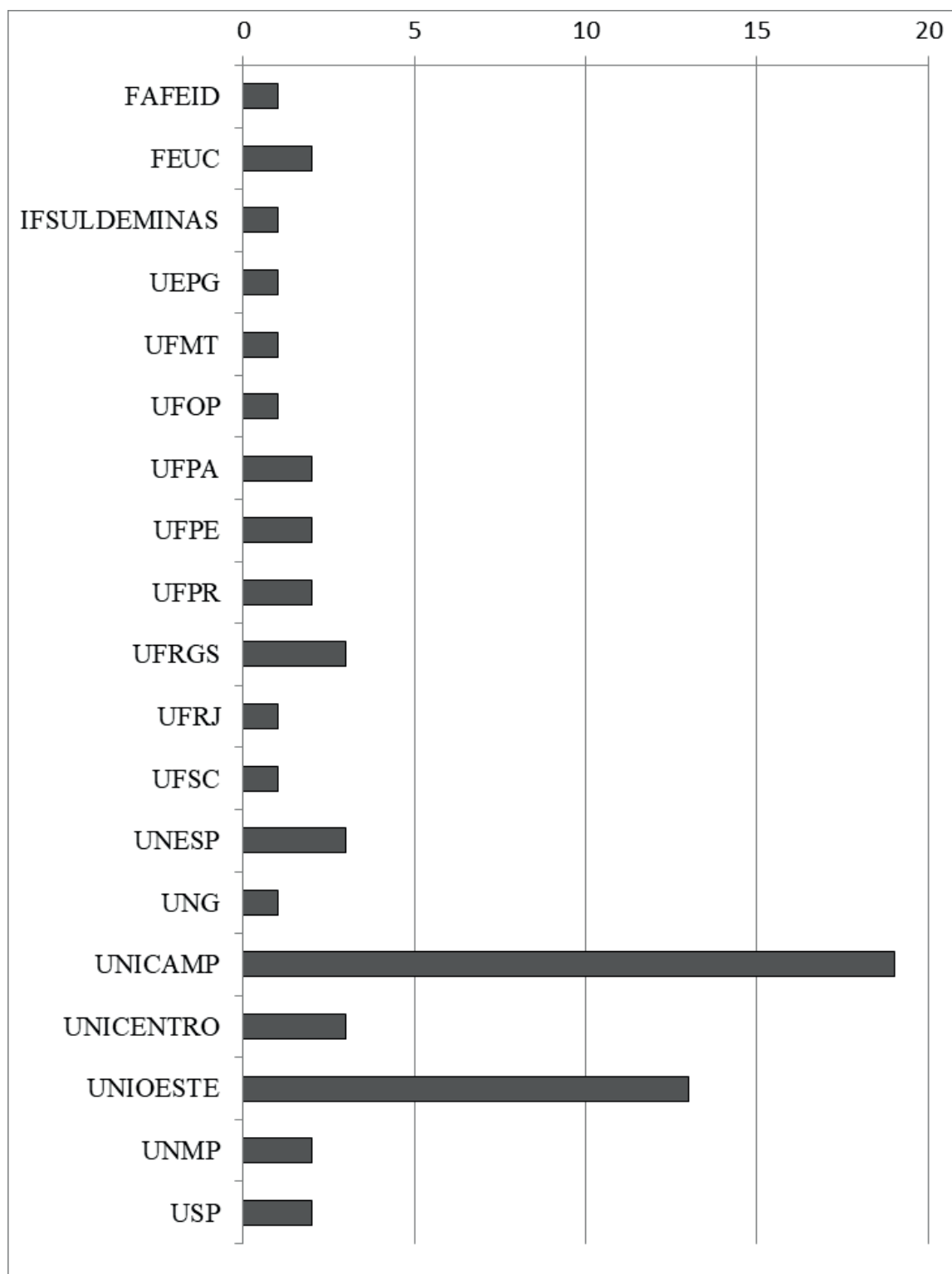


Figura 6. Universidades com participação nos trabalhos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As áreas pesquisadas estão localizadas predominantemente na Região Sul (44%) e Sudeste (41%), bem como a localização das instituições a que estão vinculadas as publicações, Região Sul (40%) e Sudeste (49%) (Figura 7). Os dados demonstram o déficit de investigações nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste tanto em áreas pesquisadas (15%) quanto na participação de instituições (11%).

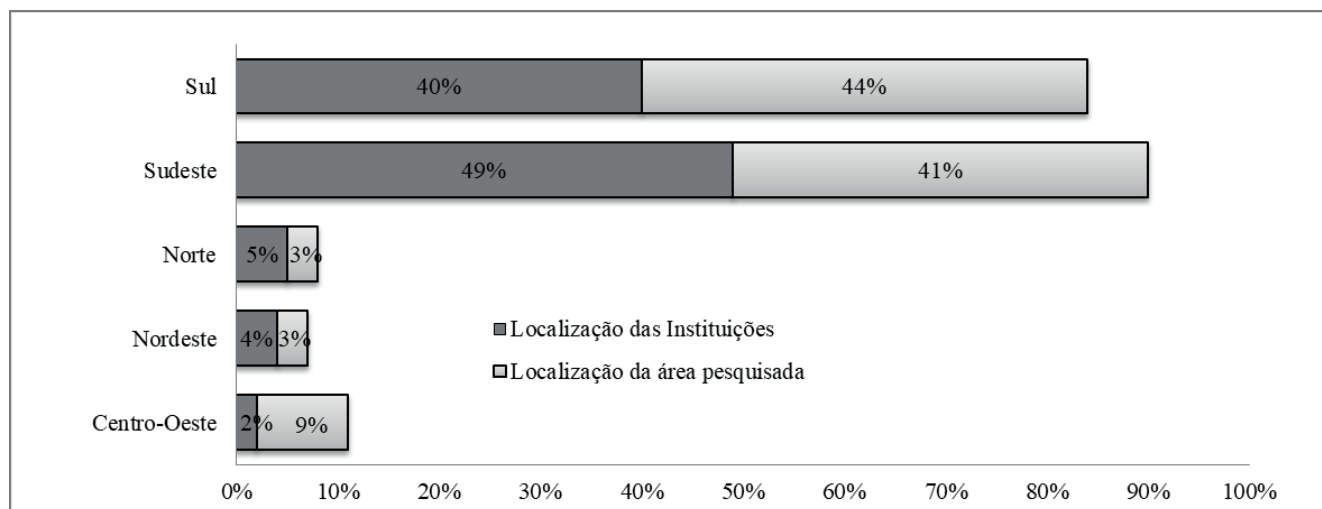


Figura 7. Distribuição das publicações por região de acordo com a área pesquisada e instituições brasileiras participantes

Fonte: Elaborado pelos autores.

A diferença na distribuição espacial das pesquisas é grande, uma vez que 90% das pesquisas estão localizadas na região Sul e Sudeste. Este fato se dá primeiramente pela localização dos paleossolos estudados. Grande parte dos trabalhos foram realizados na Formação Marília, segundo Delgado et al (2019) os paleossolos constituem mais do que 60% desta formação, apresentando horizontes argílicos e carbonáticos com distintos graus de cimentação, fornecendo informação significativa sobre processos pedogenéticos bem como paleoambientais e paleoclimáticos. Além disso, a Formação Marília já foi estudada por sedimentólogos, geoquímicos, paleontólogos, entre outros profissionais, colaborando com registros científicos importantes para a base de estudos, promovendo o desenvolvimento de trabalhos na região Sudeste. Outro ponto importante é a proximidade entre as áreas de estudo e os grupos de pesquisa, 85% dos pesquisadores envolvidos nos estudos de paleossolos estão em universidades do Sul e Sudeste do país, o que faz do deslocamento um ponto importante na análise dessa distribuição. Uma vez que pesquisas demandam recursos financeiros e tempo, torna-se viável estudar áreas próximas se assim for possível.

Conclusão

É notório que o número de publicações sobre paleossolos no Brasil aumentou nos últimos anos se comparado com final do século XX, tal fato sugere maior interesse dos pesquisadores pelo tema. No entanto, as áreas pesquisadas estão predominantemente concentradas nas regiões Sul e Sudeste do país (90%), assim como as instituições a que estão vinculados os pesquisadores (85%). Ainda considerando as regiões de concentração, alguns estados se destacam: Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais.

Embora o número de publicações envolvendo paleossolos tenha tido tendência de crescimento nos últimos anos, cabe ressaltar que o número total de publicações para o Brasil (49) é relativamente baixo. Diante de tal fato, e, considerando a importância do tema, faz-se necessário o estímulo à pesquisa sobre o tema, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro correspondente a bolsa de mestrado da primeira autora.

Referências

- ANDREIS, R. R. **Identificación e Importancia Geológica de los Paleosuelos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1981.
- BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B.; ASSINE, M. L. Ambientes deposicionais e evolução estratigráfica do cretáceo superior da Bacia dos Parecis. **Revista Geociências**, v. 33, n. 3, p.429-448, 2014.
- BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B.; NASCIMENTO, D. L.; SILVA, M. L. Facies and palaeosol analysis in a progradational distributive fluvial system from the Campanian-Maastrichtian Bauru Group, Brazil. **Sedimentology**, v. 66, p. 699-735, 2019.
- BIFFI, V. H. R.; PAISANI, J. C. Micromorfologia de colúvio-alúvios em paleovoçorocas colmatadas nas superfícies de cimeira de Pinhão/Guarapuava e Palmas/Caçador - Sul Do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, p. 735-749, 2019
- CAMARGO FILHO, M.; BERTOTTI, L. G.; PASSOS, J. R.; SILVA, D. W. Distribuição tridimensional de paleossolo de 40ka e materiais pedossedimentares na encosta Monjolo – Lapa, Paraná. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, p.152-166, 2010.
- CAMARGO FILHO, M.; BERTOTTI, L. G.; KATAOKA, A. M.; SILVA, D. W. Paleossolos de 40 ka presentes em encosta do centro-sul do Paraná, Brasil – estudo de caso. **Revista Geográfica de América Central**, Número Especial EGAL, p. 1-19, 2011.
- CAMARGO FILHO, M.; BERTOTTI, L. G.; SILVA, D. W.; GUERREIRO Jr, L. A. Caracterização e distribuição de paleossolo de 44ka e sedimentos sobrepostos da encosta monjolo – Lapa-PR. **Geosul**, Florianópolis, v. 31, n. 271, p 289-308, 2016.
- DAL’ BO, P. F. F.; LADEIRA, F. S. B. Ambientes Paleoclimáticos da Formação Marília Baseado em Análise Paleopedológica na Região de Monte Alto (SP). **Revista Geociências**, v.25, p. 127-134, 2006.
- DAL’ BÓ P. F. F.; BASILICI, G. Estimativas de paleoprecipitação e gênese de feições cálcicas e argílicas em paleossolos da Formação Marília (Neocretáceo da Bacia Bauru), **Revista Geociências**, v. 29, n. 1, p. 33-47, 2010.
- DAL’ BÓ, P. F. F.; BASILICI, G. Interpretação paleoambiental da Formação Marília na porção noroeste da Bacia Bauru: relações entre sedimentação e paleopedogênese em um antigo lençol de areia eólica. **Revista Geociências**, v. 30, p. 509-528, 2011.
- DAL’ BÓ, P. F. F.; BASILICI, G.; ANGÉLICA, R. S. Factors of paleosol formation in a Late Cretaceous eolian sand shee paleoenvironment, Marília Formation, Southeastern, Brazil, **Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 292, p. 349-365, 2010.
- DAL’ BÓ, P. F. F.; BASILICI, G.; ANGÉLICA, R. S.; LADEIRA, F. S. B. Paleoclimatic interpretations from pedogenic calcretes in a Maastrichtian semi-arid eolian sand-sheet paleoenvironment: Marília Formation (Bauru Basin, southeastern Brazil), **Cretaceous Research**, v. 30, p. 659-675, 2009.
- DELGADO, L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F.S.B. ; LUNA, J. . Paleoenvironmental and paleoclimatic interpretation of the Late Cretaceous Marília Formation (Brazil) based on paleosol geochemistry. **CATENA**, v. 180, p. 365-382, 2019

- FERNANDES, L. A. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, p.19-35, 2010.
- FERNANDES, L.A.; BASILICI, G. Transition of ephemeral palustrine to aeolian deposits in a continental arid-semi-arid environment (Upper Cretaceous Bauru Basin). **Cretaceous Research**, v. 30, p. 605-614, 2008.
- GROSS, M.; PILLER, W. E.; RAMOS, M. I.; PAZ, J. D. S. Late Miocene sedimentary environments in south-western Amazonia (Solimões Formation; Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 32, p. 169-181, 2011.
- GUERRA, S.; PAISANI, J. C. Abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese no Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo da evolução da paisagem quaternária. **Revista Geociências**, v. 32, p.501-515, 2013.
- GUERRA, S; PAISANI, J. C. Levantamento estratigráfico das Formações Superficiais Cenozóicas no Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo da evolução da paisagem a partir do Estágio Isotópico Marinho 3 / Statigraphic Research about the Cenozoic Superficial Formations at Palmas (PR) and Agua Doce (SC) Plateau. **Revista Ambiência**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.651-665, 2012.
- HALL, G. F. Paleopedology and Geomorphology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E. e hall, g.f. **Pedogenesis and Soil Taxonomy. Concepts and Interactions**, New York, Elsevier, 1983, 303 p
- HORN, B.L.D.; PEREIRA, V.P.; SCHULTZ, C.L.. Calcretes of the Santa Maria Supersequence, Middle Triassic, Rio Grande do Sul, Brazil: classification, genesis and paleoclimatic implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s.l.], v. 376, p. 39-47, abr. 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. (Série Manuais Técnicos em Geociências), n. 4, Rio de Janeiro, 2007.
- KRAUS, M. Mesozoic and Tertiary paleosols. In: MARTINI, I.P. e CHESWORTH, W. (ed.) **Weathering, Soils & Paleosols**. Elsevier, Amsterdam, p. 525- 542, 1992.
- LADEIRA, F. S. B.; SANTOS, M. O uso de paleossolos e perfis de alteração para a identificação e análise de superfícies geomórficas regionais: o caso da serra de Itaqueri – (SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.6, n.2, p. 3-20, 2005.
- LADEIRA, F.S.B. Solos do passado: Origem e identificação. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n° 6, 2010.
- LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LIMA, F. J.; PAISANI, J. C.; CORRÊA, A. C. B.; PONTELLI, M. E. Micromorfologia de colúvios em sequencias pedoestratigráfica e litoestratigráfica – o caso das superfícies de Palmas/ Água Doce (sul) e planalto sedimentar do Araripe (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.2, p.329-348, 2017.
- MABESOONE, J. M.; LOBO, H. M. C. Paleosols as stratigraphic indicators for the cenozoic history of northeastern Brazil. **Catena**, v. 7, p. 67-78, 1980.
- McGRATH, W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIBLIOMETRICS, SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS**, 1989, Ontario. *Second Conference...* Ontario: The University of Western Ontario, 1989.
- MEDEANIK, S.; STEVAUX, J. C., Palinomorfos e partículas de carvões nos sedimentos holocênicos na região do alto rio Paraná e sua aplicação nas reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, 2008, p. 351-359, 2008.

- MESCOLOTTI, P. C.; VAREJAO, F. G.; WARREN, L. V.; LADEIRA, F. S. B.; GIANNINI, P. C. F.; ASSINE, M. L. The sedimentary record of wet and dry eolian systems in the Cretaceous of Southeast Brazil: stratigraphic and paleogeographic significance. **Brazilian Journal of Geology**, v. 49, p. 1-20, 2019.
- MOURA, J. R. S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 335-364.
- NASCIMENTO, D. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Freshwater Decapoda trace fossils in floodplain paleosols of Marília Formation in Minas Gerais State (SE Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 20, p. 287-298, 2017a.
- NASCIMENTO, D. L.; LADEIRA, F. S. B.; BATEZELLI, A. Pedodiagenetic Characterization of Cretaceous Paleosols in Southwest Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Online), v. 41, p. 1-18, 2017b.
- NASCIMENTO, D. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. The paleoecological and paleoenvironmental importance of root traces: Plant distribution and topographic significance of root patterns in Upper Cretaceous paleosols. **CATENA**, v. 172, p. 789-806, 2019.
- NASCIMENTO, D.L.; NETTO, R. G. Skolithos serratus in paleosols: Paleobiological, paleoecological, and paleobiogeographical insights. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, v. 530, p. 152-162, 2019.
- NETTLETON, W. D.; OLSON, C. G.; WYSOCKI, D. A. Paleosol classification: problems and solutions. **Catena**, n.41, p. 93-109, 2000
- OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. Paris: OCDE/GD, 1997
- OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, G. L. Classificação de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale através da aplicação do diagrama de Flemming: Município de Campo Alegre, Norte de Santa Catarina. **Revista Geociências**, v. 23, n. 1/2, p. 67-78, 2004.
- PAGOTTO, D.; PAISANI, J. C.; SORDI M. V. Dinâmica da paisagem do planalto do rio Canoas (SC) no quaternário tardio com base em registros pedostratigráficos de paleocabeceira de drenagem. **Geosul**, v. 35, p. 481-505, 2020.
- PAISANI, J. C. Utilização de diagrfias granulométricas no estabelecimento da lito e pedostratigrafia de rampa arenosa costeira - o caso Praia Mole (Ilha de Santa Catarina). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, **Geografia**, v. 13, p. 139-151, 2004.
- PAISANI, J. C., CALEGARI, M. R., PONTELLI, M. E., PESSENDA, L. C. R., CÔRREA, A. C. B., PAISANI, S. D. L. e RAITZ, E. O papel das mudanças climáticas do Quaternário Superior na dinâmica evolutiva de paleovale de segunda ordem (Sul do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p.103-116, 2013.
- PAISANI, J. C.; FACHIN, A.; PONTELLI, M. E.; OSTERRIETH, M. L.; PAISANI, S. D. L. e FUJITA, H. R. Evolução de paleocabeceira de drenagem do rio Chopinzinho (sul do Brasil) durante o quaternário superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.1, p.43-59, 2016.
- PAISANI, J. C.; PAISANI, S. D. L.; OSTERRIETH, M.L.; PONTELLI, M. E.; FUJITA, R.H. Dinâmica de rampa de colúvio na Superfície De Palmas/Água Doce durante o Quaternário Tardio - Bases Para compreender a evolução das encostas no Planalto Das Araucárias. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, v. 18, p. 783-799, 2017a.
- PAISANI, J. C.; PONTELLI, M. E.; PEREIRA, J. S.; CAVAZINI, A. J. Pedogênese E Morfogênese no médio vale do Rio Marrecas Durante o Quaternário Tardio - Sul Do Brasil. **RA'E GA (UFPR)**, v. 41, p. 49-64, 2017b.

- PAISANI, S. D. L.; PAISANI, J. C.; OSTERRIETH, M.L.; PONTELLI, M. E. Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil). **Geociências** (São Paulo. Online), v. 35, p. 426-442, 2016
- PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 59-122.
- PEREIRA, J. S.; GUERRA, S. Caracterização estratigráfica de cabeceira de drenagem localizada no Planalto das Araucárias - sul do Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v.10, n.1, p.42-47, 2014.
- PEREIRA, J. S.; PAISANI, J. C.; PAISANI, S. D. L. Dinâmica geomorfológica de São José Dos Ausentes (RS) no Quaternário Tardio: evidências em paleofundo de vale de baixa ordem hierárquica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, p. 271-288, 2020
- PIERINI, C.; MIZUSAKI, A. M. P. Significados Paleoambientais e Paleoclimáticos dos Paleossolos: Uma Revisão. **Revista Pesquisa em Geociências**, v. 34, n. 1, p. 45-61, 2007.
- RAPP Jr., G. e HILL, C. L. **Geoarchaeology: The earth-science approach to archaeological interpretation**. New Haven, Yale University Press, 1998. 274p.
- RETALLACK, G. J. Field recognition of paleosols. **GSA Sp. Paper**, v. 216, p.1-20, 1988.
- RETALLACK, G. J. **Soils of the Past - An Introduction to Paleopedology**. London: Unwin Hyman, 1990.
- RIBEIRO, L. F. M. B. Paleosuperfícies e evolução intempérica relacionada a depósitos supergenos de ferro e cobre no sul do município de Itapeva - Vale do Ribeira. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 30, p. 155 - 159, 2009.
- RIBEIRO, L. F. M. B.; RIBEIRO, M. C. S. Reconhecimento de paleosuperfícies e a sua evolução intempérica in situ de saprólitos associados a depósitos de cobre na região de Itapeva, vale do Ribeira, SP. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 35, p. 23-28, 2010.
- RUHE, R. V. **Geomorphology, Geomorphic Process and Superficial Geology**. Boston: Houghton Mifflin, 1975. 219p.
- SANTOS, M.; LADEIRA, F. S. B. Tectonismo em perfis de alteração da Serra de Itaqueri (SP): análise através de indicadores cinemáticos de falhas. **Revista Geociências**, v. 25, p. 13-149, 2006.
- SANTOS, N. M. A importância dos paleoclimas na evolução do domínio costeiro do Rio Grande do Sul. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 14 p. 60-62, 1986.
- SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P.; MARTINEZ CORTIZAS, A.; GARCIA RODEJA, E. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 455-466, 2004.
- SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Genesis and paleoclimatic significance of palygorskite in the cretaceous paleosols of the Bauru Basin, Brazil. **CATENA**, v. 168, p. 110-128, 2018.
- SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Genesis and evolution of paleosols of the Marília Formation, Maastrichtian of the Bauru Basin, Brazil. **CATENA**, v. 182, p. 104108, 2019.
- SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. The mineralogy of paleosols in the Marília Formation and their importance in the environmental evolution of the Maastrichtian of the Bauru Basin in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 47, p. 403-426, 2017a
- SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Micromorphology of Paleosols of the Marília Formation and their Significance in the Paleoenvironmental Evolution of the Bauru Basin, Upper Cretaceous, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Online), v. 41, p. 1-20, 2017b

SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Índices de intemperismo e evolução dos paleossolos da Formação Marília, Maastrichtiano da Bacia neocretácea Bauru. **Geochimica Brasiliensis**, v. 29, n.2, p.127-138, 2015.

SILVA, M. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Uso de estimativas de paleoprecipitação e paleotemperatura em paleossolos cretáceos no Brasil: abordagem crítica. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, n.1, p. 72-83, 2016.

SILVA, M.L. Paleossolos e Estudos Ambientais Quaternários: Discussão Teórica e Possibilidades de Aplicação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n.1, p. 090-117, 2011.

SPINAK, E. Indicadores cientimetricos, Brasília, **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 7. ed. Rio Claro: Divisa, 2006.

VASCONCELOS, V. V.; VASCONCELOS, C. V. e VASCONCELOS, D. M. Caracterização de fito-ambientes de cerrado e demata atlântica por meio do estudo de linhas de pedra e paleossolos. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 14, n. 3, p. 06- 17, 2010.

WRIGHT, V. P. Paleopedology: stratigraphic relationship and empirical models. In: MARTINI, I. P. e CHESWORTH, W. (ed.) **Weathering, Soils e Paleosols**. Elsevier, Amsterdam, Holand. 475-499p, 1992.